



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

INFORMATIKAI

TEREK



zimb-ko:

© Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint editors 2015

© Ágoston György, Andrejszki Tamás, Baranyai Dávid, Bartalos Norbert, Bognár László, Doszkocs Norbert, Fánicsikné Hamar Éva, Ferde Orsolya, Gelencsér Sándor, Hadarics Kálmán, Hamza Zsolt, Honfi Vid Sebestyén, Horváth Zsolt Csaba, Horváth Péter, Katona József, Király Zoltán, Kirchner István, Kisgyörgy Lajos, Kővári Attila, Kutschi Zoltán, Nagy Bálint, Oroszi Eszter Diána, Papp Dávid, Rostás István, Szakonyi Lajos, Tóth Gyula, Török Ádám, Török Árpád, Ujbányi Tibor, Ungvárai Ádám, Vörös Tünde, 2015

Lektorálta

Bognár László, Csete Mária, Csiszár Csaba, Fi István, Jenei Árpád, Joós Antal, Katona József, Kővári Attila, Kuspér Gábor, Leitold Ferenc, Mohsen Ghaemi, Polyák József, Szendrő Gábor,



DUNAÚJVÁROSI FŐISKOLA
www.duf.hu

D=U=F PRESS

Kiadóvezető Németh István



Felelős kiadó András István
Felelős szerkesztő Nemeskéry Artúr

Tördelés Duma Attila
Készült a HTSART nyomdában
Felelős vezető Halász Iván

ISBN 978 963 9915 63 3





INFORMATIKAI TEREK

Honfi Vid Sebestyén-Király Zoltán-Nagy Bálint (Szerk.)



Dunakavics
KÖNYVEK 5.

D·U·F PRESS

Dunaújváros, 2015





Tartalom

Előszó	7
<u>ZSOLT CSABA HORVÁTH- GYÖRGY ÁGOSTON</u> Possibilities in improving transport safety and security through technology transfers among certain subsectors	9
<u>LAIOS KISGYÖRGY-ÁDÁM UNGVÁRAI</u> Design Patterns In Transport Design: The New Way Of Powerful Designing	23
<u>BARANYAI DÁVID-ANDREJSZKI TAMÁS-TÖRÖK ÁDÁM</u> Statisztikai előrebecslés és visszafejtés a közlekedésben közlekedésinformatikai eszközök segítségével.	34
<u>HAMZA ZSOLT-TÖRÖK ÁRPÁD</u> A közúti infrastruktúra biztonsági vizsgálatára alkalmas rendszer bemutatása	39
<u>FERDE ORSOLYA-PAPP DÁVID-KÖVÁRI ATTILA</u> Arduino vezérelt mozgásérzékelős galambriasztó fejlesztése	52
<u>HADARICS KÁLMÁN</u> Nyílt forráskódú szoftverek sebezhetőségeinek vizsgálata	62
<u>KATONA JÓZSEF</u> A rövidtávú memória (RTM) és a figyelem szerepe az emberi tanulásban és emlékezésben	74
<u>UJBÁNYI TIBOR</u> A Windows 10 újdonságai	85
<u>JÓZSEF KATONA</u> The Comparison of the non-invasive mobile EEG registration and the signal processing devices	97



<u>OROSZI ESZTER DIÁNA</u> Kártékony programok terjedése social engineer szemmel	111
<u>SZAKONYI LAJOS</u> Hőtechnikai modellezés és identifikáció a lakótérben	121
<u>ROSTÁS ISTVÁN-KÖVÁRI ATTILA</u> Vakok tájékozódását segítő rendszerek összehasonlítása, továbbfejlesztési lehetőségei	134
<u>KATONA JÓZSEF</u> Aszteroida becsapódások hatásának összehasonlító elemzése szimulációs szoftver segítségével	145
<u>HONFI VID SEBESTYÉN-KIRÁLY ZOLTÁN</u> Modern technológiák, innovatív megoldások a vállalati informatikában	157
<u>GELENCSÉR SÁNDOR-KUTSCHI ZOLTÁN-DOSZKOCS NORBERT-KÖVÁRI ATTILA</u> Olcsó távvezérelt riasztó kialakítása	167
<u>HORVÁTH PÉTER-BOGNÁR LÁSZLÓ</u> A hallgatói preferenciák a felsőoktatásban a hagyományos és az online kurzusok közötti választásnál	175
<u>KIRCHNER ISTVÁN</u> Az iteráció konvergenciájának gyorsítása lineáris egyenletrendszerek megoldásakor	199
<u>FÁNCSIKNÉ HAMAR ÉVA-TÓTH GYULA</u> Függőleges gravitációs gradiens számításával kapcsolatos integrál csonkítási együtthatóinak meghatározása	210
<u>VÖRÖS TÜNDE</u> Az intézményi struktúra és a gazdasági fejlettség kapcsolatának vizsgálata matematikai-statisztikai eszközökkel	216
<u>BARTALOS NORBERT-UJBÁNYI TIBOR-KÖVÁRI ATTILA-NAGY BÁLINT</u> A Chua-rendszer vizsgálata az Octave alkalmazásával	233



Előszó

Az Informatika Korszerű Technikái (IKT) a Dunaújvárosi Főiskola Informatikai Intézetének 2 évente megrendezett országos konferenciája. Az első alkalommal 2006-ban megtartott rendezvény 2014-ben, a Tudomány Hete kiemelt eseményeként újból jelentős számú résztvevőt, és ennek megfelelően számos előadást és azt követő publikációt eredményezett.

A kiadványban közölt anyagokból az alábbiak szerint választhatunk:

Valószínűleg a közlekedés az a tudományterület, melynek hatásaival és eredményeivel mindennap többször is találkozunk. A közlekedésbiztonság napjaink egyik kiemelt kutatási területe. Erről, továbbá az alágazatok közötti technológiai transzfer lehetőségeiről, az informatikában is alkalmazott tervezési minták (design patterns) felhasználásáról, a telematika alkalmazásáról, valamint az ICT segítségével történő modellezés legújabb eredményeiről szólnak a *közlekedésinformatika* szekció publikációi.

A biztonság kérdése az informatika területén is egyre fontosabbá válik. A humán oldalra példákat egyrészt a különböző emberi tényezőket kihasználó támadási formák (social engineering) lehetősége jelenti, másrészt a különböző betegségeket terjesztő állatok (pl. galambok) ellen kifejlesztett riasztókészülékek. Az informatikai biztonság szempontja megjelenik továbbá a nyílt forráskódú szoftverekben, valamint a legújabb zárt kódú operációs rendszerben (Windows 10) is.

Több tudományterületről származnak a *tervezés és szimuláció* rész anyagai. Gázkazán fűtéses társasházi lakótér hőtechnikai (matematikai) modellezése; vakok és gyengénlátók tájékozódását segítő eszközök bemutatása és összehasonlítása; aszteroida-becsapódások Földre gyakorolt hatásai; végül pedig a smart grid használata az energia szektorban a fenntarthatóság fényében tartoznak ide.



Az utolsó, matematikai blokk rögtön egy hosszabb lélegzetű kutatással kezdődik, amelyben egy kísérleti képzés bevezetésének hallgatói preferenciáit vizsgálják a szerzők. Ezt az iteráció konvergenciájának gyorsítása, egy speciális integrál csonkítási tulajdonságait taglaló írás követi, majd az intézmények és a gazdaság fejlettségének vizsgálata és matematikai elemzése következik, végül a Chua-rendszer vizsgálata az Octave matematikai program segítségével című írás zárja a kötetet.

Az értékes publikációkat jelen kiadványban nyújtjuk át a tisztelt érdeklődőknek, melyhez jó olvasást kívánunk!

Dunaújváros, 2015. június 15.

(A Szerkesztők)





ZSOLT CSABA HORVÁTH *-GYÖRGY ÁGOSTON **

Possibilities in improving transport safety and security through technology transfers among certain subsectors

Abstract: Safety and security are priority areas in today's transport developments. This paper examines whether existing solutions in certain transport subsectors are present in other subsectors as well, and whether the possibility of transferring these solutions to other subsectors is available.

Keywords: Transport safety, security, telematics, transport subsectors, adaptation, technology transfer, transport authority, drone.

Összefoglalás: A közlekedésbiztonság (safety) és védelem (security) napjaink közlekedésfejlesztéseinek egyik kiemelt területe. Jelen cikk megvizsgálja, hogy az egyes közlekedési alágazatokban már működő megoldások megtalálhatók-e más alágazatban, továbbá hogy az adott működő gyakorlat átvihető-e más alágazatba.

Kulcsszavak: Közlekedésbiztonság, -védelem, telematika, közlekedési alágazatok, adaptálás, technológiai transzfer, közlekedési hatóság, drón.

Introduction

Transport safety is a highlighted area of transport developments today. The UN Decade of Action for Road Safety 2011–2020 action plan was approved by the UN General Assembly in 2010. Its ultimate goal is to stabilize and then decrease the level of road fatalities. The target is to reduce by 50% the estimated number of deaths by 2020, which means avoiding 5 million fatalities, 50 million serious injuries and saving 5 trillion US dollars on social costs [1]. The first comprehensive road safety programme of the EU was the so-called White Paper adopted in 2001 ('European transport policy for 2010: time to decide'), which aimed at reducing by 50% the number of road fatalities on the roads of

* *Budapest University of Technology and Economics, Department of Aeronautics, Naval Architecture and Railway Vehicles*

E-mail: zshorvath@vrht.bme.hu

** *College of Dunaiújváros*

E-mail: agoston@mail.duf.hu

[1] Decade of Action for Road Safety 2011–2020. Saving millions of lives. World Health Organization 2011.

http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/saving_millions_lives_en.pdf (30.08.2014.)



[2] White Paper Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. COM (2011) 144 final. Brussels. 28. 3. 2011.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0144> (15. 08. 2014.)

[3] Zsolt Csaba Horváth–Lajos Kisgyörgy–György Ágoston–Dániel Rohács (2015): *Actual questions of transport safety in the new millennium*. Győr: Universitas–Győr Nonprofit Kft.

the EU by 2010, compared to the base year of 2001. This goal was achieved at the level of 40%. The following transport safety programme was launched in 2010 and accordingly the new White Paper was published in 2011, which aims at moving close to zero fatalities in road transport by 2050; in line with this goal, the EU aims at halving the number road casualties by 2020; a further goal is to make sure that the EU becomes world leader in the safety and security of transport in all modes of transport [2]. Hungary has adopted and has strived to achieve the goals of the EU through its document 'Hungarian Transport Policy' and through its Road Safety Action Plans. The National Transport Authority, founded in 2007 and considering transport safety as its so-called pillars, has played a key role in achieving the goals.

This article investigates into the question whether solutions for improving transport safety which actively exist in certain transport subsectors are found in other subsectors as well. Furthermore the authors attempt to decide whether certain practices which are effective in one subsector could be adapted to other subsectors.

Definitions

(The first part of this subchapter is based on the quotation of source [3].)

Transport safety is based on four basic concepts. These are safety, security, risk and fundamental influencing factors.

Safety is related to unforeseen, unplanned and accidentally occurring events – technical failures, unexpected incidents – that lead to operational disorder and malfunctioning. These consequently endangers traffic, generate risky situations or directly accidents. Transport safety measures seek to improve safety through various regulations (construction and maintenance regulations, trainings, legislative changes, regular controls) on the one hand (which can be considered as prevention and avoidance, i.e. active safety); and on the other hand they are designed to reduce severity in the occurrence of an accident (passive safety).

There are several examples on improving safety, e.g. alertness controls in locomotives, using a second track in curves, multiplied tools on airplanes and in motor vehicles, radars and internal isolators used on ships, particular road construction designs etc. Furthermore safety is improved through various regulations as well. The itemised listing of safety developments and regulations would make some thousands.



Informatikai terek

Security is related to events caused by illegal activities (e.g. terrorist attacks, vehicle asportation, skyjacking, bombing, train derailing, sea piracy etc., but also unlicensed driving falls under this category). The aim of transport security measures is to reduce the number of such incidents, for which primarily preventive measures are taken. Thus, safety deals with technical and unexpected incidents, whereas security deals with intentional actions.

The most well-known and oldest security devices are the ignition key, the door-lock and other anti-theft chains, locks and alarms. Further examples on security measures are:

- Preventing access to the driver's cab (in several transport subsectors);
- Arming the driver. Weapons serve safety functions as well, e.g. certain diesel locomotives of the Norwegian Railways which travel to the Arctic Circle were equipped with rifles to warn off reindeers ; [4]
- Guarding certain objects (e.g. railway bridges) with armed security personnel;
- Anti-piracy equipment on seafarers;
- Satellite tracking system (in several transport subsectors);
- Turning off the car engine in the case of theft;
- Plans for equipping Israeli passenger aircrafts with laser missile defence systems (Sky-Shield/C-MUSIC) [5]; etc.

It should be noted that the incident of vehicle hijacking has appeared in the services of the foreign travel insurances as well. "Hijacking of public transport vehicles: if the insured person travels on a public transport vehicle that is being hijacked during the time of insurance, the insurance company pays the insured HUF 100 000 after each continuous six hours that exceed the time qualified as deductible (the first six continuous hours). The upper limit of the insurance service is HUF 300 000 per incident. Hijacking occurs when a public transport vehicle is occupied and taken under control illegally." [6]

Historically the issue of safety was the first to be addressed. The Red Flag Act in the UK and the USA from the 1860s is one example of early protective measures of a legislative nature; it obligated a man carrying a red flag to walk in front of automotive vehicles in order to indicate the approaching of the automobile and to maximise its speed (4 mph on the open road and 2 mph within built-up areas). The topic of security and solutions to it were raised afterwards at a later date.

[4] István Mezei (1984): *Mozdonyok*. Budapest: Móra.

[5] Israel's Commercial Jets Will Soon Be Firing Lasers. By Allen McDuffee, 03. 03. 2014.
<http://www.wired.com/danger-room/2014/03/skyshield/> (15. 08. 2014.)

[6] MKB Bank Zrt. által kibocsátott bankkártyával rendelkezők külföldi utazására szóló csoportos utasbiztosítás. Ügyfél-tájékoztató és szerződési feltételek. Allianz Hungária Zrt. Budapest, 2013. december 1.



[7] Tibor Mocsári:
A közúti biztonsági
infrastruktúra-me-
nedzsment EU-irány-
elv hazai bevezetése.
Biztonságos közutak
tervezése, építése,
üzemeltetése.
*Közlekedésépítési
Szemle.*

59. évfolyam, 6. szám,
2009. június. Pp. 1–5.
[http://5mp.eu/fajlok2/
nagykorut/kozuti_
biztonsagi_manage-
ment_eu_www.5mp.
eu_.pdf](http://5mp.eu/fajlok2/nagykorut/kozuti_biztonsagi_management_eu_www.5mp.eu_.pdf) (20/08/2014)

The application of safety and security is highly cost-intensive. Therefore their usage always occurs only up to a certain limit. Baggage control for example is mostly not performed on railways and long distance bus routes, only in air travels. A certain part of the increased costs is paid by the customer (traveller), but due to the nature of transport, a significant part of the costs is devoluted on the whole of the society (e.g. in the case of road constructions, which is a typical state responsibility).

Risk means the probability of the occurrence of the incidents defined above. Risk includes the so-called elementary risk, which numerically specifies the number of incidents that will occur on a statistical average during a certain number of travel or mileage—measured in hours in aviation and in kilometres on the ground. It is important to note that this number cannot be zero. During the planning phase a certain – preferably low level – numeric value is defined, which is accepted by the society. This non-zero risk value is present in other areas of life as well, e.g. as the side effects of medications, surgical risks, or air pollution regulations of large cities (air quality limit values); in the latter case for example the condition of the air falling under the limit does not mean that nobody would die as a result of the air pollution, but that only a certain number of people or expected to. Risk is an important metric, since on the one hand risk values are used for calculations related to the planning, construction and maintenance of the infrastructure (road and environment), and on the other hand travellers carry out their relocating activities by taking into account (accepting) the risk of travel.

These concepts can be found in all transport subsectors, but to various degrees. While for example security in aviation has received an explicitly high priority, measures related to security can also be seen in the other transport subsectors as well, but to much less extent. In terms of security therefore there is a significant room for improvement.

Fundamental influencing factors: The decisive basic element of transport is the vehicle-track-man interaction which results the traffic. Safety is influenced by these three factors, which in other words are man, vehicle and infrastructure (road and environment). In this allocation 'man' stands for the driver, the maintainer and the designer as well. International accident statistics have revealed that the human factor has the largest proportion among all three, and in the case of road accidents this number is above 95%. However, statistics have also revealed the contribution of roads and infrastructure to accidents as well; this rate is around 30%. [7]



Informatikai terek

Apart from the triad of vehicle-track-man and safety and security planning (scaling), the road safety status of a given geographical region also depends on the following factors:

- technological development, the application of latest technologies;
- the characteristics of the institutional system (authorities, legislative settings);
- social and sociological settings, including the mentality of the people participating in traffic (see e.g. the term of 'Balkan driving style'), and the general situation of social stress. Mentality, for the matter, can be changed through time-consuming awareness raising (communication);
- the general financial situation (in relation to purchasing safer vehicles);
- the level of emergency services (speed, competency, coverage, capacity), the state of development and configuration of the emergency service—which is particularly cost-intensive, i.e. the economic state of a given country is one of the greatest influencing

Telematics

Transport safety cannot be achieved on a large scale without applying up-to-date informatics tools. Telematics play a key role in this area, e.g. the actual level of safety and its perceived level by passengers significantly influence the number of users choosing community transport. Source [8] focuses on summarizing safety improving telematics solutions in a system and process oriented approach, describing in detail the elaborated model of the integrated safety management telematics system (structure and functioning).

The patent-protected 'pay as you drive' car insurance offers are another possibility for using telematics in relation to road safety, where the activity of the driver – based upon the running characteristics of the vehicle – is continuously monitored by a telematics device, and the insurance fee is regularly modified accordingly [9]. Such services are available in Hungary as well with one company performing the installation and operation (including data processing) of the monitoring device, and another insurance company offering the periodically changing insurances based on the measured data [10]. There are other examples as well, e.g. the eCall system which shall be described in the next part.

[8] Csiszár Cs. (2006): A biztonság fokozása telematikai rendszerekkel a közforgalmú közlekedésben. *Közlekedéstudományi Szemle*. LVI. évf. 1. szám. Pp. 7–17. old.

[9] Usage-based insurance. From Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Usage-based_insurance (25. 08. 2014.)

[10] Vemoco Posta-Casco – product information. http://www.postabiztosito.hu/hu-HU/Termek/Gepjarmubiztositasok/PostaCasco/Tajekoztato/Termekinformaciok_Vemoco (05. 09. 2014.)



Similarities and differences among the various transport subsectors

There are significant differences among the various transport subsectors regarding transport safety. From among these subsectors air, rail, water and road transport will be analysed in detail. The examination of the aspects of comparison will consecutively be performed separately for the vehicle, track and human factors, furthermore the examination of the authority and its role – even if belonging to the group of human factors –, due to its importance, forms a fourth base of comparison and is elaborated in a separate table. The comparison is featured in *tables no. 1–4*. Certain aspects of examination may belong to more than one table, thus, in such cases the given aspect is only featured in one of them. The tables also contain the related aspects of drones (UAVs) as well, which are currently becoming widespread.

Common characteristics of the tables:

- The examined transport subsectors (transport modes) are air, rail, water, road (not including pipeline transport modes) with regards to both individual and public transport. Military and governmental transport do not form part of the current analysis;
- Examination of both safety and security aspects (where applicable);
- Despite inland navigation and sea navigation (inland waterways and maritime) form separate categories according to the EU systemization, in the current case they are featured uniformly under water transport;
- The conclusions of the tables are valid for Europe;
- The comparison is designed to be full-range, for which reason it has a rather distant viewpoint instead of focusing on the details, moreover some further possibilities of comparison not featured;
- The tables contain the characteristics of both individual and public transport (when applicable), but when necessary, separate from each other.

The aim of the comparison is to highlight which transport safety focal points have developed in the various transport subsectors. According to the results of the table proposals can be made to introduce and use certain interventions and practices in different subsectors as well (adaptation, technology transfer).

Table 1. Role of the vehicle in transport safety (technical aspects).

Aspect of examination no 1: Vehicle (technical aspects)	
Aspect of examination	The status of the aspect in the various transport subsectors
The possibility of using draft animal power (a factor increasing risk of accident)	Air: no Rail: no Water: no Road: available (e.g. horse riding, horse/bullock cart)
The possibility of unprofessional reparation or using uncertified components (repairing vehicle outside of workshop by unprofessional persons; using uncontrolled materials; the possibility of using modified fuel; irregular conversion into natural gas engine)	Air: usually not possible (in the EU; poor quality components happen to be used in non-EU countries) Rail: not possible Water: not in the case of large-size watercraft (but possible with small-scale ships and even smaller watercraft) Road: possible in all vehicle categories
Automatically running vehicles in certain situations	Air: it happens (frequently) typically on the open track under certain flying circumstances (switching to autopilot) Rail: possible (e.g. metro), but not general Water: not typical. The MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) project of the EU deals with the topic of building automatically running but distance-controlled ships [11]. Road: none (Note: there are certain experimental vehicles of these kind, e.g. at companies like Mercedes and Google; the usage of the tempomat/ASCD requires the action and intervention of the driver, cars equipped with automatic emergency braking and lane keeping assist system still need to be driven, this is the reason why they are not featured here.)
Active accident prevention and intervention devices in the vehicle	Air: available (e.g. radar, board computer, foreign aircraft proximity sensor) Rail: available (e.g. alertness control) Water: available (e.g. radar) Road: numerous (several hundred) such devices are used in vehicles
How easy is it to (completely) stop the vehicle in case of emergency?	Easiest in road transport, most difficult in aviation.

[11] MUNIN – Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks.
<http://www.unmanned-ship.org/munin/> (25. 08. 2014.)
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P7-TA-2012-0274&format=XML&language=EN> (30. 08. 2014.)



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

[12] P7TA(2012) 0274, eCall: a new 112 service for citizens. European Parliament resolution (2012/2056(INI) of 3 July 2012 on eCall: a new 112 service for citizens. (2012/2056(INI))

[13] VEMOCO: Telematika és személyre szabott casco. Szerző: Hlács Ferenc. 2014. június 5. <http://www.hwsz.hu/hirek/52394/vemoco-auto-obd-casco-telematika-biztositas-kozlekedes.html> (20. 09. 2014.)

The usage of eCall or other similar system (eCall is the uniform road vehicle on-board emergency call system of the EU. In the case of an accident eCall automatically and instantly transmits an emergency call to the emergency number 112, independently from the actions of the driver. Currently under construction.)	Air: partially available (in case the radar signal of an airplane under control ceases, the air navigators receive a warning. However, if an airplane disappears in an area undetected by land radars – e.g. over the ocean –, even half an hour can pass by until the warning arrives.) Rail: no Water: no Road: currently 0,4% of all vehicles are equipped with some kind of private in-vehicle emergency call system [12]. In Hungary a start-up company, VEMOCO Telematics Ltd. provides such services [13]. According to the EU eCall project it will become compulsory to equip all new passenger cars and light trucks with the eCall system from October 2015 [12].
The usage of a black box on board or continuous reporting of vehicle data	Air: both available (e.g. the ACARS system in the case of the latter), but mostly on larger aircrafts. Rail: yes, used in some EU countries (Train Event Recorder) Water: yes, used according to the IMO regulations (Voyage Data Recorder), not all vehicles are equipped Road: rarely used, however, the idea of its future use and widespread has already been raised a couple times. Continuous reporting of vehicle data is very rare (see the example of VEMOCO in the previous part regarding eCall).
In which subsector is the most dangerous vehicle design to be found? (the least resistant passenger cabin in case of an accident)	Passenger cars and motorcycles in road transport. In this regard all other subsectors count as safer.
How typical is the guarding of the vehicle on the depot? (Note: this is a security topic.)	Typical in all subsectors. Public transport vehicles are more guarded.



Informatikai terek

Table 2. The role of the track in transport safety.

Aspect of examination no 2: Track	
Aspect of examination	The status of the aspect in the various transport subsectors
Is the transport mode rail-guarded? (No steering wheel in the driver's cabin; keeping direction is not part of the driving activity)	Air: no Rail: yes (note: "steering" is performed from external locations with rail guards) Water: no Road: no
Regular control of track, warning or intervention in the case of defect or hazard	Available in all transport subsectors with differing frequency.
Does the weather have an impact on the track? (wind, rain, snow, ice, other weather conditions)	Air: yes, to a significant extent. Rail: yes, but generally it is not significant; problems arise only with extreme weather conditions. In certain cases the impact of weather is minimal (e.g. metro). Water: yes, to a significant extent. Road: yes, to a significant extent.
Organized weather forecast (for the driver)	Available in all transport subsectors.
Unexpected appearance of foreign objects on the track	Possible in all transport subsectors.
How typical is the guarding of part or the whole of the track? (Note: this is a security topic.)	Air: typical (e.g. runways) Rail: typical at certain locations (e.g. railway bridges) Waterway: not typical. Road: no guarding at all



Table 3. the role of the human factor in transport safety.

Aspect of examination no 3: Human factor	
Aspect of examination	The status of the aspect in the various transport subsectors
Who is allowed to drive the vehicle? (licence, registered driver)	Only professional (company employed) drivers work in the rail transport subsector, whereas registered private drivers may also use the tracks in the air, water and road transport subsectors. Holding a license is compulsory for all in the air and waterway transport subsector. Drones, however, may be controlled by anybody. There are certain vehicles types in water and road transport which do not require a licence (e.g. canal ships and houseboats in several EU countries; furthermore the same rule applies to watercraft smaller than the category of small ships, and to bicycles in road transport).
Is traffic exclusively professional? (Are all existing vehicles driven by professional, employed drivers?)	Air: yes in the category of Commercial Airlines, but not in General Aviation. Rail: yes Water: no Road: yes in public transport, not in the other cases.
Is there a minimum age limit for driving?	Air: yes (linked to the licence) Rail: yes (linked to the licence) Water: practically no (e.g. boat) Road: practically no (e.g. cyclists)
How many drivers (or professionals competent in driving or intervening) are found in the driver's cabin at the same time?	Air: typically 2 persons in the category of Commercial Airlines, 1 person in General Aviation (with airplanes or other flying objects). Rail: 1 person, occasionally 2 (e.g. on unsecured tracks) Water: typically 1 person, or more persons on larger ships Road: 1 person, occasionally 2 persons (in the case of certain international trucks and buses)
The actual checking of whether the vehicle is in appropriate condition for traveling (technical check) The actual checking of whether the driver is fit to drive (e.g. consumption of drugs)	The strictest control happens in aviation. The second strictest control is in rail transport. Such controls are found in public transport within the water and road transport subsector. Furthermore regulations prescribe checking for individual road transport as well.



Informatikai terek

Checking of passengers and luggage before boarding (in the case of public transport) (Note: security topic)	Air: yes (only in the category of Commercial Airlines) Rail: usually no, only occasionally (e.g. Eurostar) Water: there are certain rules of procedure (International Ship and Port Facility Security Code – ISPS Code), which are not performed in all cases. Road: no
Can those traveling in the passenger cabin indicate security incidents to the driver? Can the driver report the security incident outwards (through radio?) (Note: security and community transport topic.)	Air: yes in both cases (already the aircraft type TU-154 was equipped with a hidden foot switch which enabled the stewardess to notify the pilots if there was a person with bad intentions in front of the pilot cabin door). Rail, water, road: no in the first case, mostly yes in the second (a good example for this is the so-called BKV-AVM system from the 1990s, which being activated by a hidden foot switch opened a radio voice connection between the bus driver and the AVM centre.)
Extent of protection against illegal takeover of the vehicle (note: security topic)	The highest security is found in aviation. Rail, water, road: there is a certain extent of protection, but far from 100%.
Protection of stations (where passenger embark and disembark) (note: security topic)	The highest security is found in aviation (e.g. passenger control, furthermore the setting up of the so-called Security Restricted Area – SRA). Rail, water, road: available (e.g. CCTV), however, there are no other typical interventions (apart from certain high speed rails).
Protection of background institutes (e.g. mission control centres) (note: security and public transport topic)	Significant in aviation and rail transport. Also typical for water and road transport, but to a less extent.
Greatest extent of media publicity of certain events, plans, novelties, new regulations	Found in road transport (with aviation following up closely).
Greatest extent of awareness raising (action programs, media articles, TV spots)	Found in road transport.
Transport safety education (for children in schools)	Available, but touches upon basically the issues of road transport.



[14] Just culture.
Eurocontrol.
<http://www.euro-control.int/articles/just-culture> (20. 09. 2014.)

[15] 26/2007. (III. 1.)
GKM-HM-KvVM
együttes rendelet
a magyar légtér
légiközlekedés céljára
történő kijelöléséről.
http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0700026.
GKM (20. 09. 2014.)

Table 4. the role of the authority in transport safety.

Aspect of examination no. 4: authority	
Aspect of examination	The status of the aspect in the various transport subsectors
The appearance and application of the principle of ‘Just Culture’ (‘Just Culture’ is a culture in which “front-line operators and others are not punished for actions, omissions or decisions taken by them which are commensurate with their experience and training, but where gross negligence, wilful violations and destructive acts are not tolerated” [14].)	Air: yes (even if not to full extent). The concept of Just Culture in aviation appears in EU regulations, EUROCONTROL and ICAO instructions [14]. (The application of this concept also appears in health care.) Rail: no Water: no Road: no
Central traffic management (Is it necessary to obtain route permission? Is it necessary to obtain permission for certain traffic actions?)	Air: it is compulsory to obtain route permissions. Total central control is practiced above a certain height (in the so-called controlled sky-space) and in the sky-space of certain defined airport and other navigation zones. All other height sections not included in the above are not under central control [15]. Theoretically it is necessary to obtain permits for flying drones as well (e.g. from the National Transport Authority in Hungary), but the practical implementation of this is near zero. Rail: railway transport is under total central control. Water: Central control is typical in the case of larger ports and ships, otherwise not. Road: yes in the case of public transport, otherwise not.
Authority control of vehicles (registered vehicle, technical inspection)	Full scale control in the case of aviation and rail transport (ensign, list sign; in Hungary gliders and paragliders are registered by the National Transport Authority). Authority control is present in the water and road transport subsector as well, however, non-registered and unchecked vehicles also appear in these subsectors (boats, bicycles), moreover, even home-crafted, unique vehicles unchecked by the authority may appear on the track as well. Drones have become a new problem, as currently they do not fall under this kind of authority control.
Authority control of drivers (Is it compulsory to hold a license, is there a procedure for issuing and extending it?)	Licences appear in all transport subsectors, but with differing frequency and rigor (e.g. obtaining a licence does not concern all users in water and road transport). Stricter rules apply to professional license holders as to private drivers. (see aspect “Who is allowed to drive the vehicle?”)



Informatikai terek

Regular update training of drivers	Air, rail, water: available, but only in the case of professional drivers Non such for private drivers in the road transport subsector (only in cases as causing accidents or breaking the rules). For professional drivers generally there are update trainings (e.g. for bus drivers or truck drivers).
Black list (vehicles banned from certain track sections by a directing organization based on transport safety aspects)	Aviation: available ("List of airlines banned within the EU" document). There are no such lists in the other subsectors, however, restrictions (disallowances) may appear in relation to technical inspections or banning certain drivers from driving (furthermore such measures exist in road transport in the case of smog alerts).
Uniform European regulation (e.g. laws)	The highest level of union (unification) can be found in aviation. The greatest differences can be found in the road transport subsector (regulations differing from country to country), e.g. speed limits, blood alcohol level limits [16]. Rail and water transport in this regard fall between the upper two.
Is it compulsory to report accidents, hazardous situations?	Air: yes Rail: yes Water: yes (air, railway and waterway transport accidents in Hungary need to be reported to the police and to the KBSZ – Transportation Safety Bureau). Road: it is not compulsory to report accidents without personal injury. In case personal injury occurs, the police also have to be called.
Is there a uniform (European range) accident investigation organization?	Air : yes (EASA) Rail: yes (ERA) Water: yes (EMSA) Road: no In Hungary: KBSZ (range: air, rail, water transport)
Bringing and introducing new rules (instructions, regulations, recommendations) after the investigation of accidents and emergency situations (e.g. based on the principle of 'Lessons Learned')	Air: yes Rail: yes Water: yes Road: only in the cases of particularly critical accidents, otherwise generally no

[16] *EU transport in figures – Statistical Pocket-book*. 2014. European Union. http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocket-book-2014_en.htm
<http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2014/pocket-book2014.pdf> (25. 08. 2014.)



The possibility of technology transfer among the subsectors

Based on the analysis of the *tables 1–4* the following statement can be conducted: *there are several transport safety tools and procedures in operation in the various transport subsectors, however, these are typically found in only one subsector (see e.g. Just Culture, which appears only in aviation). The number of solutions reaching through more transport subsectors is very small (e.g. the regular control of the track is typical for all subsectors).*

However, there is an existing possibility to take, which is implementing an already given and operational solution in another subsector than its own, in other words, using technology transfer. The following possibilities are worth discussing:

1. The introduction of Just Culture in the rail, water and road transport subsector.
2. The introduction of automatically running vehicles in the rail, water and road transport subsector.
3. Application of the black box in the rail, water and road transport subsector. (This can already be found in certain instances within the railway and water transport subsector, and the idea had been raised a couple years ago in road transport as well.)
4. Extending the black list to subsectors beyond aviation.
5. The introduction of eCall to the rail and water transport subsectors.
6. Forming a uniform (EU) accident investigation institute in the road transport subsector.
7. Extending passenger and baggage check (at boarding) to the rail, water and road transport subsector. (Note: one of the advantages of the railway against aviation in Europe is its temporal fastness up to a couple hundred kilometres, which is partially due to the lack of security checks.)
8. Extending the topics of transport safety education in schools for children and in the media beyond the road subsector.

Summary

In this article we have examined the kinds of transport safety procedures that are used in the various transport subsectors and the possibility of applying them in other subsectors (technology transfer).

These technology transfers are possible, they improve transport safety, but their introduction requires a significant amount of time and significant financial sources as well. Travel time is also likely to increase after their introduction.

The road transport subsector is in a special situation, as – out of social and other practical reasons – it is more or less a symbol for personal freedom as well. Adapting solutions into road transport that improve transport safety thus might come across social resistance and may be difficult to realize.



LAJOS KISGYÖRGY * – ÁDÁM UNGVÁRAI **

Design Patterns In Transport Design: The difference between tool and principle patterns

Abstract: The article deals with the contemporary usage of design patterns optimized for transportation design, and compares two theoretical approaches how to deal with patterns. Design patterns are complex information packages which represent possible generalized solutions of repeatedly occurring technological problems, described and stored in a uniform structure. Although, this classical specification still ignores the difference between two major types: the tool and the principle-type of pattern, whereas subsequently the two types are often mixed. The article discusses the brief history, the description, and the comparison of the two approaches, as well as the method how to use them. Aim of the work is to establish an advanced view of pattern-based design theory in transportation engineering and get feedback for further research and development.

Keywords: Design patterns, transport design, design theory.

Összefoglalás: A cikk a tervezési mintáknak a közlekedéstervezési alkalmazásával foglalkozik. A tervezési minták komplex információs csomagok, amelyek ismétlődően előforduló műszaki problémák általánosított megoldásait képviselik, egységes szerkezetben leírva. Azonban a fenti klasszikus megfogalmazás nem különbözteti meg a tervezési minták két fő típusát, az eszköz-mintákat és az elvi mintákat, amelyek emiatt a gyakorlatban gyakran keverednek.

A cikk bemutatja a két minta-típust, azok rövid történetével, részletes leírásával és összehasonlításával. Továbbá módszert ad a megfelelő használatukhoz. A kutatás célja a tervezési mintákon alapuló tervezési szemlélet bevezetése a közlekedéstervezésben, valamint a további kutatáshoz szükséges visszajelzések gyűjtése.

Kulcsszavak: Tervezési minták, közlekedéstervezés.

* Budapest University of
Technology and Economics, Department of Highway and Railway
E-mail: kisgyorgy@uvt.bme.hu

** University of Debrecen, Department of Civil Engineering
E-mail: ungvarai@eng.unideb.hu



[1] Ungvárai Ádám (2006): *Tervezési minták és alkalmazásuk a csomóponttervezésben*. (Design patterns and their usage in intersection design). Budapest University for Technology and Economics. Student research program.

[2] Gamma, E.–Helm, R.–Johnson, R.–Vlissides, J. (1995): *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Reading, Mass: Addison–Wesley.

[3] Shalloway, A.–Trott, J. R. (2003): *Design Patterns Explained: A New Perspective on Object-Oriented Design*. Boston: Addison–Wesley.

Introduction

During a road design, the designing engineer has to make many decisions, may it be a plan of study, granting, or execution level. But what can a designer rely on during the designing process?

„*The designing engineer has to work so that the result meets the requirements of the standards and it is the best one in the given range.*” – as it is usually said.

In all cases, the solution has to comply with the demands of the countries designing rules, but how can the designer get a solution that fulfil all these requirements? And whether his version is the best one on the first try? Faultlessness is required from many points of view: regarding economy, traffic safety, land use, etc. A lot of experience is required to avoid pitfalls. An experienced engineer instinctively designs good plans, and considers countless viewpoints [1]. Design patterns assist the engineer in the procedure of planning.

The method of design patterns

Design patterns represent a general scenario to solve a repeatedly occurring technological problem, arranged and put down in uniform structure. The basic idea is like using building bricks, every technological problem can be solved by using a good data base of design patterns.

Design patterns are already widely applied in informatics designs [2, 3]. They are used to support state of the art programming languages. It was discovered that returning problems should not be solved over and over again. Instead, well working patterns were described for repeatedly occurring problems, and used again and again. In such a way it can be avoided to discover the wheel for a second time, and it is guaranteed that always the best solution is used, based on experience of earlier cases.

In many cases, patterns are used unnoticed in civil engineering, too. We don't say separated road of at least 4 lanes, with high design speed and emergency lane, without at-grade crossings, we say freeway instead. Actually we refer to a design pattern. Without long explanations, everybody will know what we are talking about. If we use such patterns consciously and in a uniform system, we can take much more advantage of them [1].



Informatikai terek

DESIGN PATTERNS AND THEIR HISTORY

In technological term design patterns were first formulated by the architect Cristopher Alexander in 1977 [4]. He was looking for answering the question how could consciously successful designs be made. What is the difference between good and bad designs? He was searching for similarities among well succeeded plans. By picking out common characteristic features of good plans he got principle solutions; abstract and therefore generally useable good plans, without actual details of realization. He called these problem-solution pairs patterns:

“Each pattern describes a problem which occurs over and over again in our environment and then describes the core of the solution to that problem, in such a way that you can use this solution a million times over, without ever doing the same way twice.” [5]

Since then the explanation of design patterns has been widened, but essentially it is unchanged: the goal of each pattern is to describe a possible solution to some reoccurring problem in an abstract way. An essential condition is the abstraction, which means that only a principle of a solution, never a particular plan is given. And because of the abstraction from particular cases we gain a universal tool.

In nowadays sense design patterns are more than the twin of problems and solutions. They are completed with additional information which are necessary to the systematization and application of each pattern, respectively. This way the design patterns became a complex information package in which design knowledge can be transferred to others. In this paper we would like to further refine this definition, because the original definition of Alexander leaves uncertain areas.

It should be emphasized that a pattern is not an arbitrary object described in a standardized form but a repeating phenomena raised by the repeating surrounding contexts. And the most efficient, most successful abstract structures of these phenomena are then documented in a standardized way to help and stimulate the reuse of the design. This is the reason that according to the original definition a pattern cannot be created but it can only be realized and documented.

THE STRUCTURE OF A DESIGN PATTERN

The visible part of a design pattern is always its documentation form. If something is once made well we shouldn't find it out again, instead we should repeat it. We have to find the common features of successful designs, and make them applicable to other plans, too.

[4] Alexander, C.–Ishikawa, S.–Silverstein, M. (1979): *The Timeless Way of Building*. New York: Oxford University Press.

[5] Alexander, C.–Ishikawa, S.–Silverstein, M. (1977): *A Pattern Language*. New York: Oxford University Press.



[6] Kisgyörgy, L.–Ungvárai, A. (2014): Design Patterns In Transport Design: The New Way Of Powerful Designing. *Dunakavics*. 2015, Vol. 3, Number 5. Pp. 19–29. ISSN 2064-5007. Available at http://dunakavics.duf.hu/online_1505.pdf

[7] Kisgyörgy, L. (2006): *Design Patterns in Highway Engineering Design Process*. Budapest International Road Conference.

Combined with appropriate flexibility, we gain ideal tools for design problems because there is no uniform landscape, city coverage or traffic size. Design patterns provide the frames of this conscious repetition.

A design pattern consists of 6 units [6]:

1. A name: An unequivocal naming of the pattern;
2. The problem: A description of the technical problem to solve;
3. The solution: A principle solution to the problem. It does not describe a particular design or implementation, instead provides an abstract description of a design problem and how a general arrangement of elements solves it;
4. The consequences: connected to the solution;
5. The implementation: A possible implementation of the solution, the details of realizing the solution according to a specific standard;
6. Examples: Earlier realized cases of the pattern.

THE ADVANTAGES OF USING PATTERNS

During the design process a profit can be achieved by the three main advantages of the patterns, namely [6]:

- high level of abstraction,
- clear structures, and
- the possibility of transfer of existing knowledge.

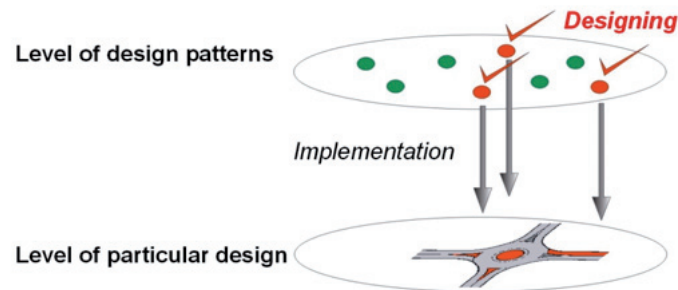
Using design patterns doesn't mean new solutions; it is rather a new approach to the solutions of problems. Design patterns are a formulation of reusing good ideas. They show the way of partial or complete reutilization of good designs.

As compared to conventional design, the main difference lies in the fact that planning is carried out on a higher, more abstract level, instead of the general usages of actual details of realization [7].

Necessary constituents of the design had been collected already on the abstract level (*Figure 1*).



Figure 1. The level of abstraction lies above the particular design.



The method gives clear structures also for users facing the problem the first time. Following these structures, tiny details do not disturb during the design process, instead of that attention can be focused to global relations and connections. It is very important that in the last minute, we cannot stumble upon details we should have thought at the beginning of the design. Therefore, the „iterations” arising from lack of experience of design can be minimized. This way, elaborating small details is not suffering only carried out at the appropriate phase of the design process. Furthermore the well-comprehended relationships and the comparable formats of patterns make new information acquired faster and more efficiently. [6]

PATTERNS BASED DESIGN

Pattern aided design doesn't surely differ from conventional one, because it imitates the way of thinking of an experienced designer. Therefore, it can be told that pattern aided design resembles very much a well-succeeded conventionally engineered design, but it contains a smaller degree of uncertainty. The final result gets simply more conscious and sure. [7]

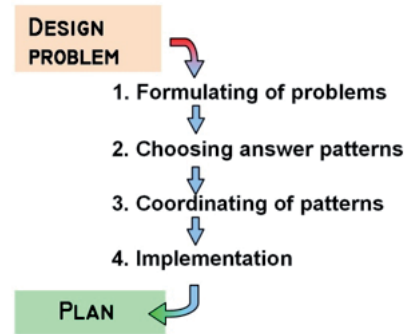
The 4 main steps of designing (*Figure 2*):

1. Before any decision, arising problems and their relations should be formulated and examined.
2. The second step is to find the solution of the problems in form of the corresponding pattern.
3. This is followed by coordination of the patterns, completed by looking for further related patterns.
4. Implementation, which means the practical realization of the complete design is only the last step. Consequently, all the collected and coordinated patterns are used simultaneously, and this is the preparation of the design itself.



[6] Kisgyörgy, L.–Ungvárai, A. (2014): Design Patterns In Transport Design: The New Way Of Powerful Design-ing. *Dunakavics*. 2015, Vol. 3, Number 5. Pp. 19–29. ISSN 2064-5007. Available at http://dunakavics.duf.hu/online_1505.pdf

Figure 2. The steps of design.



The four main steps can of course be more or less complicated depending on the complexity of the task, but the main guiding line is always the same: there is a logical system of process between the design problem and the ready design. During the planning process, design patterns are used like well-fitting building bricks. [6]

However the application of pattern based design in road planning according to the above described way created contradictions. To clarify these more sophisticated definitions of patterns is needed.

Pattern types

DISTINCTION OF TWO PATTERN TYPES

The original definition of design patterns focused on the technical entities, and the connections among patterns were not emphasized. This caused no problem originally, because Alexander correctly defined the possible connections between patterns.

However at later use of design patterns connections became significantly more and more important. Two types of mistakes could be committed in this phase: either the connections were not clearly determined at documentation or the users had difficulties to understand and follow the complex connection



system of patterns. This challenge made necessary the generalization of the notion of connection: instead of speaking about connection between given patterns connection received a more general meaning, describing any relation which has some returning appearance and affects the design.

The Gang-of-Four was much more successful with the application of patterns in informatics. The application of patterns became unbelievably popular, far beyond the popularity in architecture. In their approach the connections had not got too much importance, they rather grabbed the formalization of patterns.

Any good practice which could be useful for others became a pattern and they encouraged everyone to create as much patterns as they can do. Their system was simple, handy and easily understandable. Unfortunately this meant losing its original abstract descriptive power on the other hand.

Our experiences showed that the road design process could not be properly described by the patterns of the original definition, because many widely used methods could not be described as a pattern. Investigating the reasons we found several far-going things:

- The new patterns are simpler than the original ones.
- The original patterns are too complex.
- The connections of the original patterns focus only the connections to other patterns.
- The original patterns are much more like the teachings of a wise, experienced engineer instead of giving reusable solutions.

The solution to the above mentioned problem is the realization that there are patterns describing only connections. For design purposes they are not only essential, but they have the higher abstraction level of description. It is subservient to handle these patterns describing guidelines separately from the other patterns of design elements.

The former type of patterns is called principle patterns; the latter is called tool patterns. With this distinction both type of design knowledge and experiences can be described. This way the system becomes easy to use in the everyday practice, but keeps all the valuable information as well.

PRINCIPLE-TYPE PATTERNS

In case of principle-type patterns there is no regarding form or tool, the solution unit contains only principles: relationships, rules, concepts or connection of elements. They represent a higher level of abstraction, the higher level of design thinking, and therefore they have more intrinsic value than tool-type patterns.

Principle-types of design patterns are not visible, they only give advices how to arrange some elements in special way. Sometimes this special way is the key, the only way to make an element work, such as the



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

traffic regulation of a roundabout. In other cases the usage of a principle-type pattern makes the design denser; also more principle-type design patterns can be used together on the same design-issue.

Some examples of principle-type patterns in road engineering:

- green wave or progression, the synchronization of traffic lights,
- optical traffic calming,
- separation of conflict points in intersections,
- design guidelines and principles.

These principle-type patterns usually describe a specific arrangement of elements. There are other possible arrangements, but for some reasons this specific one is the most advantageous one. by the application of the principle-type patterns no new element is created, the specific arrangement forms the pattern. This type can be perceived as a conceptual singularity.

TOOL-TYPE PATTERNS

In case of principle-type patterns there is a regarding form or tool, which is described in the solution unit. Tool-type patterns are the more common types of design patterns in common-sense. It can be stated, that tool-type patterns always consists of something concrete. For one design issue only one tool-type pattern can be applied, either one or another.

Some examples of tool-type patterns in road engineering:

- separation islands,
- traffic calming thresholds
- geometry of transition curves
- rest area layout

It can be observed that even in tool-type patterns there is a principle as well in the back-ground, but here this principle is expressed in a concrete form or layout. This type can be per-ceived as a physical singularity.

DIFFERENCES BETWEEN THE TWO TYPES OF PATTERNS

Principle-based patterns are focusing on the functional relations of the design, while the tool-type patterns are implementing the concepts of the functional design in the physical level. *Table 1.* summarizes the difference between the two types.

Table 1. Comparison of principle and tool patterns.

	principle-type pattern	tool-type pattern
quality	design pattern	design pattern
documentation form	data sheet	data sheet
definition	relation, concept or arrangement of elements	a concrete solution or element
parallelism in one design issue	several can be applied together	only one can be chosen
abstraction level	high	medium
examples	green wave physical traffic calming principles	signalized intersection traffic calming threshold

Effects on the pattern-based design process

PRACTICAL COMPARISON OF THE TWO APPROACHES

If the two types are not distinguished than the tool-patterns play the determining role in the design process, which becomes implementation-driven: first the concrete solutions are chosen than their possible arrangement is determined. In some cases it works without any problem, but in more complex cases, where the context determines the possible implementations, this approach does not work. [8, 9, 10]

The distinction of two types makes it possible to focus on the context and the relational network which is the essence of good road design. This approach can handle the relation of different contexts, creating effective and dense relation networks where certain elements can play multifunctional roles. And a further consequence is that the application of principle-type patterns at the beginning of the design process makes the whole process much cheaper and the result much better. [11, 12]

[8] Alexander, C. (1999): *The Origins of Pattern Theory*. IEEE Software. Volume 16. Issue 5. September 1999. Pp. 71–82.

[9] Blaimer, N.–Bortfeldt, A.–Pankratz, G. (2010): Patterns in Object-Oriented Analysis. Working Paper No. 451. Faculty of Business Administration and Economics. University of Hagen (Germany).

[10] Dominus, M. J. (2002): “Design Patterns” Aren’t; speech and paper. <http://perl.plover.com/yak/design/>

[11] Riehle, D.–Züllighoven, H. (1995): *A Pattern Language for Tool Construction and Integration Based on the Tool and Materials Metaphor*. Pattern Languages of Program In: Coplien, J O.–Schmidt, D. (Eds.): *Reading*. Massachusetts: Addison-Wesley. Pp. 9–42.

[12] Riehle, D.–Züllighoven, H. (1996): Understanding and Using Patterns. In: *Software Development*. Theory and Practice and Object Systems 2, 1.



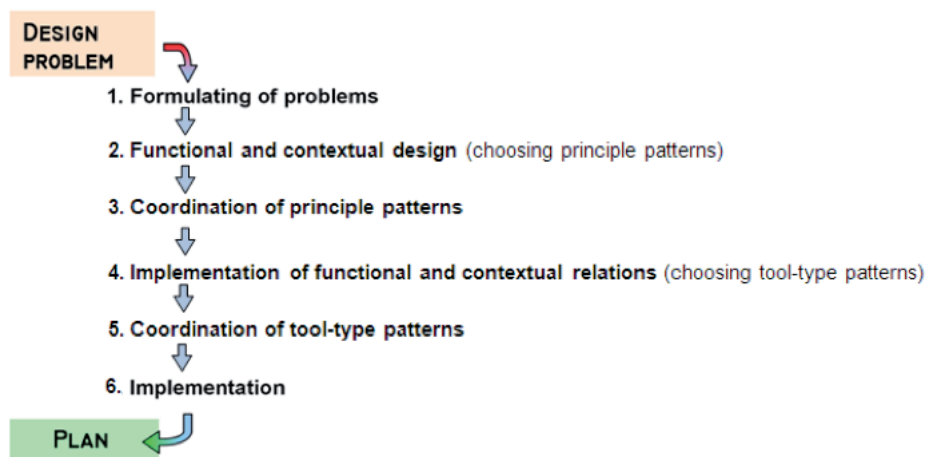
PATTERN-BASED DESIGN PROCESS REDEFINED

The basic contradiction in pattern based design approach was the lack of the concise design of functional and contextual relationships. This was due to the lack of definite tools in our formalized abstract pattern language. The distinctions of the pattern types greatly helps to solve this problem, because this way the design of functional and contextual relationships gets a clear and definite place in the design process.

This makes it necessary to redefine the pattern-based design process. The major steps of the redefined process are (Figure 3.):

1. Before any decision, arising problems and their relations should be formulated and examined.
2. The second step is to find the solution of the problems in form of the corresponding *principle-type* patterns.
3. This is followed by coordination of the *principle-type* patterns, completed by looking for further related patterns. The result is the functional and contextual relation network of the solution.
4. The *tool-type* patterns fitting into the functional and contextual relationship network are chosen next.
5. Then the coordination of *tool-type* patterns with each other and with the *principle-typed* patterns comes.
6. The last step is the implementation, the practical realization of the complete design. Consequently, all the collected and coordinated patterns are used simultaneously, and this is the preparation of the design itself.

Figure 3. The steps of the redefined design process.





Informatikai terek

This approach gives a very significant and greatly emphasized role to the functional design, keeping the advantages of the original one. Design patterns can still be used like well-fitting building bricks but the presence of the principle-type patterns gives the blueprint of how to fit this bricks together. And all the contradictions of the original approach are solved.

Conclusion

Our aim was to dissolve the experienced contradictions in the earlier defined pattern-based design process in road engineering. The investigation of the reasons showed that the patterns should fulfill two distinct roles: to define the functional and contextual relations and describe design elements.

This problem was solved by introducing two distinct pattern types, the principle-based patterns and the tool-type patterns. This distinction made possible to clarify and highlight the conceptual part of the design process. Based on these results we redefined the pattern-based design process, which is suitable and convenient for practical applications. Several fields of transportation design can take advantage of using this new approach of planning process.



ANDREJSZKI TAMÁS *-BARANYAI DÁVID ** -TÖRÖK ÁDÁM ***

Statisztikai előrebecslés és visszafejtés a közlekedésben közlekedésinformatikai eszközök segítségével

* BME, Közlekedésüzemi és
Közlekedésgazdasági Tanszék
E-mail: andrejszki@mail.
bme.hu

** BME, Közlekedésüzemi és
Közlekedésgazdasági Tanszék
E-mail: baranyai.david0218@
gmail.com

*** BME, Közlekedésüzemi és
Közlekedésgazdasági Tanszék
E-mail: atorok@kgazd.bme.hu

Összefoglalás: Az informatikai eszközök és a számítástudomány rohamos fejlődése napjainkra kiszélesítette a közlekedésmodellezés lehetőségeit. Ebben a dokumentumban a szerzők az ENSZ által kifejlesztett ForFITS-modell előrebecslését szeretnék bemutatni különös tekintettel a visszafejtéssel történő összehasonlítás hátrányaira.

Kulcsszavak: Közlekedés modellezés, előrebecslés, visszafejtés, közlekedési szektor, alkalmazkodás.

Abstract: Highly developed informatic tools and rapidly developing computer science are tightening the opportunities of transport modelling. In this paper authors aim to introduce the ForFITS forecasting model developed by UN-ECE and its disadvantages compared to backcasting methods.

Keywords: Transport modelling, forecasting, backcasting, transport sectors, adaptation.

Bevezetés

A jövőbeli tendenciák becslése és elemzése alapvető szerepet játszik a közlekedési stratégiák kialakításában. Ha képesek vagyunk megfelelő minőségű és komplexitású jövőbeli képet alkotni, akkor ezek alapján definiálhatóak a megfelelő intézkedések és bevezetésük optimális időpontja, hogy elkerüljük a nem kívánt eseményeket. Ezzel tudják a tudósok a döntéshozókat támogatni, ismerni kell a jövőt ahhoz, hogy tudjuk, milyen lépéseket kell tenni és mikor: azért, hogy elérjük céljait. Napjainkban kiemelt jelentőségű terület a közlekedési szektorban a környezetvédelem és a közlekedésbiztonság, cikkükben is kiemelten ezekre a területekre fókuszáltuk. Az alábbiakban



Informatikai terek

szerzők összegyűjtötték a determinisztikus közlekedés környezetterhelési előrebecslési modellek fejlődését. Ezen modellek esetében alapvetően a várható környezetterhelés a szállítási teljesítményből származtatott mennyiség. A 2000-es években az SRES-modell volt a legmeghatározóbb kibocsátás-előrejelző modell a közlekedési szektorban. Ebben a modellben 4 fő forgatókönyv-változat került kialakításra. a gazdasági, a társadalmi és a környezeti paraméterek változása alapján [1]. Később érzékenység-vizsgálatokkal rájöttek, hogy az előrebecslések során bizonyos bemenő paraméterek jobban befolyásolják az eredményeket [2]. Ezért a bemenő paraméterek pontosítása, hosszabb idősorok alkalmazása vált szükségessé, amit a kor számítógépes kapacitása és informatikai fejlettsége nem tett lehetővé. Miután a globális irányelvek körvonalazódni látszódtak, a nemzeti vagy regionális szintre történő szétbontásuk vált szükségessé. Az Európai Unió 2011-ben meghatározta, hogy 2050-ig melyik szektornak és melyik régióknak mekkora CO₂ kibocsátást kell elérnie, ezzel tovább finomítva az előrebecslést [3]. Közlekedésünkben napjainkban is domináns a belsőégésű hőerőgépek alkalmazása, ezért a közlekedési folyamatok során fosszilis tüzelőanyagot égetünk el, mellyel terheljük környezetünket. A közlekedési szektor felelős körülbelül az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának 13 %-ért, és 22 %-ban a teljes CO₂-kibocsátásból [4].

A 2011-ben az Európai Unió által kiadott Fehér Könyv négy környezetterhelést csökkentő közlekedéspolitikai lehetőséget vizsgált [5]. Ezek közül három forgatókönyv szerint az 1990. évi a CO₂-kibocsátási szinthez képest 60%-kal csökkentendő 2050-ig, és a legpesszimistább forgatókönyv szerint is egy kicsi csökkenés várható a 2010-es szinthez képest.

Triviális, hogy szoros összefüggés tapasztalható a közlekedés energiafogyasztása és károsanyag kibocsátása között. Van-e tanulmányok, amely egészen mikroszinten azt vizsgálják, a vezetési tényezők hogyan befolyásolják a közlekedéssel kapcsolatos energiafogyasztást [6].

[1] Nakićenović, N.–Swart, R. (2000): *Special Report on Emissions Scenarios: a Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge–New York: Cambridge University Press.

[2] Taylor, K. E.–Stouffer, R. J.–Meehl, G. A. (2012): An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 93(4) Pp. 485–498. DOI: 10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

[3] European Commission, (2011): *IMPACT ASSESSMENT – Accompanying Document to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050*.

[4] UNDA Seventh Tranche (2012): *CO₂ Emissions from Inland Transport: Statistics, Mitigation Policies, and Modelling Tools*.

[5] European Commission (2011): *IMPACT ASSESSMENT – Accompanying Document to the WHITE PAPER Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System*.

[6] Mraihi, R.–Abdallah, K.–Abid, M. (2013): “Road Transport-related Energy Consumption: Analysis of Driving Factors in Tunisia.” *Energy Policy*. 62/11. Pp. 247–253. DOI: 10.1016/j.enpol. 2013. 07. 07.



[7] UNECE (2013): ForFITS–User Manual.

[8] Tamás Andrejszki–Ádám Török–Éva Molnár (2014): The Long-Term Forecast Of Land Passenger Transport Related Co₂ Emission And Energy Use In Hungary. *International Journal For Traffic And Transport Engineering*. 4:(4). Pp. 386–396.

[9] Tamás Andrejszki–Miquel Gangonells–Éva Molnár–Ádám Török (2014): ForFITS: a new help in transport decision making for a sustainable future. *Periodica Polytechnica: Transportation Engineering*. 42:(2). Pp. 119–124.

2008-ban Az ENSZ Európai Gazdasági bizottsága is egységes közlekedési előrejelzést készítő programcsomag fejlesztésbe kezdett, mely gazdasági, társadalmi és közlekedési adatbázisok hosszú idősoraira épült.

A modell fejlesztésben nemzeti szakértők is csatlakoztak, a kifejlesztett modell 2012-ben nyilvánosságra került és szabad felhasználásúvá vált [7]. Első magyar modelleredmények 2014-ben kerültek publikálásra [8], [9].

A fentiekből jól látható, hogy a számítástudományok, az informatika és az adatbázisok kezelésének fejlődésével egyre komplexebb, nagyobb mintákat kezelő és egyre pontosabb előrebecsléseket készítő programcsomagok jöttek létre Európa-szerte.

Metodika

Az előrebecslések metodikai háttere általában a feltárt adatokra épülő matematikai statisztikus regresszió számítás.

Az informatika és számítástechnika segítségével mára már nem csak egyváltozós lineáris regresszió (1) és extrapoláció (2) (kiterjesztés, mely tulajdonképpen a múltbeli adatokon alapuló előrebecslés) lehetséges.

$$(1) \quad y_t = m \cdot t + b$$

$$(2) \quad y_{t+i} = m \cdot (t+i) + b$$

ahol:

y_t : a vizsgált paraméter idősora

t : a vizsgálati időszak

m : lineáris regressziós együttható, a rendelkezésre álló adatokból számítható

b : lineáris regressziós együttható, a rendelkezésre álló adatokból számítható

i : extrapolációs vagy predikciós időszak.

A robbanásszerű informatikai fejlődés lehetővé tette a többparaméteres már nem csak lineáris modellek építését is. Sőt a napjainkban zajló robbanásszerű informatikai fejlődés hatására az adatgyűjtés hihetetlen mértékben felgyorsult, de ezzel mégsem tud fejlődést tartani az adatelemzés és adatfeldolgozás.

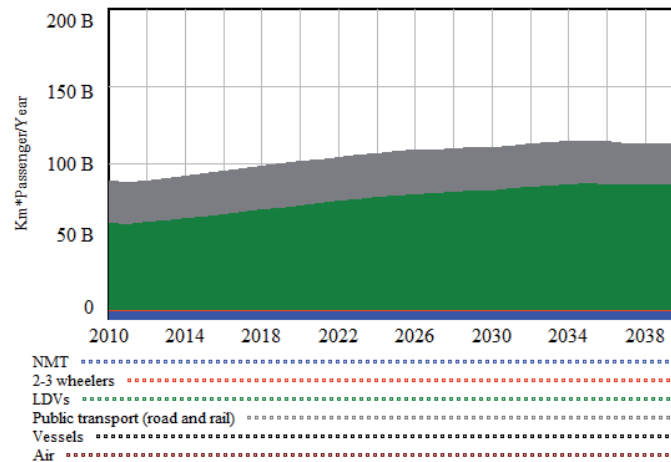


Informatikai terek

Elemzés

Manapság egyre több döntéshozó használ döntéstámogató informatikai eszközöket, melyek alapvetően az elmúlt (vizsgált) időszak adatai alapján működnek (1. ábra).

1. ábra. Személyszállítási teljesítmény complex előrebecslése (ukm) Magyarországon 2040-ig.



Sajnos az ilyen eszközök nem, vagy csak nehézkesen tudják feltérképezni a beavatkozások jövőbeni hatását, hiszen matematikai statisztikai egyenletekre épülnek. Ez rendben van, ha a megfigyelt jelenségek kívánatos pályán mozognak.

Komplex rendszereknél, mint a közúti közlekedés, a fejlődési pálya vizsgálata elengedhetetlen, de csupán múltbéli események extrapolációjával nem lehet a döntéshozók munkáját segíteni. Ilyenkor az előrejelzés olyan mintha a személygépjármű vezetője csak a visszapillantó tükör segítségével próbálná irányítani gépjárművét (2. ábra) remélve, hogy az előttünk álló út kikövetkeztethető pontosan a visszapillantó tükör képéből.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

Mint láttuk például a világgazdasági válság sem volt előrejelezhető, hatásai hosszú évekig befolyásolták a közlekedést és a közlekedés-fejlődés is egy másik pályára került át.

2. ábra. Előrebecslés szemléltetése.



Összefoglalás

Bár az információs technológia fejlődésével egyre nagyobb közlekedésinformatikai adatbázisok statisztikai elemzése válik pontosan és részletesen elérhetővé, a hagyományos előrejelzési modellek segítségével, fejlődési irányváltoztatás elemzése nem lehetséges.

Visszafejtés (backcasting) alatt a szerzők a döntéstámogatók által definiált közép- és hosszú távú szakpolitikai célokból származó, a jelenlegi helyzetig visszavezető fejlődési pálya megállapítását értik.

A fentiekből látható, hogy a múltbeli tendenciákon alapuló előrebecslések csak a visszafejtéssel együtt adhatnak hatékony eszközt a döntéshozók kezébe, hogy felfedjék az optimális fejlődési pályát, a deklarált célok elérése érdekében.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)
HAMZA ZSOLT *–TÖRÖK ÁRPÁD **

A közúti infrastruktúra biztonsági vizsgálatára alkalmas rendszer bemutatása

Összefoglalás: A biztonságos infrastruktúra-menedzsment feladatok egyre fontosabb szerepet kapnak a jövőben. A legújabb EU-irányelvek és a hazai jogszabályok meghatározzák a biztonságos infrastruktúra-menedzsment kereit, azonban a részletes módszertant a területen dolgozó szakembereknek kell kidolgozniuk.

Kulcsszavak: Közlekedésbiztonság, közúti biztonsági felülvizsgálat, biztonságos infrastruktúra-menedzsment.

Abstract: The safety management of road infrastructure is getting more and more important in the future. The latest EU directives and national regulations define the framework of the safe infrastructure management however the detailed methodology has to be worked out and implemented by the professionals working on the field.

Keywords: Transport safety, road safety, safety management, inspection.

Előzmények

Jelen cikk az „Informatika Korszerű Technikái 2014” című konferencián 2014-ben elhangzott „Biztonságos infrastruktúramenedzsment-támogató rendszer kialakítása” címmel megjelent összefoglaló tanulmány folytatásának tekinthető. A cikk célja a korábban bemutatott módszer gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata.

Az elmúlt évben a KTI Közlekedésbiztonsági Központban a szaktárca igényének megfelelően elvégezte a közlekedésbiztonsági szakterülethez kapcsolódó döntési folyamatok inputoldali megalapozó vizsgálatát, különös tekintettel az alapadatok:

* KTI Közlekedéstudományi
Intézet Nonprofit Kft
E-mail: hamza.zsolt@kti.hu

** BME, Közlekedésüzemi és
Közlekedésgazdasági Tanszék
E-mail: atorok@kgazd.bme.hu



- elérhetőségére,
- folyamatos rendelkezésre állására,
- illetve megbízhatóságára.

Fentiekben túl sor került a közlekedésbiztonsági döntési folyamatot támogató alapvető módszerek, vizsgálatok értékelésére.

Megvalósult a hazai közúti infrastruktúra forgalmi rendjének és közlekedésbiztonsági felülvizsgálatának támogatásához szükséges alapadatok definiálása, illetve térinformatika-rendszerbe történő szervezése. Világossá vált azonban, hogy a döntési folyamatokhoz elengedhetetlen megalapozó adatok meghatározó hányadát elő kell állítani, ezért szükséges a közúthálózat forgalmi rendjének felmérése.

Emellett elvégeztük a közúti forgalmi adatok nyilvántartásának vizsgálatát, amiből kiderült, hogy időszerré vált a nyilvántartási rendszer hosszú távú fejlesztési stratégiájának kidolgozása. Különös tekintettel arra, hogy a vezetői döntések eredményességét jelentős mértékben befolyásolják a gyakorlati megvalósíthatóság kérdései, illetve a forgalomszámlálások ütemezésének, a szükséges erőforrásoknak és a mérőrendszer műszaki követelményeinek összehangolása.

Az infrastruktúrát és a forgalmat jellemző paraméterek mellett a körütekintő döntési folyamathoz kiemelten fontosak még a megbízható, egységes módszertan szerint rögzített, kezelt és feldolgozott baleseti adatok. Az elvégzett vizsgálatból kiderült, hogy a közlekedésbiztonsági intézkedések, beruházások költség-haszon elemzéséhez szükség van a fajlagos baleseti adatok és költségek előállítására, értékeinek folyamatos frissítésére.

Rendszerfejlesztés és alkalmazás

A korábbi kutatások folytatásaként 2013 őszén elkezdődött, majd 2014 tavaszán befejeződött az országos másodrendű főúthálózat felmérése, ami lehetőséget biztosít a fentiekben összefoglalt szakmai szempontból stratégiainak számító feladatok folytatására. Ennek megfelelően a forgalmi rend, a baleseti adatok és a forgalomszámlálási adatok összekapcsolásával a rendszer alkalmas a vezetői döntések támogatására, illetve a forgalombiztonságot növelő kis költségvetésű beavatkozások előkészítésére.

Az újonnan kifejlesztett rendszer megfelelő szakmai mélységű támogatást biztosít az útkezelő számára az üzemeltetéshez kapcsolódó elemző, felülvizsgálati, ellenőrzési és nyilvántartási feladatok elvégzéséhez. A felülvizsgálati értékelés és eredmények megmutatják a Kezelőnek, hogy a felügyelete alatt lévő úthálózaton hol szükséges (javasolt) forgalmirend-módosítást végezni, illetve üzemeltetési/fenntartási jellegű intézkedést hozni.

Ezzel együtt a felmérés eredményeként előáll a másodrendű úthálózat aktuális forgalmi rendjét leképező adatbázis, mely alkalmas a hálózatra vonatkozó forgalmi renddel összefüggő összetett szűrési, cso-



portképzési feladatok megvalósítására. A forgalomtechnikai létesítmények állapotának szemléltetésével és a mennyiségi adatok összegzésével a rendszer alkalmas az üzemeltetési, fenntartási, felújítási tervek megalapozására. A rendszer lehetőséget biztosít továbbá a forgalmi rend képi megjelenítésével és térképes összekapcsolásával, valamint a forgalomszámlálási és baleseti adatok legyűjtésével a kezelői állásfoglalások, nyilatkozatok kiadásának, illetve a kezelői hozzájárulásra benyújtott dokumentumok bírálatainak támogatására.

Rendszerfelépítés

A biztonságos infrastruktúramenedzsment-támogató rendszer három elem-ből épül fel. Az úthálózati elemek felmérésért a mérőrendszer a felelős. A mérőrendszer használatával előállított adatok feldolgozását egy célszoftver segítségével célszerű elvégezni. Az adatok feldolgozása és rögzítése után következik az adatok értékelése, melyet egy erre a célra fejlesztett értékelő-elemző modul segítségével végezhetünk el. A következőkben bemutatjuk azokat az rendszerjellemzőket, melyeket a biztonságos infrastruktúramenedzsment-támogató rendszer funkcionalitásával szemben foglalmaztunk meg.

A mérőrendszerrel szemben alapvető elvárás [1], hogy alkalmas legyen a bejárás során rögzített képi állomány és a helyazonosításra alkalmas koordináták [2], [3] összehangolt rögzítésére. Így olyan állomány áll elő, mely lehetőséget biztosít a felmért út keresztmetszetenkénti értékelésére. Fentieken túl fontos, hogy a rögzített képi állomány megfelelő minőségű legyen így a képfelbontásra, a látószög, a kompatibilitási követelményekre vonatkozó rendszerkövetelményeket is célszerű megfogalmazni.

A feldolgozó, adatrögzítő rendszerrel kapcsolatban elsődleges elvárás, hogy alkalmas legyen a felmért képi állomány sorrendben történő megjelenítésére, lejátszására, valamint a rögzített helykoordináták alapján a vizsgált keresztmetszet térképi megjelenítésére [4]. Az adatok feldolgozása során a rögzítő személy végignézi a GPS-koordinátákhoz rendelt képi állományt, és minden kép esetében megvizsgálja és rögzíti az adott keresztmetszetet jellemző attribútumokat. A rögzítő személy szakmai kompetenciával kapcsolatban elvárta a forgalomtechnikai alapelvek és irányadó szabályok ismerete, a szoftverhasználatot ismertető specifikus képzésen való részvétel, valamint

[1] Wanty, D.–McLarin, M.–Davies, R.–Cenek, P. (1995): *Application of the Road Geometry Data Acquisition System*. 7th World Conference on Transport Research. Sydney. Australia. July.

[2] Varga J. (1982): Transforming coordinate systems to UNP system (Hungarian title: Átszámítás az Egységes Országos Vetületi rendszer (EOV) és a korábbi vetületi rendszereink között). *Geodézia és Kartográfia*. 1982/1. Pp. 30–34.

[3] Varga J. (2003): *Projecting coordinate systems*. (Vetülettan) Budapest: Műegyetemi Kiadó. Egyetemi jegyzet.

[4] Lyche, T.–Schumacker, L. L. (1973): On the convergence of cubic interpolating splines. *Spline Functions and Approximation Theory*. Birkhauser. Pp. 169–189.

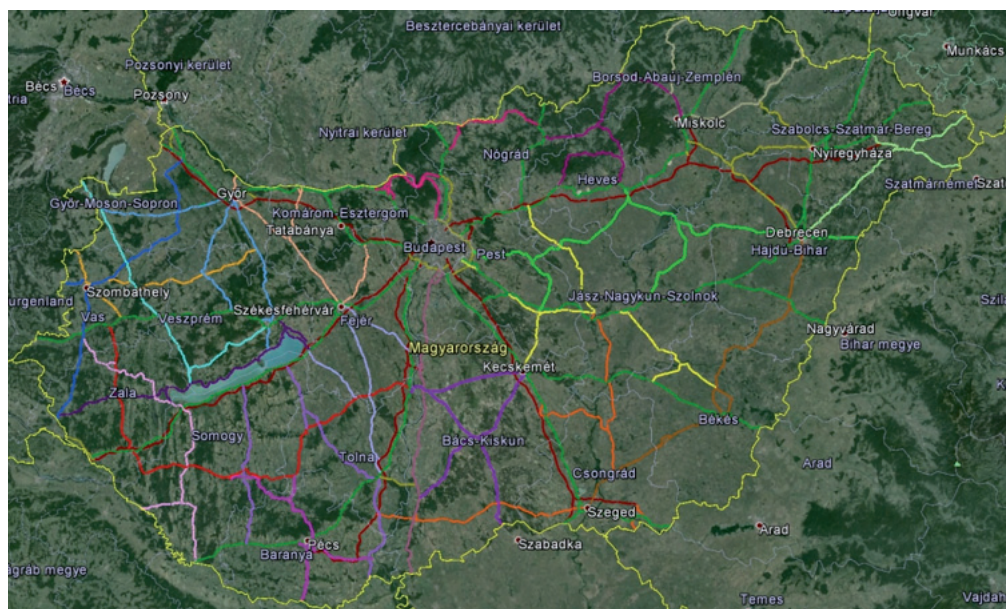


- a baleseti adatok szelvényenkénti megjelenítését,
- illetve az útdat-rendszerről való adatlekérés lehetőségét, különös tekintettel a forgalmi adatokra.

Mérési terv, eszközök

A mérés lebonyolításához mérési tervet készítettünk, melyben napi szintre lebontottuk a felméréndő útszakaszokat (II. r. főutak), azok hosszát (4500 km) és a bejáráshoz szükséges időráfordítást is. A tervet táblázatos formában állítottuk elő, de a jobb áttekinthetőség érdekében térképen is ábráztuk. A mérési napok tervezésénél, figyelembe kellett vennünk, ez évszak sajátosságait, és ennek megfelelően kellett felépíteni az egy nap alatt bejárható utak számát. (Körülbelül napi 8 óra mérési idővel számoltunk.) A méréssorozat végrehajtása után a felvételeket értékeltük, a nem megfelelő látási viszonyok között rögzített útszakaszokon és azon helyszíneken, ahol pl. útfelújítás miatt ideiglenes forgalmi rend volt életben ismét elvégeztük a forgalmirend-felvételeket.

2. ábra. A felmért II. r. főúthálózat elemei.





A méréshez erre a célra fejlesztett mérőműszert és az adatok feldolgozását lehetővé tevő szoftvert alkalmaztunk. A mérés lebonyolításához két mérőeszközt használtunk, az időjárási viszontagságok, és egyéb műszaki problémák miatt. Mind a két mérőműszer egy kamerából, és GPS-készülékből állt. Az egyik műszert a jármű tetején került elhelyezésre, míg a másikat az gépkocsi belsejében installáltuk (Raptor Zero).

3. ábra. Mérőkocsi, kívül elhelyezett kamerával.



4. ábra. A jármű belsejében elhelyezendő mérőegység.





Közlekedésbiztonsági vizsgálatok, elemzések

A felmérések kapcsán előállt képi- és objektum-adatbázis utólagos elemzésével lehetővé vált közlekedésbiztonsági vizsgálatok elvégzése, konfliktusos forgalmi szituációk feltárása, forgalomszabályozási módszerek egységességének az értékelése, illetve a hálózaton lévő forgalomtechnikai létesítmények üzemeltetői/fenntartói intézkedést igénylő állapotjavítás jelzése [6].

A rendszer adta vizsgálati lehetőségek részletes bemutatása a 81. sz. és 82. sz. főutakon történt kiemelten fókuszálva a meglévő sebességszabályozás értékelésének, a vasúti átjárók forgalmi rend kialakításának, illetve egyes konfliktust okozható forgalmi rendeknél a biztonságot növelő beavatkozásnak.

A probléma feltárása mellett minden helyszínen intézkedési javaslatot is tettünk a közlekedésbiztonság javítására a következő példák szerint.

Probléma: A gyalogosok veszély hangsúlyozása a sebességkorlátozás információt elnyomja, oszlop dőlt, tábla alacsonyra helyezve, széljelző rongált.



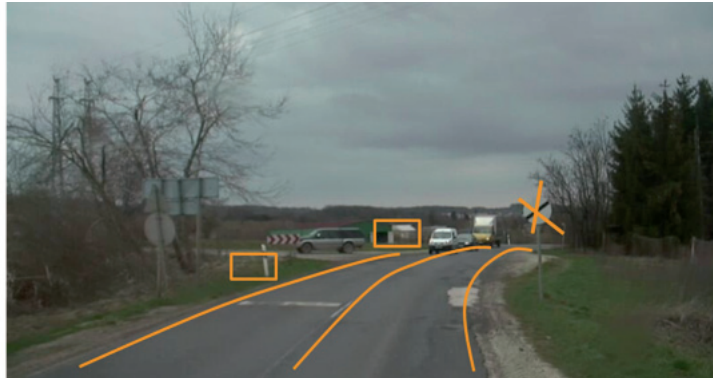
Javaslat: A két táblát normál méretcsoportban, egybeszerkesztve, azonos sárga háttérrel kell legyártani és szabványos magasságba, megfelelő rögzítései kihelyezni (Mindkét irány.). A rongált széljelzőt helyre kell állítani.

[6] Berta T.–Hamza Zs.–Legeza E. (2014): Közúti információ szerepe és megfelelőségi vizsgálata (1–2. rész) *Közlekedéstudományi Szemle*.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

Megjegyzés: Célszerű az előzési tilalmat (az előtte lévő vasúti átjáróval összhangban kezelve), a veszélyes útkanyarra is kiterjeszteni.



Javaslat: Úttestszéle-vonalak, záróvonal-létesítés. További iránytábla-létesítés a külső íven. Előzni tilos feloldó tábla megszüntetése.

Megjegyzés: Hosszan belátható, egyenes útszakasz, nem ösztönöz sebesség csökkentésre.



Javaslat: Településkapu építése.



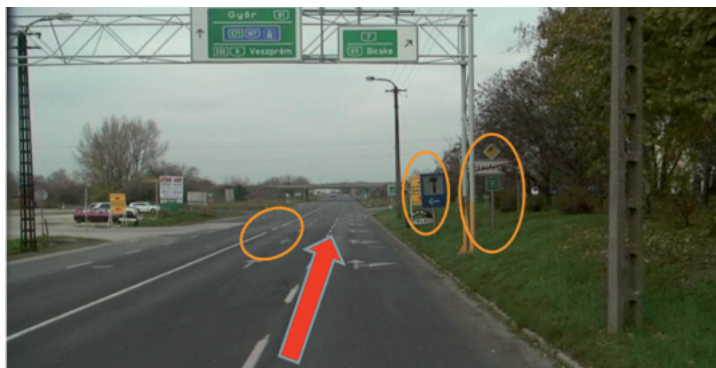
Informatikai terek

Probléma: Iránytáblák beleolvadnak a háttérbe, így nem hívják fel a figyelmet kellően a veszélyes ívre.



Javaslat: Az iránytáblákat fluoreszkáló háttérpajzsos kivitelre célszerű cserélni.

Probléma: Lakott terület vége. Főútvonal, útszámpajzs tábla a látómezőből kiesik, az észlelést a portál oszlopa is nehezíti. A szerviz megközelítést a tájékoztatás balra mutatja, de a besorolás rendje szerint itt nem lehet balra kanyarodni.



Javaslat: Tábla áthelyezése az úttest széle felé, szerviz megközelítésének egyértelmű szabályozása.



[7] Sipos, T.–Berta, T.–Török, Á. (2010): *Inspection of the road infrastructure information system*. (Hungarian title: Forgalmi rend felülvizsgálat a megalapozó módszertan szerint) Research study. Budapest: KTI – Institute for Transport Sciences.

[8] Holló P. (2000): *A közlekedésbiztonság és az infrastruktúra kapcsolatrendszer, a fejlesztés lehetőségei*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia. Pp. 89–113.

[9] Török, Á.–Berta, T. (2009): Layout effect of roadway on road vehicle speeds. *Pollack Periodica*.

[10] Fi István: *Utak és környezetük tervezése*. http://www.epito.bme.hu/uvt/oktatas/feltoltesek/BME-EOUV-SN1/utervezes_01_-bevezetes.pdf

[11] Baranyai, D. (2012): *Infrastructure safety survey on the road no. 82*. (Hungarian title: A 82-es számú főút közlekedésbiztonsági szempontú felmérése). Supervised Scientific Essays. Budapest: University of Technology and Economics.

A két útvonal egy-egy mintaszakaszán bemutattunk egy újszerű megközelítésű módszert, mellyel azt elemeztük, hogy a vezetési folyamat, azaz egy eseménylánc során a környezet, az út és egyéb jelzések, információk, hogyan befolyásolják a járművezetők viselkedését, a vezetési feladatok megoldását [7].

Miután folyamatban és információkban, illetőleg azokra adott reakciókban gondolkozunk, lehetőség nyílik az információk egymásra hatásának figyelembevételére is [8], [9].

A vizsgálat során az eseményláncban azonosítjuk a döntési pontokat, azaz azokat a „helyeket”, ahol az eseményláncot [10], illetőleg a járművezetési folyamatát meghatározó mértékben befolyásoló döntési szituáció van [11].

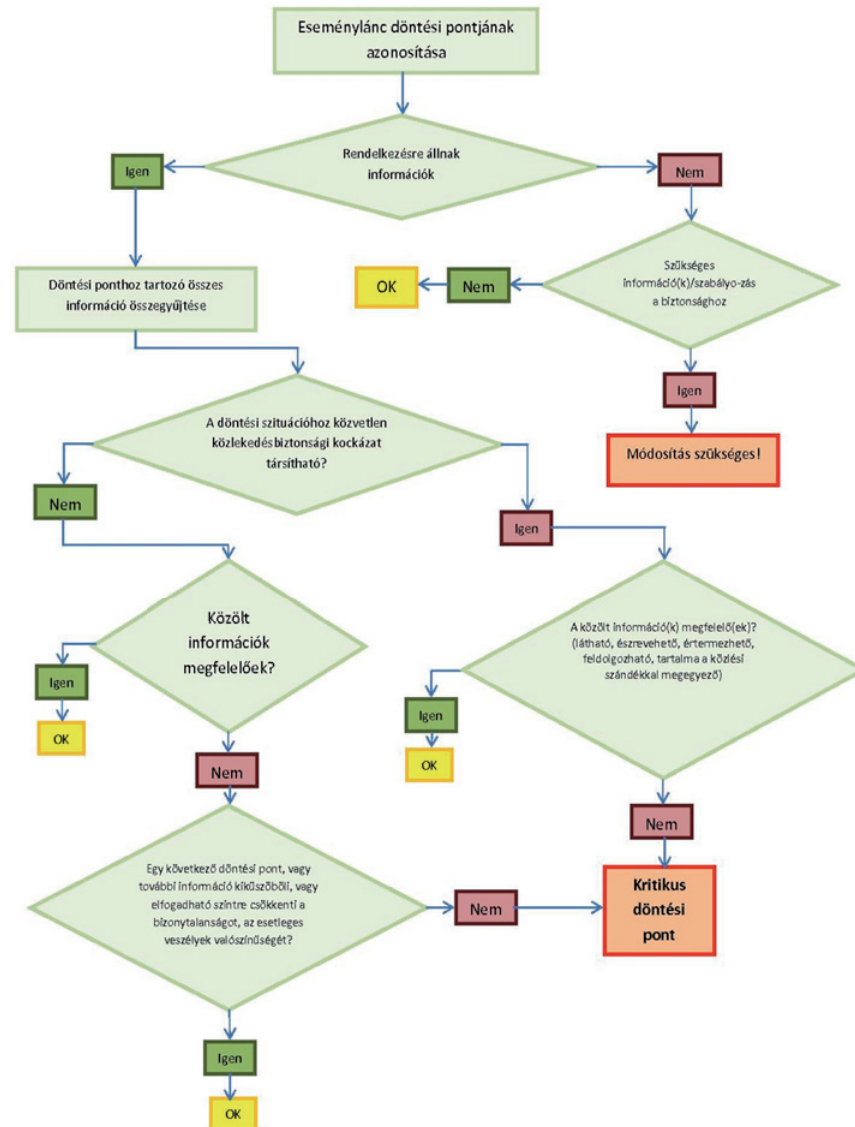
A folyamat logikai láncát az 5. ábra mutatja.

A döntési helyzetek feltárásánál értelmeztük, hogy a járművezetőnek milyen vezetési feladatot kell megoldania, illetve a forgalomtechnikai létesítmények, a rendelkezésre álló információk milyen cselekvést, magatartásformát kívánnak közvetíteni, elvégeztetni (elsőbbségi viszony, irányválasztás, előkészítés/orientáció, sebességválasztás, sémaváltás, tilalom), majd az alább felsorolt szempontok szerint értékeltük, hogy a forgalmi rendet megtestesítő jelzések a kívánt módon adnak-e információt a biztonságos közlekedéshez.

- Szükséges-e jelzés-elhelyezés, információ-közvetítés?
- A fellelhető jelzések, a kialakítás a szükséges információkat adják át?
- Az információ a megfelelő távolságban (helyen), kellő időben „érkezik”?
- Az információ észlelhető?
- A jelzés állapota eleget tesz a vonatkozó üzemeltetési/fenntartási követelményeknek?

A fenti szempontú értékelés alapján az adott forgalmi rend kialakítást minősítettük (megfelelő, elfogadható, kritikus), s szükség esetén intézkedési javaslatot tettünk a probléma feloldására. A következő táblázat egy értékelő lapra mutat példát (a döntési pont sorszámot GPS -koordináta, illetve km-szelvényszám azonosítja).

5. ábra





6. ábra. Döntési pont azonosítása – Értékelő lap.

DÖNTÉSI PONT AZONOSÍTÁSA - ÉRTÉKELŐ LAP												
Helyszín: 82.sz. út												
Időpont: 2013.11.22.												
Eseménylánc azonosítója: 82_1_Veszprém_Győr_20131122												
Vizsgált Irány: Veszprém-Győr												
Döntési pont azonosítása					Információ közvetítés megfelelőségének értékelése					rányítás minősítése	Intézkedés	
Döntési pont	Írányítási egység		Objektum		Hiányzik	Tartalom	Hely	Észlelhető	Állapot	Írányítási egység	Megjegyzés	Javaslat
Szsz.	Szsz.	Megnevezés	Szsz.	Megnevezés	(IGEN / NEM)							
1	1	Elsőbbségi viszony	1	Főútvonal jt.	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN	Megfelelő		
	2	Előkészítés/Orientáció	1	Záróvonal	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN	Megfelelő		
			2	Terelő vonal	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN			
2	1	Írányválasztás	1	Útbárgazító tábla	NEM	IGEN	IGEN	NEM	IGEN	Elfogadható	Látószögön kívül esik	Úttest széléhez közelebb helyezni
3	1	Előkészítés/Orientáció	1	Záróvonal	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN	Elfogadható	Optikai megvezetés fokozható	Úttest széle vonal felfestendő
			2	Úttest széle vonal	IGEN							
4	1	Sebesség választás	1	Vadvesztély tábla, 1km kieg.	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN	Megfelelő		
5	1	Előkészítés/Orientáció	1	Terelő vonal	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN	Megfelelő		
6	1	Tilalom	1	Megállni tilos jt.	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN	Megfelelő		
			2	Előzni tilos jt.	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN			
			3	Sebességkorlátozás, 60 km/h jt.	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN			
			4	Záróvonal	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	IGEN			

Összefoglalás

A biztonságos infrastruktúramenedzsment-támogató rendszer kialakítása kutatási feladatban rögzítettük a használt útfelmérési rendszer követelményeit (mérőkocsira, mérési rendszerre, felmérési folyamatra, személyzetre, minőségbiztosításra vonatkozó előírások), rögzítettük a kódolási folyamatra (és az abban szereplő adatokra) vonatkozó szabályokat és megadtuk a felmérés eredményeként keletkezett adatok (képek) tárolási útmutatóját. Fejlesztéseink eredményeként lehetővé vált az útburkolati jelek és egyéb speciális létesítmények/objektumok (jelzőlámpa, lakott terület határa, baleseti adatok), állapotjellemzők (felfestések, útburkolat, növényzet, közvilágítás) adatbázisba rögzítése, szervezése, szűrések egyéb manipulációk elvégzése.



Informatikai terek

A vizsgálat a II. rendű úthálózatra terjedt ki. A mérési tervünkben bemutattuk a felmérendő útvonalakat, a teljes felmérés ütemtervét, megadva a felmérés módszerét, a használt eszközöket és a mérés tapasztalatait.

A rendszer forgalmirend-felülvizsgálathoz, közlekedésbiztonsági elemzéshez kapcsolódó lehetőségeit (értékelés, elemzés, javaslat) a 81. sz. és 82. sz. főút részletes vizsgálatával is megmutattuk. Ezen mintaútvonalakon elemeztük az útvonalvezetés műszaki paramétereit, értékeltük a meglévő sebességszabályozás megfelelőségét, közlekedésbiztonságot növelő javaslatokat tettünk a forgalmi rend megváltoztatására és egy 20 km-es mintaszakaszon (egy általunk kifejlesztett módszer alkalmazásával) a közúti jelzések információ közvetítésének megfelelőségét is minősítettük.



FERDE ORSOLYA *-PAPP DÁVID **-KÖVÁRI ATTILA ***

Arduino vezérelt mozgásérzékelős galambriasztó fejlesztése

* Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: ferdeorsolya@gmail.com

** Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: dave911119@freemail.hu

*** Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: kovari@mail.duf.hu

Összefoglalás: A galambokkal biztosan mindenki találkozott már, szinte minden szárazföldi élőhelyen megtalálhatóak a trópusoktól egészen a hóhatárig a Himalájában. A galambokat sokan szokták etetni, egyes egyesületek galambtenyésztéssel is foglalkoznak és galambversenyeket is tartanak, amely versenyben a galamboknak haza kell repülniük. De a galambok számos kellemetlenséget és bosszúságot is okozhatnak elsősorban ürülékükkel, mely bepiszkít házfalakat, autókat, de bizonyos betegségeket is terjesztenek, ezért sokan nem kedvelik őket. A cikk azon informatikai vagy villamos beállított-ságúak számára mutat be egy a galambok elriasztására kifejlesztett mikrovezérlő alapú rendszert, akik számára a galambok elsősorban kellemetlenséget okoznak, és ezért szeretnék őket távol tartani. A projekt a not2b nevet kapta.
Kulcsszavak: Arduino, riasztó, mozgásérzékelő.

Abstract: I am sure that everybody has met with pigeons yet, they can be found nearly in every mainland habitats from the Tropics to the snow-line in the Himalayas. Pigeons are fed by people, several associations deal with breeding pigeons and hold pigeon races meaning that pigeons have to fly to home. But pigeons can cause different kinds of discomfort and unpleasantness mainly with droppings which make a mess of cars and walls of houses. On the other hand pigeons spread various kind of diseases that why lots of people don't like them. The article demonstrates a system based on a micro-controller specially improved for frightening away the pigeons. This article is made for informatics and electrical minded people whom the pigeons discommode and for that reason they want to keep them away. not2b was given for the name of the project.

Keywords: Arduino, alarm system, motion sensor.



Bevezető

A galambok, a madarak osztályának galambalakúak (Columbiformes) rendjébe tartozó család. A leggyakoribb a házigalamb (1. ábra.) és a szirti galamb. Alapvetően erdőben, részben sziklás vagy a szárazföldi területen élő madarak. E madarak a Föld szinte minden nagyobb településén megtalálhatóak, olykor több ezres nagyságrendben is. [1]

A galamb mint szimbólum elsősorban a békét szimbolizálja, és sokszor előfordul a Bibliában is, az Ószövetségben az olajágot a csőrében hozó madár, amelyik jelezte Noé számára az özönvíz végét, az Újszövetségben a keresztségben a Szentháromság harmadik összetevőjét, a Szentlelket testesíti meg. [2]

A galambok gyakran kellemetlenné válnak, mert a házak falait bepíszkítják ürülékükkel, kicsipegetik a kötőanyagot a háztetők kúpcserepei közül. Ennél azonban még kellemetlenebb, hogy bizonyos fertőző betegségeket terjesztenek, mint például az ornitózis vagy a papagájkórhoz hasonló betegség vagy épp a madárinfluenza. [3]

1. ábra. Házigalamb.



Az alábbiakban néhány galambriasztásra alkalmazott megoldás kerül ismertetésre [4]:

– *Galambriasztó tüske*

A galambok által okozott kellemetlenségek elleni védekezés egyik hatásos módja a galambriasztó tüskék.

[1] ifj. Lőrincz Ferenc (2014. szeptember 25): *Galamb (Pigeon, Tauben, Columbidae)* [Online]. Elérhető: <http://ferenc.lorincz.org/fenykepalbum/allatok-iii---vaden-elo-allatok/galamb--pigeon-tauben-columbidae/239>

[2] Pál József–Újvári Edit (2014. szeptember 25): *Jelképek, motívumok, témák az egyetemes és a magyar kultúrából* [Online]. Elérhető: http://www.balassikiado.hu/BB/netre/Net_szimbolum/szimbolumszotar.htm

[3] Talabár Zsolt (2014. szeptember 25): *Galambegészségügy* [Online]. Elérhető: <http://www.pigeonbooks.com/index.php?r=24&l=hu>

[4] Galambriasztók forrása: <http://www.galambmentesites.hu>



[4] Galambriasztók forrása:
<http://www.galambmentesites.hu>

Ezek az eszközök megakadályozzák a madarak leszállását, megtelepedését! Viszont, vannak galambok amik ezen is átrepülnek, mert nem akadály nekik. Előnye lehet hogy viszonylag olcsó, viszont nem túl szép látvány a tüskékkel teli ablak párkány, vagy erkélykorlát. (1000–2000 Ft)

– *Galambháló*

A galambhálók kifeszítve tökéletesen alkalmazhatók lichthofok, ablakok, erkélyek, homlokzatok elé, tagolt műemlék jellegű épületeken, szobrok, épületdíszek védelmére.

A madarak elkerülik a hálóval lefedett részeket, nem szeretik a háló instabil mozgását. A hálók lyukmérete lehetetlenné teszi a galambok hálón való átjutását. Az előbbi megoldásnál esztétikusabb és drágább is. Ráadásul a galambok ráülnek a hálóra, még akkor is ha billeg. (10 ezer Ft)

– *Galambriasztó műmadarak*

Olyan felületre alkalmazható ahová kialakítása, vagy nagysága miatt nem szerelhető más galambriasztó eszköz.

Különböző méretű művarjút, és műmadarakat (mü sólyom, mü bagoly) árulnak, melyek a galambok természetes ellenségei. Ez sem hatásos mindenhol, mert egy idő után megszokják a jelenlétét a galambok és ugyanúgy letelepednek, mintha ott sem lenne. Viszont nem olyan drága. (5000 Ft)

– *Galambriasztó szalagok*

A madárriasztó szalagok könnyedén bárhova rögzíthetők szaktudás nélkül. Mozgásukkal, és a fény tükröződésével tartják távol a madarakat. Ez a megoldás nem túl drága (800 Ft), a szél erejét használja, némileg hasonlít a mi megoldásunkra, de mivel állandóan fújja a szél ezt is előbb utóbb megszokják a galambok.

– *Ultrahangos galambriasztók*

Mindenféle madár ellen alkalmazható ultrahangot kibocsátó készülék, melybe mozgásérzékelő van beépítve, így csak akkor lép működésbe, ha szükséges. Ez a megoldás hasonlít legjobban a mi galambriasztónkra, de ez csak hangot ad, mozgással nem riasztja a galambokat. Hátránya hogy eléggé drága. (22 000 Ft körül)

– *Madárriasztó kertbe*

A széllal működő madárriasztó bárhol a szabadban forog a levegő mozgásának hatására, a fény tükröződése távol tartja a madarakat a házától, és a gyümölcsösétől. Drága (6000–12000 Ft).

– *Madárriasztó matrica*

Megakadályozza, hogy egy madár nekiütközzön az ablakának. Nem túl drága (2000 Ft) viszonyt takarja a kilátást. [4]



A következőkben az előzőkben felsorolt galambriasztóktól eltérő, de olcsó megoldás kerül ismertetésre.

Galambriasztó felépítése

A következőkben bemutatandó galambriasztó hang és megvilágított függő szalagok forgatásával képes elriasztani a galambokat mozgásukat érzékelve. A galambriasztó egyszerű felépítésének, olcsóságának köszönhetően az elektronika vagy mérés- és irányítástechnika tárgy oktatásban akár több hallgató közös munkájával, együttműködésével [5] kidolgozandó féléves projektfeladat is lehet. Mivel mozgó alkatrészei csak a galambok jelenlétére indulnak mozgásba, a galamb sosem tud nyugodtan az erkélyen, vagy az ablakpárkányon megmaradni, mert a riasztó működésbe lép, amint a galamb megmozdul. A riasztó anyagára 5000–6000 Ft körül van. A galambriasztó az alábbi főbb egységekből épül fel:

- vezérlőegység,
- galamb megjelenését érzékelő egység,
- szalagokat forgató egység,
- hang- és fényjelzést adó egység.

A galambriasztó bekapcsolása a galambok mozgásán alapszik. Ha vezérlőegységhez csatlakoztatott infravörös szenzor érzékelési tartományába belép a galamb, akkor annak mozgását érzékelve működésbe lép, bekapcsolja a függő szalagok forgatását, a hangkeltő egységet (Buzzer) és a LED-eket 10 másodperces időtartamra. A forgató egység megpörgeti a UV LED-ek segítségével megvilágított UV reagens festékkel borított szalagot, miközben a hangjelző hangot ad ki magából, megijesztve a galambokat.

A galambriasztó leírt működésének megvalósítására a következő, relatív olcsó eszközök kerültek kiválasztásra:

- vezérlőegység: Arduino Pro Mini (Atmega 328) 5 V,
- infravörös mozgásérzékelő szenzor: JTtron HC-SR501 Human Infrared Sensor – Blue,
- szalagokat forgató egység: 5 V-os forgatóegység (lehet ventilátor is), UV-reagens festékkel festett szalagok,
- hang- és fényjelzést adó egység: 2 db UV LED és 1 db Buzzer.

Az előzőkben leírt galambriasztó projekt a not2b nevet kapta.

[5] Molnár György (2012): Collaborative Technological Applications with Special Focus on ICT based, Networked and Mobile Solutions. WSEAS Trans. on Inf. Sci. and Appl. Vol. 9. Pp. 271–281.



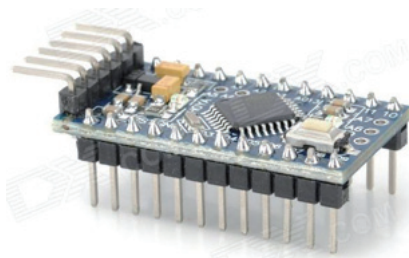
Galambriasztó vezérlőegységének kialakítása

Az alábbiakban röviden ismertetésre kerül a galambriasztó kialakításához felhasznált egységek paramétereit és illesztése.

VEZÉRLŐEGYSÉG

A galambriasztó kialakításához olyan vezérlőegység került kiválasztásra, mely olcsón beszerezhető, programozásához nincs szükség speciális programozó egységre és a fejlesztőkörnyezet ingyenes. Ezért esett a választás az Arduino Pro Mini (2. ábra.), Atmel alapú mikrovezérlőjét tartalmazó vezérlőegységre, mely USB kapcsolaton keresztül programozható egy USB/UART (univerzális aszinkron adóvevő) átalakító segítségével és az Arduino fejlesztőkörnyezet ingyenesen elérhető.

2. ábra. Arduino Pro Mini (klón változat).



A vezérlőegység 14 digitális, 8 analóg ki- és bemenettel rendelkezik, egyes kimenetek konfigurálhatók PWM (impulzusszélesség modulált) kimenetként is, rendelkezik soros kommunikációs egységgel is. A feladat egyszerűsége miatt csak a digitális ki- és bemenetek kerültek alkalmazásra.

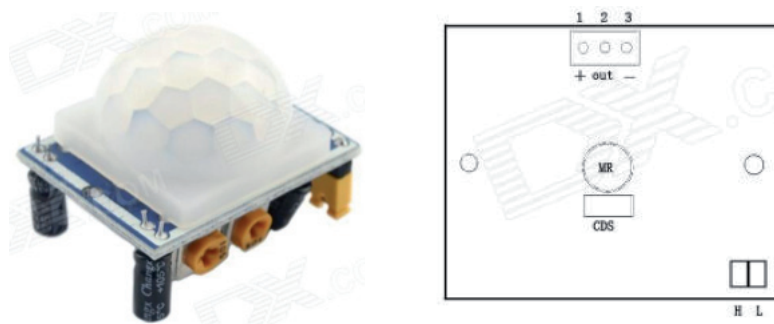
INFRAVÖRÖS MOZGÁSÉRZÉKELŐ SZENZOR

A galamb mozgásának érzékeléséhez JTtron HC-SR501 típusú (3. ábra.), 2–3 m hatótávolságú, olcsó infravörös mozgásérzékelő szenzor került kiválasztásra. Az érzékelő főbb paramétereit az 1. táblázat tartalmazza. Az érzékelő illesztése egyszerű, „+” és „-” kivezetésekre a tápfeszültség kapcsolódik, az „out” kimeneten digitális jelet szolgáltat, mely közvetlenül összeköthető a vezérlőegység egyik digitális bemenetével.



Informatikai terek

3. ábra. Mozgásérzékelő.



1. táblázat. JTtron HC-SR501 típusú infravörös mozgásérzékelő szenzor főbb paramétereit.

JTtron HC-SR501 paramétereit	
Tápfeszültség	DC 4.5-20V
Nyugalmi áramfelvétel	<50uA
Jelkimenet	magas 3.3 V /alacsony 0V
Késleltetés	5-200s (állítható)
Méret	32mm*24mm
Látószög	<100 °
Üzemi hőmérséklet	-15-+70 fok
Állapot	Az érzékelő szenzornak 3 állapota van.
Hatótávolság	2,5-3 méter

Az érzékelőnek háromféle üzemmódja van:

1. *Automatikus*: Ha valaki/valami belép az érzékelési tartományba, akkor a kimenet magas szintű, ha elhagyják ezt a tartományt, akkor a kimenet automatikus átáll magasról alacsony szintre.
2. *Triggerelt mód*: Ha valaki/valami belép az érzékelési tartományba, akkor a szenzor kimenete egy adott időtartamig magas, utána alacsony szintre vált.



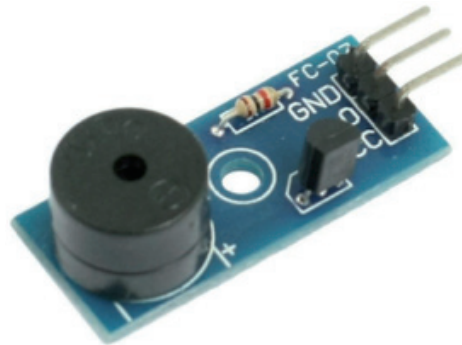
Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

3. *Adott ideig blokkolt* (alapbeállítás kb. 3–4 másodperc): minden egyes érzékelés után egy megadott idő elteltéig folyamatos mozgás esetén nem ad újabb és újabb jelet az érzékelő.

HANGJELZÉST ADÓ EGYSÉG

A hangjelzést egy olcsó, egyszerű felépítésű zümmer szolgáltatja. A „GND” és „VCC” a tápfeszültségre csatlakozik az I/O kivezetés pedig a vezérlőegység egyik digitális kimenetére.

9. ábra. Hangjelzést adó Buzzer.



SZALAGFORGATÓ EGYSÉG

A galambriasztást mozgással is kiegészítő szalagforgató egység megoldható egy egyenáramú motor vagy ventilátor segítségével, melynek kialakítását a 4–7. ábrák mutatják.

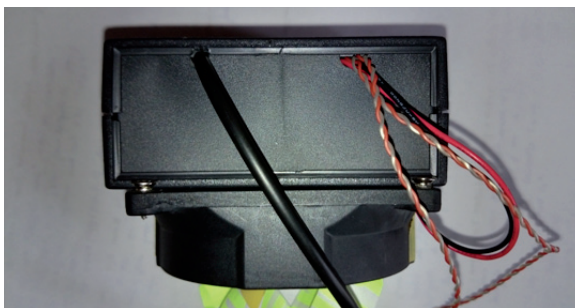


Informatikai terek

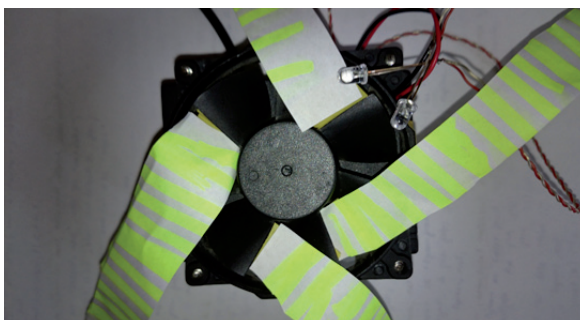
4. ábra. not2b v0.2 elől nézet (balra a mozgásérzékelő, jobbra a Buzzer).



5. ábra. not2b v0.2 hátul nézet (balra Arduino USB kábel, jobbra UV LED-ek és a forgatóegység vezetékei).

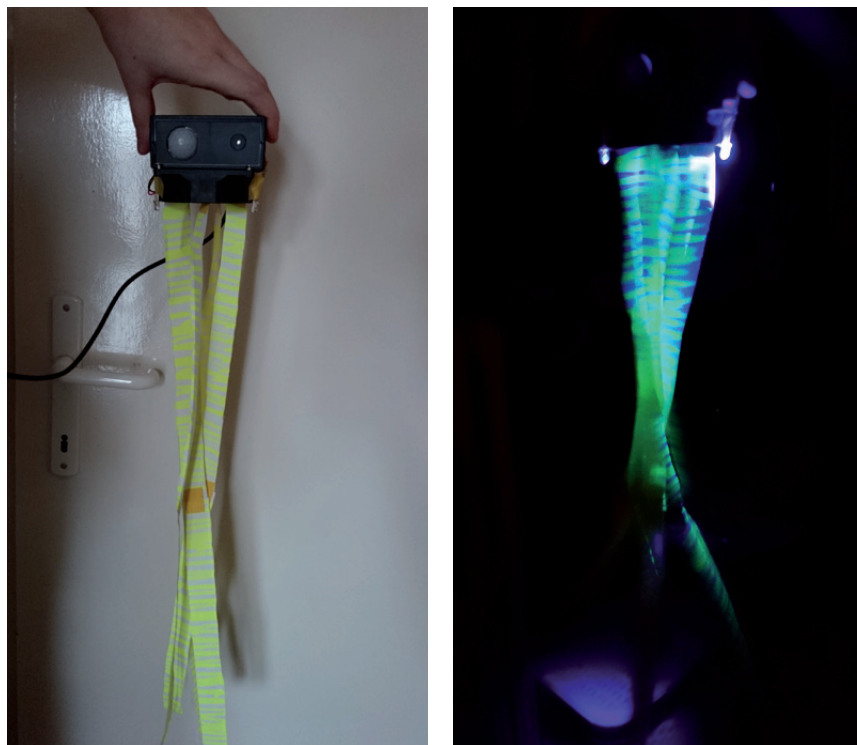


6. ábra. A forgatóegységre (ventillátor) rögzített szalagok.





7. ábra. Galambriasztó nappal és éjszaka, működés közben.



Galambriasztó megépítése

A galambriasztó felépítéséhez használt mikrovezérlő, mozgásérzékelő, az UV LED-ek, továbbá a hangjelzést adó egység egy kis műanyagdobozban került elhelyezésre. A mozgásérzékelő úgy került elhelyezésre, hogy a műanyag lencse rész a doboz kívül helyezkedjen el (4. ábra.). A doboz hátulsó részén kerültek kivezetésre az egyes vezetékek (USB, LED-ek, ventillátor). A doboz aljához került rögzítésre a ventillátor, ami a szalagokat mozgatja, a LED-ek pedig a úgy lettek felrögzítve, hogy a fényük közvetlenül a befestett szalagokra vetüljön.



Tesztelés, tapasztalatok

A tesztelési időszakban, a készülék egy társasház erkélyére került, ahol előtte a galambok előszeretettel töltötték nappalaikat és éjszeiket. Tápfeszültséget a lakásból kivezetve kapott egy 5 V / 1 A-es USB-s adapteren keresztül, hálózatról. A készülékház az erkély plafonjára függesztve kapott helyet, hogy a mozgás-érzékelő akadálytalanul észlelhesse a galambok jelenlétét 2–3 méteres körön belül, a ventilátor pedig a készülékház alján a szalagokkal együtt. A színes festéknek köszönhetően nappal is elég zavaró látványt nyújt a galambok számára, éjszaka pedig az UV LED-ek fénye miatt látszik igen jól. A galambok száma érezhetően ritkult a tesztelési időszakban. A választott szalagok sajnos elég könnyűek, ezért összeakadhatnak forgás közben, mely a jövőben egy kidolgozottabb ijesztő mozgást produkáló bábu segítségével kerül megvalósításra.

Összefoglalás

A cikk a galambriasztó berendezésünk megépítéséről, majd annak teszteléséről szól. A teszt sikeres volt, a riasztó sikeresen bevethető a galambok ellen, a galambok nem szokták meg jelenlétét. A kidolgozott rendszer felépítése egyszerű, könnyen megépíthető. A rendszer továbbfejleszthető lenne egy erősebb ventilátorral, így akár egy felfújható ember vagy madár formájú bábu is kerülhetne a papírszalagok helyére.



HADARICS KÁLMÁN *

Nyílt forráskódú szoftverek sebezhetőségeinek vizsgálata

* Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: hadarics@mail.duf.hu

Összefoglaló: Az utóbbi hónapokban több súlyos biztonsági hiba látott napvilágot különféle nyílt forráskódú szoftverekkel kapcsolatban. Ezek egy része gyakran használt alkalmazásokhoz, mások a nyílt forráskódú operációs rendszerek kerneléhez vagy parancsértelmezőjéhez köthetők. Napjainkban a Linux a legelterjedtebb a nyílt forráskódú operációs rendszerek között. Rengeteg helyen alkalmaznak valamilyen Linux, vagy ráépülő operációs rendszert (pl. Android). Éppen ezért e biztonsági hibák nagyon sok használatban lévő informatikai, infokommunikációs rendszert és eszközt érintenek. Manapság a biztonsági hibák aktív kihasználására iparág épült. Ezek révén lehetővé válhat illegális adatok eltulajdonítása, vagy más informatikai bűncselekmények elkövetése. Írásomban részletes elemzésre kerülnek a legsúlyosabbnak minősített biztonsági hibák. A legtöbb ilyen jellegű hiba valamilyen emberi figyelmetlenségre, nem kellően elvégzett adat vagy paraméter-ellenőrzésre vezethető vissza. Ezen túl azt is bemutatom, hogy milyen körülmények között és milyen módon lehet „visszaélni” az adott sebezhetőséggel. Bármely szoftver esetében létezhetnek biztonsági problémák. Minél elterjedtebb egy szoftver, ennek hatásai annál markánsabban jelentkezhetnek. Cikkemben összegzem azt is, hogy milyen védekezési lehetőségek vannak. A jövőben is előfordulhatnak hasonló vagy még súlyosabb biztonsági hibák. Ezek egy része megfelelő konfigurációs beállításokkal, speciális biztonsághoz kapcsolódó szoftver-komponensekkel csökkenthető.

Kulcsszavak: Sebezhetőség, biztonság, nyílt forráskód.

Abstract: In the last month more serious security bugs were discovered related to open-source software. One part of the vulnerabilities is related to frequently used applications, others belong to open-source operating system kernel or shell. These days Linux is the most widely used open-source



Informatikai terek

operating system. Linux and related operating systems (e.g. Android) are used in a lot of different ways. Therefore these vulnerabilities have impact to many IT and information and communication systems and devices. Security flaws are actively exploited. With the help of vulnerabilities, illegal data acquisition is possible or executing other IT crimes. In this publication I will analyze the most serious security bugs discovered in open-source software. The most of these bugs are based on human behavior, missed data or parameter checking. I also will introduce how to abuse with vulnerabilities. Most software may have vulnerabilities. As a software is widely used the effects of vulnerabilities became bigger and bigger. In this publication I also will summarize how to defend our IT infrastructure. In the future it is possible that new serious security bugs will be discovered. One part of these can be reduced by configuration or with the usage of security related applications.

Keywords: Vulnerability, security, open-source.

[1] Open-source definition, <http://opensource.org/osd>

Bevezetés

Az utóbbi években egyre szélesebb körben alkalmazunk nyílt forráskódú (open-source) operációs rendszereket, alkalmazásokat. Ezen szoftverek bizonyították, hogy stabilitásukban, használhatóságukban lényegében nem különböznek a kereskedelmi szoftverektől. Érdekes kérdés, hogy biztonsági szempontból ezekre a szoftverekre milyen megállapítás tehető?

Az okostelefonok, és vele együtt az Android operációs rendszer elterjedése markáns változást hozott a Linux operációs rendszer és a rajta futó, zömmel nyílt forráskódú, szoftverek kapcsán. Egyre több biztonsággal foglalkozó cég ismerte fel, hogy e szoftverek használata elért egy kritikus tömeget, és meglehetősen nagy felhasználói táborral rendelkeznek. Ennek következtében megnőtt az érdeklődés az operációs rendszer és a rajta futó szoftverek biztonsága iránt is.

A nyílt forráskódú szoftverek jellemzői

A nyílt forráskódú szoftverek (Open-source software, OSS) olyan számítógépes programok, amelyek használata bárki számára megengedett. Az Open-source definition [1] tartalmazza azokat a kritériumokat, amelyeket teljesülése esetén hívhatunk adott szoftvert nyílt forráskódúnak. Ezek közül a legfontosabbak:



[2] *E-közigazgatási Szabad Szoftver Kompetencia Központ tanulmányai*. <http://szabad-szoftver.kormany.hu/sajat-tanulmanyok/>

[3] *Top 500*. <http://www.top500.org/statistics/list/>

[4] *Android*. <http://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>

- szabadon használhatók, másolhatók, terjeszthetők,
- a program forráskódja szabadon tanulmányozható és módosítható,
- speciális megengedő ún. copyleft licenc vonatkozik rájuk.

A nyílt forráskódú szoftverek szerepe egyre növekszik napjaink informatikai rendszerei kialakítása során. Mind a kormányzati, mind pedig a vállalati szféra egy valódi alternatívának tekinti a zárt forráskódú programokkal szemben. A zárt forrású programok tipikusan licencdíj-köteles alkalmazások, ahol az alkalmazásokat használó személyek/szervezetek az adott szoftverek használatáért fizetnek. A zárt forrású szoftverek profitorientált cégek szellemi termékei, akik bevételeiket részben vagy egészben a licence és egyéb díjakból szerzik. Ezzel szemben a szabad szoftverek fejlesztése közösségi alapon történik. Bárki, aki kedvet érez és rendelkezik programozói ismeretekkel, bekapcsolódhat egy-egy szoftver fejlesztésébe, tesztelésébe.

A téma aktualitása

Az előző bekezdésben felsoroltak alapján a nyílt forráskódú szoftverek használata és jelentősége folyamatosan növekszik. Ez segíti, hogy mind a magyar kormány, mind pedig az EU részéről támogatás és igény mutatkozik a nyílt forráskódú szoftverek és szabványok használatára. [2]

Ezen túl bizonyos területeken kifejezetten releváns a nyílt forráskód használata. Ilyen például:

- szuperszámítógépek, ahol a legnagyobb teljesítményű ötszáz szuperszámítógép 97%-a valamilyen Linux-verziót használ, [3]
- az okostelefon operációs rendszerek esetében az Android közel 80%-os részesedéssel rendelkezik, [4]
- Web kiszolgálók és webes alkalmazás-fejlesztés, (Apache + PHP)
- Hálózati alkalmazások és hálózati eszközök (pl.: otthoni routerek, hálózati forgalom megfigyelésére alkalmas szoftverek (pl.: Wireshark))

A nyílt forráskódú szoftverek elterjedése túlhaladta azt a kritikus szintet, amely miatt érdemes ezek biztonsági hibáival foglalkozni.

A 2014-es évben több kritikus besorolású biztonsági hiba is napvilágot látott, amely nagyon sok nyílt forráskódú szoftvert, operációs rendszert érint. Ezek közül a legnagyobb publicitást kapta:



Informatikai terek

- Az ún. „Heartbleed” bug, amelyet 2014 áprilisában fedeztek fel az OpenSSL-ben
- Az ún. „Shellshock” bug, amelyet 2014 szeptemberében fedeztek fel az egyik leggyakrabban használt parancsértelmezőben a GNU bash-ben

A nyílt forráskódú szoftverek fejlesztési modellje nagyban különbözik a zárt forráskódú szoftverek modelljétől. Nincsen erős kontrol a szoftvertervezés és a -megvalósítás során. Sokszor a fejlesztők közti informális kommunikáció dönt adott szoftver kérdéssel kapcsolatos feladat megoldásáról. Eric S. Raymond szerint a nyílt forráskódú szoftverek esetében igaz az alábbi állítás: „Given enough eyeballs, all bugs are shallow.”

A valóság az, hogy különféle képességű programozók dolgoznak nyílt forráskódú projektekben. Ezen programozók képességeitől nagyban függ az előállított forráskódok minősége.

Azáltal, hogy az adott szoftverek forráskódja bárki számára elérhető, kétség kívül egy támadó számára könnyebbé tehető a potenciális biztonsági hibák, sérülékenységek keresése. Ezzel szemben azonban azt se felejtjük el, hogy a nyíltság bárki számára biztosíthatja azt a lehetőséget, hogy saját maga ellenőrizze/ellenőriztesse a forráskódok minőségét, mielőtt az adott alkalmazást bármilyen módon felhasználja. Manapság nagy szoftverelőállító cégek (pl.: IBM, Red Hat, Oracle) szakemberei vesznek részt a nyílt forráskódú szoftverek fejlesztésében és ellenőrzésében. Ez természetesen javítja az előállított forráskódok minőségét, de mindig előfordul olyan eset, amikor súlyos biztonsági hibák maradnak különböző szoftverekben.

Zárt forráskódú szoftverek esetében a biztonsági hibák ugyanúgy jelen vannak. A forráskód zártága nem jelenti szükségszerűen azt, hogy e kódok minősége jobb lenne. A sebezhetőségek felkutatása itt más módszereket igényel, hiszen közvetlenül a forráskódot nem lehet felhasználni.

Szoftver hibák, sebezhetőségek és javításuk

A szoftvereket bizonyos feladatok elvégzésére terveznek meg és készítik el. Előfordul azonban, hogy más módon történik meg a végrehajtásuk, mint azt a készítő tervezte, ezért bizonyos feltételek teljesülése esetében a szoftver egyáltalán nem, vagy csak korlátozott mértékben működőképes. Anderson szerint [5] szoros kapcsolatban van a szoftver hibák és a forráskód sorainak a száma között. A kettő közti arány 1:35.

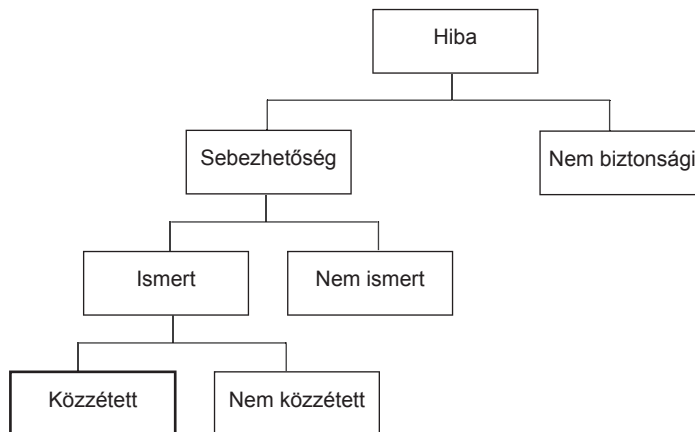
[5] Anderson, R. (2001): *Why information security is hard - An economic perspective*. In: Proceedings of the 17 th Computer Security Applications Conference.



[6] CVE
<https://cve.mitre.org>

A szoftverek hibái és sebezhetőségei az alábbiak szerint jellemezhetők:

1. ábra. Szoftverek hibáinak és sebezhetőségeinek osztályozása.



CVE (Common Vulnerability and Exposures) [6] az alábbiak szerint definiálja a sebezhetőség fogalmát:

„A sebezhetőség (vulnerability) egy olyan hiba adott szoftverben, amelyet közvetlenül kihasználhat egy támadó, és ezáltal hozzáféréshez jut adott rendszerhez vagy hálózathoz.”

A sebezhetőség egy állapot az informatikai rendszerben, ahol valamelyik teljesül az alábbiak közül:

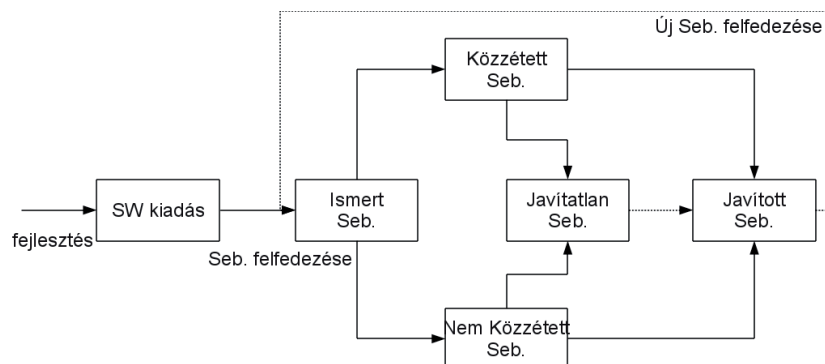
- A támadó képes parancsok végrehajtására másik felhasználó nevében.
- A támadó képes olyan adatokat elérni, ami ellentmond a hozzáférés szabályozásnak.
- A támadó kiadja magát más entitásnak.
- Lehetővé teszi, hogy a támadó szolgáltatás-megtagadást indítson.

A „kitettség” (exposure) egy állapot az informatikai rendszerben, ami nem egy sebezhetőség, hanem valamelyik teljesül az alábbiak közül:

- Futnak olyan szolgáltatások, amelyeket „információ begyűjtésére” lehet használni.
- Nem megfelelő biztonsági szabályok/beállítások alkalmazása.
- Támadási felületet adó szolgáltatások futtatása (pl.: HTTP, FTP, SMTP, ...).
- „Gyenge védelemmel” rendelkező alkalmazások futtatása (könnyen törhetők „brute force”-szal).

A sebezhetőségek felfedezéséhez és javításához tartozó folyamatmodellt láthatunk a 2. ábrán.

2. ábra. Sebezhetőségek életciklusa.



- Egy sebezhetőség/sérülékenység a szoftverfejlesztő „kódolási hibájából”, vagy a fejlesztőeszköz által, vagy egyéb speciális módon kerülhet bele egy kiadott szoftverbe.
- A sebezhetőségek felfedezése önkéntesek és informatikai biztonsággal foglalkozó szakemberek vizsgálatai révén kerülhetnek napvilágra. Az etikus (white hat) hackerek általában értesítik az érintett szoftver gyártóját a sebezhetőség létezéséről és körülményeiről. A „rossz fiúk” (black hat hackers) pedig egymás között terjesztik és megpróbálnak a sebezhetőségek révén támadásokat végrehajtani megbízók számára és ezzel pénzt keresni. Nekik nem érdekük, hogy a sebezhetőség „napfényre kerüljön”, és a védelmi szoftverek képesek legyenek az érzékelésére. Amennyiben egy sebezhetőség publikálásra kerül, azonosítót rendelnek hozzá, és belekerül egy bárki által hozzáférhető adatbázisba. pl.: CVE [6]
- Javítás (patching). A publikálást követően a szoftvergyártó elemi érdeke, hogy a sebezhetőség a lehető leggyorsabban javításra kerüljön.

Nyílt forráskódú szoftverek a CVE adatbázisában

A CVE adatbázis 1999 óta tartalmaz rekordokat az adatbázisában. A cikk írásakor több mint 75000 adatbázis-rekordot tartalmazott különböző operációs rendszerekre és szoftverekre vonatkozóan.

A vizsgálatom során az alábbi szoftverekkel foglalkoztam:

- GNU bash (Bourne-Again SHell) – népszerű nyílt forráskódú parancsértelmező,
- OpenSSL – az SSL és TLS protokollok nyílt forráskódú implementációja,
- OpenSSH – az SSH (Secure Shell) nyílt forráskódú implementációja,



- Apache – Nyílt forráskódú webkiszolgáló alkalmazás,
- MySQL – Nyílt forráskódú adatbázis-kiszolgáló alkalmazás,
- Linux – Nyílt forráskódú kernel és operációs rendszer.

Az 1. táblázatbeli értékek reguláris kifejezések alkalmazásával történő szűrések eredményeit mutatják.

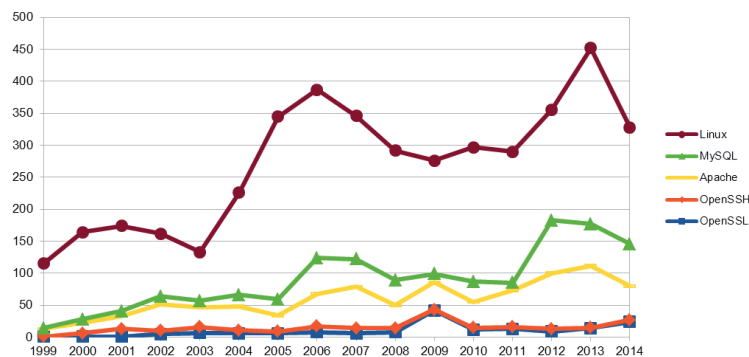
1. táblázat. Népszerű nyílt forráskódú szoftverek sebezhetőségeinek darabszáma.

Program	Sebezhetőségek darabszáma 1999 - 2014 nov.
GNU bash	7
OpenSSL	150
OpenSSH	76
Apache	711
MySQL	489
Linux	2891

A táblázat eredményeiből kitűnik, hogy a GNU bash esetében meglehetősen kis számú sebezhetőség látott napvilágot. Pedig köztudottan a bash jelenléte domináns a vizsgált intervallumban Linux és egyéb Unix-szerű operációs rendszerek körében.

Felettébb különös, hogy a 7 GNU bash biztonsági hiba közül 6 felfedezése 2014-ben történt.

3. ábra. Sebezhetőségek számának változása évenkénti bontásban.





A 3. ábrán látható, hogy többi vizsgált nyílt forráskódú szoftver sebezhetőségei emelkedő számot mutatnak az utóbbi években.

Véleményem szerint ez nem mutat extrém eltéréseket a korábbi években tapasztaltakhoz képest.

A tendencia azonban emelkedést mutat, ami lehet annak a következménye, hogy fokozódik a nyílt forráskódú szoftverek biztonságára fordított figyelem.

A „Heartbleed Bug”

A sebezhetőség a CVE-2014-0160-es azonosítót kapta. Az itt lévő leírása az alábbiakat tartalmazza: „The (1) TLS and (2) DTLS implementations in OpenSSL 1.0.1 before 1.0.1g do not properly handle Heartbeat Extension packets, which allows remote attackers to obtain sensitive information from process memory via crafted packets that trigger a buffer over-read, as demonstrated by reading private keys, related to d1_both.c and t1_lib.c, aka the Heartbleed bug.”

A TLS és DTLS protokollok lehetővé teszik, hogy két különböző számítógépen futó folyamat biztonságos csatornán keresztül tudjon kommunikálni egymással. A gyakorlatban elsősorban a biztonságos web és e-mail megvalósítások esetében használatosak.

A sebezhetőség révén a lehetséges érzékeny információkhoz való hozzáférés. Ezek az információk lehetnek felhasználónevek, jelszavak, egyéb hitelesítési adatok, e-mailek, vagy weben keresztül megjelenő vagy bevitt adatok.

Az RFC 6520-nak megfelelően [7], a heartbeat kiterjesztés egy új protokoll a TLS/DTLS-hez fejlesztve, amely lehetővé teszi a kapcsolatfenntartás (keep-alive) funkcióját anélkül, hogy újra kellene a két félnek egyeztetni és felépítenie a kapcsolatot.

[7] TLS – DTLS Heartbeat Extension - IETF RFC 6347
<http://tools.ietf.org/html/rfc6520>



```
tls1_process_heartbeat(SSL *s)
{
    unsigned char *p = &s->s3->rrec.data[0], *pl;
    unsigned short hbtype;
    unsigned int payload;
    unsigned int padding = 16; /* Use minimum padding */

    /* Read type and payload length first */
    hbtype = *p++;
    n2s(p, payload);
    pl = p;

    if (s->msg_callback)
        s->msg_callback(0, s->version, TLS1_RT_HEARTBEAT,
            &s->s3->rrec.data[0], s->s3->rrec.length,
            s, s->msg_callback_arg);

    if (hbtype == TLS1_HB_REQUEST)
    {
        unsigned char *buffer, *bp;
        int r;

        /* Allocate memory for the response, size is 1 bytes
         * message type, plus 2 bytes payload length, plus
         * payload, plus padding
         */
        buffer = OPENSSL_malloc(1 + 2 + payload + padding);
        bp = buffer;

        /* Enter response type, length and copy payload */
        *bp++ = TLS1_HB_RESPONSE;
        s2n(payload, bp);
        memcpy(bp, pl, payload);
        bp += payload;
        /* Random padding */
        RAND_pseudo_bytes(bp, padding);

        r = ssl3_write_bytes(s, TLS1_RT_HEARTBEAT, buffer, 3 + payload + padding);

        if (r >= 0 && s->msg_callback)
            s->msg_callback(1, s->version, TLS1_RT_HEARTBEAT,
                buffer, 3 + payload + padding,
                s, s->msg_callback_arg);

        OPENSSL_free(buffer);
    }
}
```

A heartbeat protokollt arra tervezték, hogy válaszként küldje vissza a kapott adatokat, amelyeket a kérdésben kapott. Itt az egyik paraméter, a hossz-paraméter (`s->s3->rrec.length`). A probléma hátterében egy elmulasztott ellenőrzés áll. Mivel a hossz-paraméter értéke nincs ellenőrizve, ezért egy nem megfelelő hossz-paraméterrel lehetséges más memóriatartalom kiolvasása is, aminek a révén a korábbiakban felsorolt adatok hozzáférhetővé válhatnak.



A bug megjelenése: 2012. március 14. OpenSSL 1.0.1-es verzióban.

Javításra került: 2014. április 7. OpenSSL 1.0.1g verzióban.

A legtöbb Linux disztribúció érintett benne. Különösen az alábbi népszerű alkalmazások: Apache, OpenSSH, VPN, SMTP(S) kiszolgálók.

[8] Shellshock
bug [https://
shellshocker.
net/](https://shellshocker.net/)

A „Shellshock Bug” (Bashdoor)

A 2014 szeptemberében a GNU bash szoftverben több biztonsági hiba került feltárára. Ezek a sebezhetőségek „Shellshock bug”-ként, vagy „Bashdoor”-ként kerültek be a köztudatba. [8] A sebezhetőségek az alábbi azonosítókat kapták:

- CVE-2014-6271,
- CVE-2014-6277,
- CVE-2014-6278,
- CVE-2014-7169.

Ezen sebezhetőségek leírása az alábbiakat tartalmazza: „GNU Bash through 4.3 processes trailing strings after function definitions in the values of environment variables, which allows remote attackers to execute arbitrary code via a crafted environment, as demonstrated by vectors involving the ForceCommand feature in OpenSSH sshd, the mod_cgi and mod_cgid modules in the Apache HTTP Server, scripts executed by unspecified DHCP clients, and other situations in which setting the environment occurs across a privilege boundary from Bash execution, aka „ShellShock.”

A bash-képes függvények értelmezésére és végrehajtására nagyon sok alkalmazás környezeti változókat használ, amelyeken keresztül lehetséges az alkalmazások működését befolyásolni. A sebezhetőségnek köszönhetően azonban speciális függvény-definíció hatására nem környezeti változók értékadása történik meg, hanem tetszőleges alkalmazás futtatása válik lehetővé.

A sebezhetőség tesztelésére használható az alábbi egyszerű parancs:

```
env x='() { :; }; echo vulnerable' bash -c "echo this is a test"
```




A parancs definiálja az `x` környezeti változó értékét, majd a `bash` segítségével végrehajt egy `echo` parancsot, amellyel a „this is a test” szöveg kerül kiírásra. Amennyiben olyan `bash`-verziót használunk, ahol ez még nem került javításra, akkor az `x` környezeti változó definiálásakor beillesztett `echo vulnerable` parancs is végrehajtásra kerül.

A parancs végrehajtásának eredménye sebezhető operációs rendszerben:

```
user@unpatched:~$ env x='()' { ::}; echo vulnerable' bash -c "echo this is a test"
vulnerable
this is a test
user@unpatched:~$
```

Amennyiben a sebezhetőség már javításra került, akkor ugyanazon parancs kimenetében már nem látszik a *vulnerable* szó:

```
user@patched:~$ env x='()' { ::}; echo vulnerable' bash -c "echo this is a test"
this is a test
user@patched:~$
```

A sebezhetőség felhasználásával a `bash` révén befolyásolható minden olyan alkalmazás, amely környezeti változók értékét veszi figyelembe a végrehajtás folyamán. Ezek közül a legnépszerűbbek:

- Apache és egyéb CGI-t (Common Gateway Interface) használó web kiszolgálók
- OpenSSH szerver,
- DHCP kliens alkalmazások,
- Qmail levelező szerver.

A sebezhetőségen túl további kettő (CVE-2014-7186, CVE-2014-7187) `bash`-sebezhetőség is napvilágot látott. Ezek mindegyike a puffertúlsordulásos hibák közé sorolható. A `bash` nem megfelelően ellenőrzi a használt memória határait, ezáltal kártékony kód (malicious code) beszúrására és futtatására alkalmas.

A detektálás és a védekezés lehetőségei

A korábbiakban bemutatott sérülékenységekkel kapcsolatban a legnagyobb gond, hogy a jelenlegi szoftver-sebezhetőségek keresésére használt eszközök nem képesek ezek detektálására. Ennél fogva csakis programozók/biztonsági teszttel foglalkozó személyek által ismerhetőek fel és vizsgálhatók.



Ez azt vonja maga után, hogy várhatóak a közeljövőben hasonló jellegű sebezhetőségek eseti jelleggel fognak megjelenni, amelyek előfordulása statisztikai módszerekkel nem becsülhető meg és jelezhető előre. [9]

A védekezés területén konkrét intézkedéseket nehéz megfogalmazni. Általánoságban azonban elmondható:

- Bármely alkalmazás/hálózati szolgáltatás esetében figyeljünk oda a használt környezeti változókra. Amennyiben adott változókra nincsen szükségünk, abban az esetben ne engedélyezzük ezek használatát. Ha ezek feltétlenül szükségesek a megfelelő működéshez, akkor pedig figyeljük ezek értékeit, és lehetőség szerint naplózzuk az ezekben bekövetkezett változásokat.
- Sokszor a biztonságosnak gondolt hálózati szolgáltatások révén kerülhet adott informatikai rendszer kompromittált állapotba. Ezen szolgáltatások iránt nagyobb az „üzemeltetői bizalom”, holott ezekre ugyanolyan figyelmet kell fordítani, mint a köztudottan kevésbé biztonságosnak ítélt szolgáltatások esetében.
- Az ismeretlen sebezhetőségek előzetes érzékelése nem lehetséges. Ami segítheti egy „éles rendszer” védelmét, hogy „honeypot”-szerűen futtatunk és megfigyelünk a saját rendszerünkhöz hasonlókat. Ha ezekben sikerül elkapni, azonosítani adott fenyegetést, támadási módszert, akkor esetleg még időben felkészülhetünk a saját „éles rendszerünk” védelmére.

Összegzés

A nyílt és zárt forráskódú rendszerekkel kapcsolatban megállapíthatjuk, hogy mindkettő esetében előfordulhatnak biztonsági hibák. [10] A nyílt forráskódú szoftverfejlesztési modellben az egyes sérülékenységek általában hamarabb publikálásra kerülnek. Az emberi tényező szerepe egyre fontosabbá válik a szoftverfejlesztésben. Fokozottan jelentkezik az igény az oktatás irányába, hogy ne csak „kódolni”, hanem „biztonságosan kódolni” kell a jövő programozóit megtanítani. Olyan súlyos és nagy hatású biztonsági hibák, mint amilyen a „Heartbleed” és a „Shellshock bug”, előfordulása eseti jelleggel a közeljövőben is várható. Ezen sebezhetőségek megjelenése rávilágított, hogy nyílt forráskódú alkalmazásokat is kellő körültekintéssel kell használni és üzemeltetni.

[9] Kupsch, J. A.–Miller, B. P. (2014. April 22): *Why Do Software Assurance Tools Have Problems Finding Bugs Like Heartbleed?* [PDF file]. Continuous Software Assurance Marketplace. Retrieved from <https://continuousassurance.org/swamp/SWAMP-Heartbleed.pdf>

[10] Schryen, G. (2011): *Is Open Source Security a Myth?* Communications of the ACM.



KATONA JÓZSEF *

A rövidtávú memória (RTM) és a figyelem szerepe az emberi tanulásban és emlékezésben

* Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: katonaj@mail.duf.hu

Összefoglalás: Az emberi agy emlékezőképessége, amely alapvető tényezőként játszik szerepet a tanulás sikerességében, három nagy kategóriába sorolható. Az első az emlékezet működési mechanizmusa alapján különböztet meg további három egységet, amelyek rendre a következők: kódolás, tárolás és előhívás. A második osztály a hangsúlyt a tárolási időtartamra helyezi, mint rövidtávú vagy hosszú távú emlékezet. A harmadik differenciálási módszer a tárolandó információk milyenségében alkot különböző csoportokat. A cikkben ismertetésre kerül, hogy maga a figyelem-mechanizmus, mint szabályozható mentális képesség, milyen ráhatással van a rövidtávú memória információ tartalmára. Bemutatásra kerül, hogy kizárólag a rövidtávú memória milyen ráhatással van a tanulási képességeinkre és az emlékező „tehetségünkre”. A publikáció kizárólag a rövidtávú memóriát vizsgálja pszichológiai és biológiai szempontból. Egyéb információs táruk, mint például a szenzoros regiszter vagy a hosszú távú memória később kerül tárgyalásra.

Kulcsszavak: Figyelem, tanulás, rövidtávú memória.

Abstract: The memory capacity of the human brain, which plays a role in essential factor of the success of learning, can be classified in three different categories. The first class, which is based on the operating mechanism of the memory, differentiates three further units, which respectively are: encoding, storage and retrieval. The second class puts the emphasis on the storage period, as short-term or long-term memory. The third method of differentiation is formed different groups by stored various information. The article will explain that the mechanism of the attention, which could be controlled as a mental ability, what kind of influence on the content of information that is in the short-term memory. There will be demonstrated that only the short-term memory what kind of influence on our learning and memory capabilities and



our memory “talents”. This publication examines only the sort-term memory in psychological and biological aspects. Other information repositories, such as the sensory register or long-term memory are going to be discussed later.
Keywords: Attention, learning, short-term memory.

Bevezető

Az emberiséget mindig is érdekelték azok a kérdések, amelyek középpontjában az emberi létezés, mint nehezen megfogható fogalom áll. A legtöbb szakember úgy véli, hogy a birtokunkban lévő eszmék és gondolatok, valamint amik vagyunk, minden esetben az emlékezetünkre vezethető vissza. Ezt egy olyan forrásnak tekintik, amely jelentősen hozzájárul a különböző eszmefuttatásokhoz, konvencionális percepcióinkhoz és mozgásainkhoz. Az emlékezés, mint mentális képesség, az élet ezernyi mozzanatát, történéseit integrálja maradéktalanul egészé; és ha az anyag vonzása nem tartaná egyben a testünket, alkotó atomjaira hullana, az emlékezet nélkül, mint egyesítő- és kötőerő, a tudatunk annyi szilánkra szóródna szét, ahány másodpercet megéltünk. [1]

Az emlékezet tudományos kutatásának tárgyalásában először meg kell értenünk, hogyan osztják fel az emlékezetet olyan kezelhető egységekre, mint a rövidtávú és a hosszú távú memória. [2] Az Atkinson és Shiffrin-féle többszöröstár-elméletben eltérő tulajdonságokkal rendelkező memóriatípusokat és visszacsatolási mechanizmusokat különböztetnek meg. A modellt részletesebben tárgyaltuk „A figyelem EEG-alapú vizsgálatának alkalmazási lehetőségei a tanulási folyamat várható eredményességének jelzésére” című publikációban, a *Dunakavics* folyóirat egy korábbi megjelent számában.

A rövidtávú memória (RTM) vagy más néven munkamémória az egyik alappillére az előzőekben említett modellnek. A rövidtávú memóriába érkező információk kódolási formája két féle lehet: akusztikus vagy vizuális. Fontos szerepet tölt be az információfeldolgozási feladatokban is, mint például a beszélgetés követésében, az olvasásban, a számolásban és a tanulási folyamatban is. [2, 3]

[1] Hering, E. (1920): Memory as a universal function of organized matter. In: Butler, S. (Ed.): *Unconscious Memory*. Pp. 63–86. London: Jonathan Cape.

[2] Atkinson, R. L.– Atkinson, C. R.– Smith, E. E.– Bem, D. J. (1999): *Pszichológia*. Budapest: Osiris.

[3] Atkinson, C. R.– Shiffrin, N. R. (1968): Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation* (2). Pp. 89–195.



[3] Atkinson, C. R.–Shifrin, N. R. (1968): Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation* (2). Pp. 89–195.

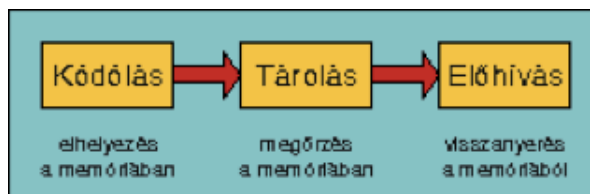
[4] Kamin, L. J. (1968): 'Attention-like' processes in classical conditioning. In: Jones, M. R. (Ed.): *Coral Gables*. Pp. 9–33. Miami: University of Miami Press.

Az olyan emberek száma, akik különböző tanulási zavarban szenvednek, az utóbbi években rohamosan megnőtt. A probléma forrása legtöbb esetben a gyenge emlékező képesség. A különböző memóriatípusok sérülése, illetve nem megfelelő működésük a tanulási nehézségre ható faktor.

Az emlékezet típusai és biológiai alapjai

Az emlékezet három csoportba sorolható. Az első ilyen csoport további három egységre bontja az emlékezetet, a kódolásra, a tárolásra és az előhívásra. A második felbontás az időtartamot veszi alapul, így megkülönböztet rövid, illetve hosszú időtartama szolgáló tárolókat. A harmadik csoportot az információk milyensége (például tények vagy készségek) alapján differenciálják. A jelenlegi kutatások azt támasztják alá, hogy ezekben a csoportokban felosztott emlékezetvariánsok (például a rövidtávú és hosszú távú memória), az emberi agy eltérő területeihez kapcsolhatók. [3, 4]

1. ábra. Az emlékezés három szakasza.

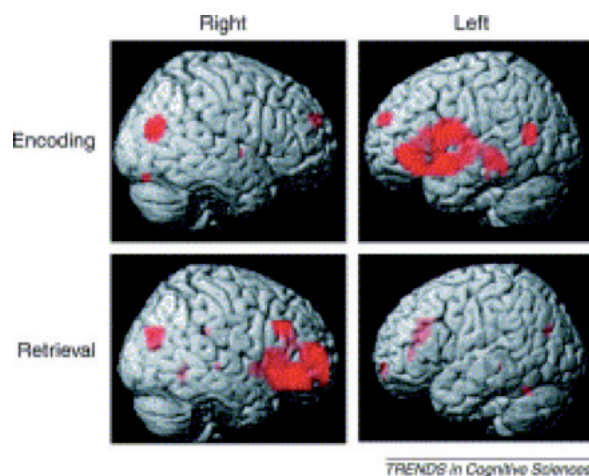


A legapróbb olyan gondolat, amely az emlékezetben is megmutatkozik három fázisra kvalifikálható. Először is az észlelt információt valamilyen módon el kell tárolnunk a memóriánkban; ez a kódolási fázis. A második részben, a tárolási fázisban meg kell őriznünk a kódolt információt, majd a harmadik szakaszban képesnek kell lennünk az eltárolt ismeretet visszanyerni a memóriából. [3, 4]

Nagyszámú kutatási vizsgálat jelzi azt, hogy az emlékezés eltérő fázisai az emberi agy differens szegmenseihez kapcsolódik. A legfigyelemfelkeltőbb adatokat azok a kutatások szolgáltatják, amelyek olyan, az agyat vizsgáló módszereket alkalmaznak, amelyek a kódolás és az előhívás fázisait neuroanatómiai szempontból próbálják megkülönböztetni. Az ilyen típusú vizsgálatok két fő részből tevődnek össze.

Az első szakaszban, amely a kódolás fázisát tanulmányozza, mint például, amikor egy tesztalany valamilyen nyelvi ismeretanyagot tanul, például tárgykörökből és azok rendkívüli példányaiból álló szóösszetételeket (autókormány-napellenző). A második szakaszban, amely az előhívás fázisát vizsgálja, a tesztalany meg kell próbálnia felidézni a tárgykörhöz tartozó elemet. Ameddig a vizsgálati személy a kért feladatokat végrehajtja, az agyi működést PET-tel rögzítik, további kutatás céljából. A legérdekesebb eredmény, hogy a kódolás folyamatában az emberi agy bal féltékéje nagyobb részben aktívabb, mint a jobboldali féltéke, amíg az előhívási szakasz alatt a jobb agyfélteke területei mutatnak nagyobb aktivitást. A kódolás és ez előhívás közötti különbségtételnek tehát világos biológiai alapja van. [5, 6]

2. ábra. A kódolás és előhívás folyamata az agyban.



[5] Shallice T.–Fletcher, P.–Frith, C. D.–Grasby, P.–Frackowiak, R. S. J.–Dolan, R. J. (1994): Brain regions associated with acquisition and retrieval of verbal episodic memory. *Nature*. 368. Pp. 633–653.

[6] Tulving, E.–Kapur, S.–Craik, F. I. M.–Moscovich, M.–Houle, S. (1994): Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: Positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Science USA*. 91. 2012–2015.

A rövidtávú memória biológiai és pszichológiai alapjai

Még azoknál az eseményeknél is, amikor az információt kizárólag néhány másodpercig szükséges elraktározunk, az emlékezet mind három fázisa közreműködik. Különböző állapotokban az emlékezet három fázisa nem egyenértékűen funkcionál. Megfigyelhető, hogy azokban a helyzetekben, amikor az ismeretet csak másodper-



[3] Atkinson, C. R.–Shifrin, N. R. (1968): Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation* (2). Pp. 89–195.

[7] Carey J. (2002): *Brain Facts: A Primer on the Brain and Nervous System*. Washington DC: Society for Neuroscience.

[8] Conrad, R. (1964): Acoustic confusions in immediate memory. *British Journal of Psychology*. 55. Pp. 75–84

[9] Posner, M. I.–Keele, S. W. (1967): Decay of visual information from a single letter. *Science*. 158. Pp. 137–139.

cekig tartó eltárolását igénylik, a rövidtávú memória kerül aktivitásra. Egy példával élve, abban az esetben, ha egy nevet azonnal azt követően idézünk fel, hogy találkoztunk valakivel, az előhívási mechanizmus erőfeszítés mentesnek hat, mivel a név nyoma még aktív fázisban van, még éppen a tudatunkban (rövidtávú memóriában) helyezkedik el. [3, 7]

A rövidtávú memória az emberi agy úgynevezett prefrontális kérgében (homloklebenyben) helyezkedik. Az idegrendszer alkotó idegsejtek sajátos tulajdonságai, hogy képesek létrehozni olyan rövid elektromos impulzusokat, amelyek segítségével a neuronok képesek megvalósítani az egymással való kommunikációt.

Az agy egyes régióiból érkező információk a prefrontális kéregben összegződnek és kapcsolódnak a már meglévő emlékenyomokhoz. [3, 7]

KÓDOLÁS

A külső inger kódolása során a figyelem kiemelt prioritású szerepet kap, hiszen, ahhoz, hogy az információt képesek legyünk a rövidtávú memóriában tárolni, oda kell figyelniük rá. Az emberiség tulajdonsága, hogy szelektíven figyel, így a rövidtávú memóriánk tartama a figyelem által már meghatározott, kizárólag azokat az elemeket fogja tartalmazni, amelyeket a figyelem már kiszelektált.

Ennek következménye, hogy a minket érő külső ingerek többsége el sem éri a rövidtávú memóriát, ebből következőleg az nem válik hozzáférhetővé a későbbi előhívási fázisban. Számos olyan problémát, melyet „emlékezeti problémának” diagnosztizálnak, tulajdonképpen a figyelem kihagyása. [3]

A rövidtávú memóriába érkező információk kódolási formája kétféle lehet: *akusztikus* vagy *vizuális*. Az akusztikusan érkező információknál a legnagyobb problémát a mássalhangzók felidézése jelenti, míg a vizuálisan érkező információk legnagyobb problémája a gyors elhalványulás. [8, 9]

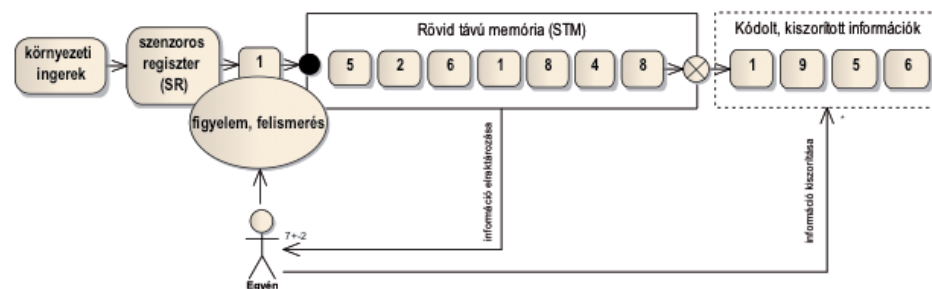
TÁROLÁS

A rövidtávú memória egyik jellemzője a kapacitás, amely meglehetősen korlátozott. Ez jellemzően hét tétel, esetleg kettővel több vagy kevesebb (7 ± 2). A kísérleti pszichológia ezt az állandót a kezdetektől fogva ismeri. A szakemberek ezeket az érté-

keket oly módon képesek meghatározni, hogy a vizsgálati személyek előtt független tételek (betűk, számjegyek vagy szavak) különböző sorozatát mutatják be, majd arra kéri őket, hogy megfelelő sorrendben idézzék fel a bemutatott ingereket. [3, 10] A kísérlet során elengedhetetlen annak betartása, hogy a vizsgálati személyek ne legyenek képesek a bemutatott ingereket a hosszú távú memóriájukban tárolt információkkal, adatokkal és ismeretekkel kapcsolatba hozni. A kívánt hatás elérésnek céljából a tételeknek gyorsan kell követniük egymást. Amennyiben a teszt sikeres volt, úgy információt kaphatunk a vizsgálati személy rövidtávú memóriakapacitásáról. [3, 10]

A 3. ábrán szemléltetésre kerül egy olyan egyén rövidtávú memóriájának működése, amelynek tárolókapacitása 7 egység. Az ábra azt is szemlélteti, hogy a figyelemnek milyen ráhatása van a szenzoros regiszterre, az érzékelt információra és magára a rövidtávú memóriára is.

3. ábra. A rövidtávú memória működési modellje.



Bizonyos esetekben az egység/tétel helyett a „tömbelnevezés” kifejezőbb lehet. A tömbösítésnek nevezett eljárást kell alkalmaznunk abban az esetben, ha szeretnénk „magnövelni” a rövidtávú memóriánk kapacitását. Ennek a módszernek a segítségével képesek vagyunk a rövidtávú memóriában megjegyzendő elemeket (items) a hosszú távú memóriában tárolt adatokkal összekapcsolni.

Ebben az esetben a hosszú távú memóriánkat az új ismeret, jelentéssel bíró egységekre történő dekódolására használhatjuk, majd ezeket az egységeket tároljuk a rövidtávú memóriában. Ezeket az egységeket tömböknek nevezik, amely segítségével egy vizsgálati személy rövidtávú memóriakapacitása a pontosabban, mint 7 ± 2 tömb fejezhető ki. [11, 12]

[10] Yu, B.–Zhang, W.–Jing O.–Peng, R.–Zhang, G.–Simon, H. A. (1985): STM capacity for Chinese and English language materials. *Memory and Cognition*. 13. Pp. 202–207.

[11] Millar, G. A. (1956): The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. 63. Pp. 81–97.

[12] Bower G. H. – Springston, F. (1970): Pauses as recoding points in letter series. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 8. Pp. 323–343.



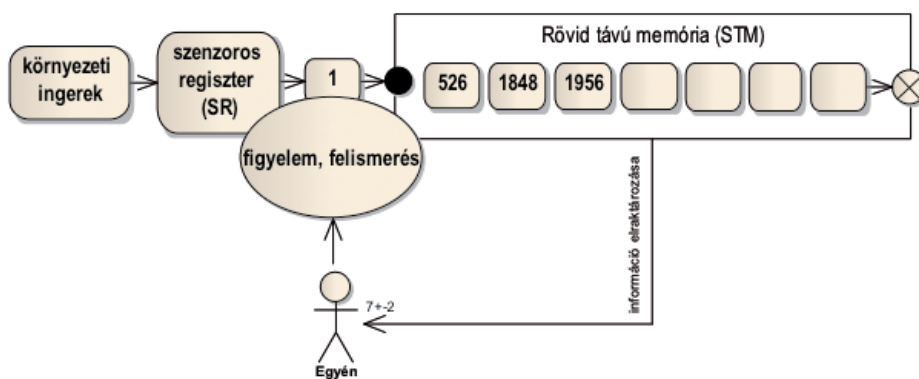
[11] Millar, G. A. (1956): The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. 63. Pp. 81–97.

[12] Bower G. H. – Springston, F. (1970): Pauses as recoding points in letter series. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 8. Pp. 323–343.

A 4. ábrán bemutatásra kerül a tömbösítési eljárás-modell. Jól látható, hogy a 3. ábrán szemléltetett 7 ± 2 rövidtávú memória tárolókorlátjának problémája, milyen egyszerűen megoldható. A figyelem és felismerés során a vizsgálati személy – felhasználva a hosszú távú memóriájában tárolt adatokat – képes azokat tömbösíteni. Az eljárás során az alany felismeri, hogy a kapott számsor egy évszám, ebből következőleg, már nem mint külön tételeket helyezi el a rövidtávú memóriájában, hanem mint jól ismert évszámokat. [11, 12]

A rövidtávú memória nem csak tárolókapacitásában korlátozott, hanem időtartományban is, amint azt a tár neve is mutatja. Az ide bekerülő információegységekbe konvertálódott, feldolgozatlan információk maximum 20 másodpercig idézhetőek fel. Tehát az információról 15–20 másodperc alatt eldől, hogy „kiürül” a memóriából, vagy továbbításra kerül az elme valamely tartósabb, biztonságosabb tárolójába. A rövidtávú memória további jellegzetessége, hogy a felejtésmechanizmus egyfajta helyettesítéssel vagy más néven kiszorítással történik. Amint új tömbök kerülnek bele, kiszorítják a közvetlenül azelőtt kódoltakat. [11, 12]

4. ábra. A tömbösítési eljárás egy modellje.



Az emberi agy képes arra, hogy bár rövid időtartamra, de eltároljon hét tételt, azonban ezeket a tételeket rendszerint el is feleli. A felejtési mechanizmus azért történhet meg, mert az eltárolt információk az idő előrehaladtával elhalványulnak, vagy azért,



Informatikai terek

mert azokat, új tételek kiszorítják. Az információ idővel történő elhalványulását úgy képzelhetjük el, mint egy lábnyomot a homokos tengerparton, ami másodpercek alatt eltűnik. Az ehhez kapcsolódó legjobb érv, hogy a rövidtávú memóriakapacitásunk kevesebb szót képes megőrizni, amikor a szavak kiejtése hosszabb időtartamig tart. A hatás valószínűleg annak következménye, hogy mialatt a szavakat magunkban kiejtve visszahalljuk, minél hosszabb időtartamig tart a kiejtése, annál várhatóbb, hogy a szavak bizonyos nyoma elhalványul még azelőtt, mielőtt visszaidézhetjük volna. [13]

A felejtési mechanizmus másik elsődleges magyarázata, hogy a régebbi tételeket az újak kiszorítják a helyükről. A kiszorítás, mint fogalom módfelett összeillik a merev kapacitású rövidtávú memória hipotézissel. Egyfajta aktivált konstellációnak felel meg a rövidtávú memóriában történő tartózkodás. Előfordulhat, hogy kizárólag hét tétel tárolható egyszerre olyan aktivációs konstellációban, amely elérhetővé teszi a felelevenítésüket. Abban az esetben, ha hét tétel aktív státuszban van, és egy új tételre figyelünk, ez már az előzetesen ismertett tételek aktivációjának egy részét foglalja el, így az előző tételek aktivációja a felelevenítéshez nélkülözhetetlen szint alá esik. [14]

[13] Baddley, A. D.–Thompson, N.–Buchanan, M. (1975): Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 14. Pp. 575–589.

[14] Anderson, J. R. (1983): *The Architecture of Cognition*. Cambridge: Harvard University Press.

[15] Sternberg, S. (1969): Memory-scanning: Mental process revealed by reaction-time experiments. *American Scientist*. 57. Pp. 421–457.

ELŐHÍVÁS

A felidézés sebessége annál lassabb, minél több tétel szerepel a rövidtávú memóriában. Az előbbi kijelentés bizonyítékaul Sternberg 1969-ban publikálta a kísérleti módszerének eredményét. A vizsgálati eljárás során a tesztalanyoknak egy számjegysorozatot mutatnak, amelyet úgy is neveznek, hogy emlékezeti lista. A teszt alanyoknak a listán szereplő elemeket ideiglenesen el kell tárolniuk a rövidtávú emlékezetükben. Természetesen a kísérleti folyamat mindegyike alatt az emlékezeti lista elemszáma nem több, mint 6 darab, így ezt a mennyiségű információt nem nehéz a rövidtávú memóriában tartani. A továbbiakban az emlékezeti listát eltávolítják a látótérből, majd egy próbaszámjegy bukkan elő. A tesztalanyoknak képesnek kell lenniük eldönteni, hogy a próba megtalálható volt-e az emlékezeti listában. [15]

A tesztalanyok esetenként hibáznak az ilyen típusú kísérlet végrehajtása során, ami azonban meglehetősen érdekesítő, az a vizsgálati személy döntéshozatali ideje, amely a próbainger felbukkanásától a visszacsatolásig eltelt



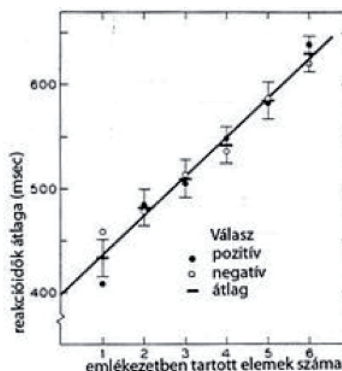
[15] Sternberg, S. (1969): Memory-scanning: Mental process revealed by reaction-time experiments. *American Scientist*. 57. Pp. 421–457.

[16] Sternberg, S. (1966): Highspeed scanning in human memory. *Science*. 57. Pp. 652–654.

[17] Monsell, S. (1979): Recency, immediate recognition memory, and reaction time. *Cognitive Psychology*. 10. Pp. 465–501.

idő. Az 5. ábrán meglehetősen jól leolvasható, hogy a döntési idő egyenes arányban növekszik az emlékezeti lista hosszával, illetve figyelemre méltó a döntési időnek egy egyenes mentén megjelenő eloszlása is. Levonva a konzekvenciát: minden keresési folyamat egy konstans időtartammal tovább tart a rövidtávú memóriában abban az esetben, ha a sorozathoz egy újabb tétel adódik. Ez a konstans érték körülbelül 40 ezred másodperc, ami túl rövid ahhoz, hogy a tesztalanyok észleljék, de a mérési eredmények arra engednek következtetni, hogy a döntési idő egyenes arányban van annak információmennyiségével, amelyet szükségszerűen át kell pásztázni a rövidtávú emlékezetben. [15]

5. ábra. Az előhívás, mint keresési folyamat.



Ráadásul megegyező eredmények akkor is jelen vannak, ha a tételek nem kizárólag számjegyekből, hanem attól eltérő elemekből például betűkből, szavakból, zenei hangokból vagy emberi arcokat ábrázoló képekből állnak. Minden esetben az emlékezeti lista egy új tétellel történő megnövelése rendszerint 40 ezred másodperccel növeli meg az előhíváshoz szükséges időmennyiséget. [15]

A pszichológusok különböző tesztcsoportokon végrehajtott kísérletek során olyanféle eredményeket kaptak, amelyek a fentieket támasztják alá. A kísérleteket elvégezték például skizofrén betegeken, marihuána befolyása alatt álló egyetemi hallgatókon, valamint írástudatlan kultúrákból származó embereken is.

A kapott eredmények bizonyos kutatókat arra a hipotézisre vezettek, hogy a rö-



Informatikai terek

vidtávú memóriából történő előhívás egy olyan keresést követel meg, amelyben a tételek egyenként alkotják a vizsgálat tárgyát. Az ilyen szeriális keresés valószínűleg tételenként 40 ezred másodperces sebességgel hajtódik végre, ami túl gyors ahhoz, hogy az emberek annak tudatában legyenek. [16]

Ezt az értelmezést úgy képzeljük el, mintha a rövidtávú memória egy tároló lenne, amelyben előre meghatározott mennyiségű rekesz van és egy adott dolog kikereséséhez az összes rekeszt végig kell néznünk adott sorrendben. Azok a kutatók, akik elsősorban a rövidtávú memóriát, mint aktivációs konstellációt kezelik, másképpen közelítik meg az eredményeket. Egy adott tétel felidézése a rövidtávú memóriából attól függ, hogy annak a tételnek az aktivációja eléri-e az a küszöbszintet, amely esetben az előhívás már megtörténhet. Tehát akkor hozzuk meg azt a döntést, hogy a próbainger a rövidtávú memóriában helyezkedik el, ha annak a reprezentációja e kritikus szint felett van, illetve minél több tétel van a memóriában, annál kevesebb aktiváció esik minden egyes tételre. [17]

Összefoglalás

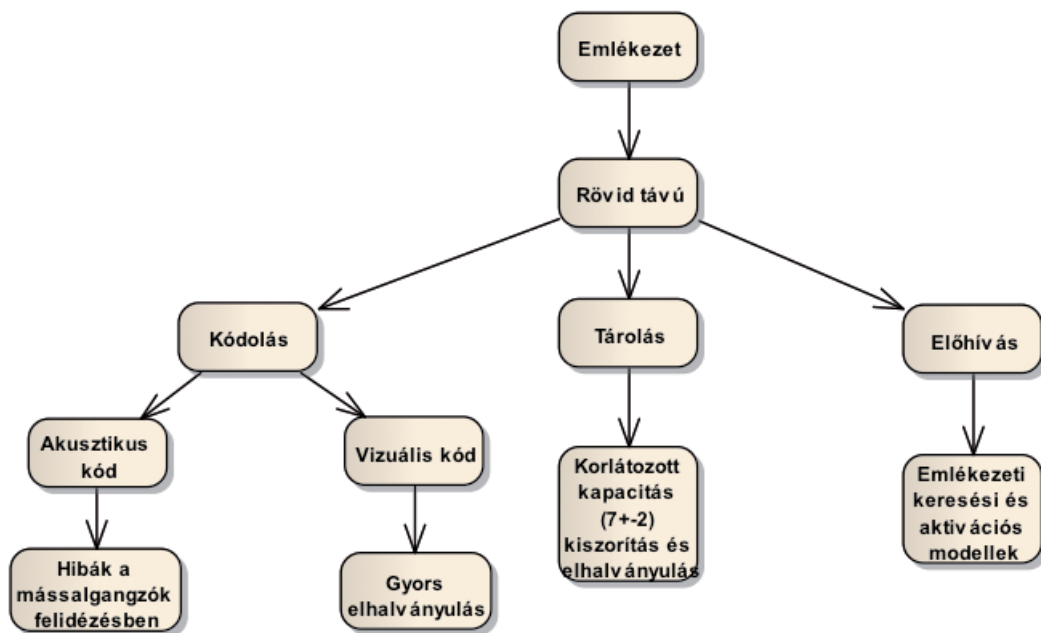
A cikkben ismertetésre került az emlékezet, mint az emberi tudat egészét meghatározó tényező, illetve az emlékezés működésének három meghatározó mechanizmusa. Bemutatásra kerültek a különböző emléktípusok és azok biológiai alapjai. Tárgyalásra kerültek a rövidtávú memória biológiai és pszichológiai alapjai, mint az emlékezet egyik fő pilléréként szolgáló tároló.

A biológiai és pszichológiai alapok ismertetése után a rövidtávú memória kódolási működése került bemutatásra, kitérve az akusztikus kódolás és a vizuális kódolás problémájára. A kódolást követően ismertetésre került a rövidtávú memóriatárolási-folyamat működése, annak tárlókapacitásbeli és időbeli korlátaival együtt, majd bemutatásra került a felejtés mechanizmusa, végül a rövidtávú memória előhívási rendszere került a tárgyalás középpontjába.

A 6. ábra szemlélteti legjobban a cikkben megismert fogalmakat, tulajdonságokat, rendszereket és mechanizmusokat, amely egyfajta összefoglaló térképként is tekinthető.



6. ábra. Az emlékezet és a rövidtávú memória működésének térképe.





Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)
UJBÁNYI TIBOR *

A Windows 10 újdonságai

Összefoglalás: Noha a Windows 8 összességében kisebb erőforrást igényelt, széleskörű támogatottsága, optimalizált szolgáltatásai és újdonságai sem voltak elegendőek ahhoz, hogy a felhasználók körében népszerűvé váljon. A Microsoft fejlesztői – a közelmúltban csak Windows 9-ként emlegetett – Windows 10-zel kívántak reagálni a felhasználók visszajelzéseire.

Kulcsszavak: Windows 10, Start menü, egységesítés.

Abstract: Although Windows 8 has lower hardware requirements, widespread support, optimized services and new features these features were not enough to become popular among the users. Developers of Microsoft wanted to respond to the feedback from users by Windows 10.

Keywords: Windows 10, Start Menu, One Product Family.

* Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: ujbanyit@mail.duf.hu

Bevezető

A Microsoft a Windows Vista 2006. évi megjelenése óta három éves ciklusonként dobja piacra kliensoldali, majd ezt követően szerveroldali operációs rendszereit. Jelen termékfejlesztési ciklus értelmében a következő Windows operációs rendszer megjelenése a 2015-ös évre datálódik.

A Windows Vistától kezdődően a vállalat egy új filozófiát követve fejleszti rendszereit, a korábbiaktól eltérő koncepciók alapján. A hosszúra nyúlt fejlesztési ciklusnak köszönhetően a rendszerrel szemben támasztott elvárások is magasak voltak, a számos újítással (pl.: WinFS fájlrendszer, új .NET keretrendszer) kecsegtető új rendszer csupán ígéret maradt.

A funkcionalitásbeli újítások egy része nem valósult meg, ráadásul a Vista piacra dobásának időzítése sem volt tökéletes, hiszen a hardverpiac is jelentős



átalakulásokon ment keresztül. A félkész build-ek kiszivárogtatása, a hardvergyártók rugalmatlansága egy – a legtöbb számítógép konfiguráción – kiforrotlan operációs rendszerhez vezetett.

A Microsoft a Windows 7-tel próbálta kiküszöbölni a csorbát oly módon, hogy nyitottabb volt a felhasználók visszajelzéseire. Ennek érdekében nyilvános tesztverziókat tett elérhetővé (előbb Pulic Beta, majd RC kiadások képében) a készülő operációs rendszerből, ezzel bevonva a fejlesztésbe a végfelhasználókat is. Az eredmény egy jól használható, mára kiforrott rendszer lett, népszerűségi mutatóit csak a Windows XP múlta felül. 2012-re a vállalat egy teljesen új koncepcióval állt elő: a mobileszközök térhódításának köszönhetően a Windows-rendszert mobileszközökön is használhatóvá kívánták tenni. Eme törekvés a rendszerben egy új felhasználói felület képében mutatkozott meg.

A kezdetben Metro UI-ra keresztelt interfész felemás fogadtatásban részesült. Noha a Windows 8 összességében kisebb erőforrást igényelt, széleskörű támogatottsága, optimalizált szolgáltatásai és újdonságai sem voltak elegendőek ahhoz, hogy a felhasználók körében népszerűvé váljon. A Microsoft fejlesztői – a közelmúltban csak Windows 9-ként emlegetett – Windows 10-zel kívántak reagálni a felhasználók visszajelzéseire. A rendszer első nyilvánosan kipróbálható előzetese 2014. október 1-jén Windows Technical Preview néven látott napvilágot.

Miért Windows 10?

Amint látszik, a Microsoft az eddigi elnevezési sémától eltérő névvel illetve legújabb operációs rendszerét. A Windows Vista után ugyanis a terméknévre növekményes mintát alkalmazva előbb Windows 7, Windows 8, majd Windows 8.1 néven láttak napvilágot a soron következő rendszerek.

Habár utóbbi kiadásnál érdemes megjegyezni, hogy a tizedes pont utáni rész az első komolyabb frissítésre utal, amivel gyakorlatilag száműzték a korábban alkalmazott – jelen esetben – Service Pack 1, vagy ismertebb nevén „SP1” elnevezést (egyelőre csak az operációs rendszerek esetén, hiszen az Office programcsomagok komplex javítócsomagjai továbbra is Service Pack, illetve a hozzájuk tartozó sorszám nevével jelennek meg). Tehát a Windows 8.1 esetén nem egy alapjaiban új operációs rendszerről van szó, csupán a Windows 8 egy „ráncfelvarrt” változatáról, ha úgy tetszik a Windows 8.1 feleltethető meg a Windows 8 SP1-nek.

A konkurens oldalon az Apple az OSX esetében évek óta alkalmazza a „tizedesponstos” sémát.

Korábban voltak információmorzsák egy – szintén ősszel megjelenő – 8.2-es variánsról is (amelyben az egyik legfőbb fejlesztés a visszatérő Start menü lett volna), de egyelőre ez a kiadás még várat magára (a Windows Technical Preview megjelenésének fényében valószínűleg nem kerül rá sor).

Időközben a Windows 8.1 felhasználók „csak” egy 2014 tavaszán megjelent Update 1 frissítés csomaggal lettek gazdagabbak. De visszakanyarodva az eredeti gondolatmenethez: Miért is lett Windows 10



a Windows 10? Miért nem a soron következő sorszámot kapta a sokak által csak Windows 9-ként emlegetett operációs rendszer? A válasz több részletben bújik meg. A hivatalos indoklásban Terry Myerson a Microsoft Operating System Group vezetője a következőket mondta: „We're not building an incremental product.” A körülmények olvasatában ez annyit jelenthet (elvonatkoztatva most az inkrementális szoftverfejlesztéstől), hogy nem inkrementális terméket dobnak piacra, vagyis nem kell kisebb, inkrementális lépésekben haladniuk a terméknevezést illetően.

Másrészről pusztán marketing: egy új terméknév alatt könnyebb elhitetni a felhasználóval az egységesítésre való törekvést (erről részletesen kicsit később). Ha ezt az oldalt vizsgáljuk, akkor felfedezhetünk bújtatott pszichológiai hatásokat, hiszen már az elnevezéssel is próbálják azt sugallni a felhasználók számára, hogy az utód egy teljesen új, az elődtől nagymértékben eltérő (illetve elszakadni próbáló) operációs rendszer lesz. Érdekes, hogy az elnevezéssel kapcsolatban egyébként több pletyka is napvilágot látott.

Az egyik ilyen, hogy kompatibilitási okok miatt érdemes volt „tisztá lappal” kezdeni, mivel annó a még DOS alapokon nyugvó Windows 9x termékvonallal (Windows 95/98/ME) mellett az új operációs rendszer neve ugyanúgy 9-es számmal kezdődött volna, ami egyes programoknál kompatibilitás ellenőrzésnél okozhatott volna gondokat.

Az elnevezések kapcsán érdemes rávilágítani a számozás és az operációsrendszer-verzió (ún. Release Number) közötti összefüggésekre.

A legújabb információk alapján a Windows 10 esetében ugyanis változik a főverzió száma, ami az eddigi kiadásokra nem volt jellemző. A Windows Vistától kezdődően a Microsoft operációs rendszerei NT 6-os Release Number-rel indultak. Az 1. táblázat szemlélteti a verziószámok alakulását:

1. táblázat. A verziószámok alakulása.

Operációs rendszer	
Neve	Verziószáma
Windows Vista	NT 6.0
Windows 7	NT 6.1
Windows 8	NT 6.2
Windows 8.1	NT 6.3
Windows 10	NT 10.0

Eredetileg a Windows 10 6.4-es főverziójának indult (ami az első frissítésként megjelent 9860-as, majd az azt követő 9879-es buildben is látható volt), később azonban módosult az elképzelés és a 9888-as buildtől kezdve a 6-os főverziót a 10-es váltotta fel.



[1] James Niccolai: *12 things to know about Windows 10*. (PC World) (<http://www.pcworld.idg.com.au/article/556363/12-things-know-about-windows-10/>)

[2] Peter Bright: *Why Windows 10 isn't version 6 any more and why it will probably work*. (ars technica) (<http://ars-technica.com/information-technology/2014/11/why-windows-10-isnt-version-6-any-more-and-why-it-will-probably-work/>)

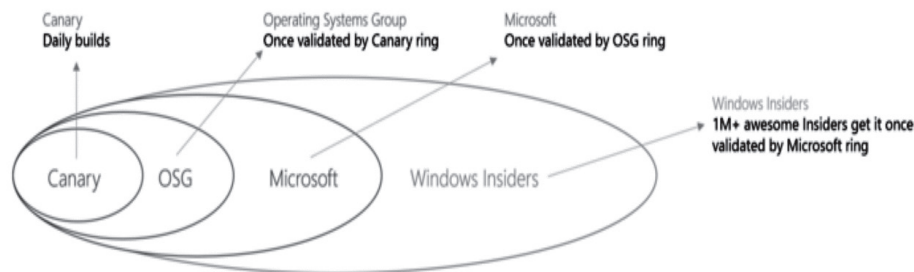
A kiváltó ok minden bizonnyal ugyanaz, mint a terméknév-váltás esetében: a régítől való elszakadás. Az éles verzióváltás fényében felvetődik egy fontos kérdés, ami nem más, mint az alkalmazás-kompatibilitás kérdése.

A programok többsége ugyanis a Windows (kernel) verziószáma alapján azonosítja az operációs rendszert, így joggal tehetjük fel a kérdést: Mi lesz az eddig használt programjainkkal, fognak-e futni Windows 10 alatt? A válasz: igen. Ugyanis ameddig az ún. „Modern alkalmazások” az igazi (tehát NT 10.0-as) verziószámot fogják látni addig a „régébbi” (desktop) alkalmazások esetében az API ugyanazt a kis trükköt használja majd, mint a Windows 8.1 esetén: egyszerűen csak 6.2-esként (tehát Windows 8-ként) azonosítja az operációs rendszert, így nem lesz szükség az adott alkalmazás újraírására pusztán az új verzió támogatása miatt. [1, 2]

Ring Progression

A Microsoft mérnökei a Windows 10 esetében szeretnék minél jobban a felhasználók visszajelzéseire támaszkodni azáltal, hogy bevonják őket a készülő operációsrendszer-fejlesztésébe. Ennek érdekében indult el a Windows Insider program, amelyhez csatlakozva a nagyközönség számára is elérhetővé válnak a készülő operációs rendszerek előzetes verziói. Ám még mielőtt a Windows Insider program résztvevői megkapják az éppen aktuális, nyilvános buildet, a szoftver előzetes több fázison is keresztülmegy. A Windows 10 fejlesztése ún. gyűrűkre osztva történik (innen a „Ring Progression” elnevezés). A Windows Insider programot három gyűrű előzi meg: Canary, OSG és Microsoft. A fejlesztési gyűrűket az 1. ábra mutatja be.

1. ábra. A Windows 10 fejlesztésének folyamata.





Informatikai terek

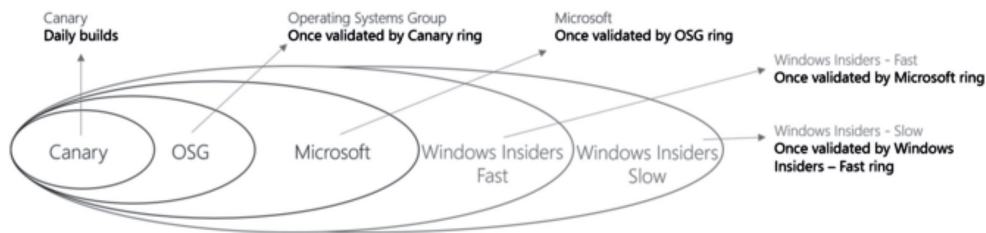
Ahogy az ábráról leolvasható, a gyűrűk gyakorlatilag két nagyobb részegységre bontják a folyamatot.

A kék színnel jelölt gyűrűk (Canary, OSG, Microsoft) a belső gyűrűk, ahol az operációs rendszer fejlesztésért felelős mérnökök tesztelik a szoftver előzetest, gyűrűnként különböző validációs folyamatoknak alávetve. A zöld színnel jelölt gyűrű pedig a végfelhasználók általi tesztelést takarja. A Canary-gyűrűbe azok a napi buildek kerülnek ki, amelyek a legutóbbi változtatásokat tartalmazzák. Az OSG-gyűrűben tesztelik az újdonságokat és a rendszer használhatóságát.

Amennyiben több tesztelő számára is stabilnak bizonyul, kikerül a Microsoft-gyűrűbe, ahol több ezer Microsoft-mérnök visszajelzése alapján juthat el a Windows Insider programba abban az esetben, ha elég stabilnak vélik azt a felhasználók számára.

A 9860-as buildben a Windows Insider-gyűrű kisebb módosításon esett át: a frissítések beállításainál a felhasználó kiválaszthatja, hogy milyen gyakorisággal települjenek az új buildek. A változásokat a 2. ábra prezentálja.

2. ábra. Fast és Slow Windows Insider-gyűrűk.



Az új build telepítése után a „Slow” opció az alapértelmezett. A „Fast” opció kiválasztásával hamarabb, illetve többször kaphatunk új frissítéseket és próbálhatjuk ki az új funkciókat, azonban ez magában hordozza az instabil(abb) rendszer veszélyét, hiszen (ahogy az ábra is mutatja) eggyel bentebbi gyűrűbe kerülünk. [3]

[3] Gabe Aul: *We're rolling out our first new build to the Windows Insider Program.* (Blogging Windows) <http://blogs.windows.com/bloggingwindows/2014/10/21/were-rolling-out-our-first-new-build-to-the-windows-insider-program/>



[4] Gálffy Csaba: *Windows 10: itt vannak az igazi újdonságok.* (HWSW)
<http://www.hwsz.hu/hirek/52960/microsoft-windows-10-vallalat-titkositas-biztonsag-mdm-frissites-update.html>

Új elképzelések, új modell

A Microsoft teljesen komolyan gondolja az eddigi koncepciókkal való szakítást és ez az operációs rendszerhez kiadott frissítések eddigi szisztémáját is alaposan átrendezi.

A jövőben nem csak biztonsági és hibajavító frissítések érkeznek majd a Windowshoz, hanem funkcionális frissítések is részét képezik majd a csomagoknak. Ezáltal a rendszer folyamatosan okosodik a főverzió belül.

A frissítések menete és a támogatás is jelentős átalakításon megy keresztül, ugyanis implementálásra kerül a (Linux oldalon már jó ideje működő) Rolling Release – Stable Release – Long term Support modell.

Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy a felhasználók a frissítések beállításainál választhatnak a folyamatos frissítés, az alapértelmezett frissítés és a kizárólag biztonsági frissítések telepítése között.

Előbbi mindig a legfrissebb funkciókat (Rolling Release), a második opció a mai gyakorlatnak is megfelelő – komolyabb funkcionális fejlesztésekkel évente, félévente frissülő – stabilabb működést és jobb tesztelést (Stable release), a harmadik (Long term Support) pedig kifejezetten a hosszú távú stabil működést helyezi előtérbe. [4]

„One Windows”

A Microsoft a Windows 10-zel jelentős lépést tesz a Windows termékcsalád egységesítése felé. A Windows 10-nél alkalmazott „One Product Family – One Platform – One Store” elv értelmében mindegy, hogy a felhasználó éppen mobil eszközt (okostelefont, táblagépet, netbookot, notebookot) vagy asztali PC-t használ, ugyanaz az operációs rendszer fut majd mindegyik készüléken (az adott eszközhöz igazított funkcionalitással, erről részletesebben később).



Informatikai terek

3. ábra. One Product Family.



Univerzális alkalmazások (Universal Apps) fejlesztésével pedig az adott alkalmazás minden eszközön futtatható a mobileszközöktől kezdve a szerverekig.

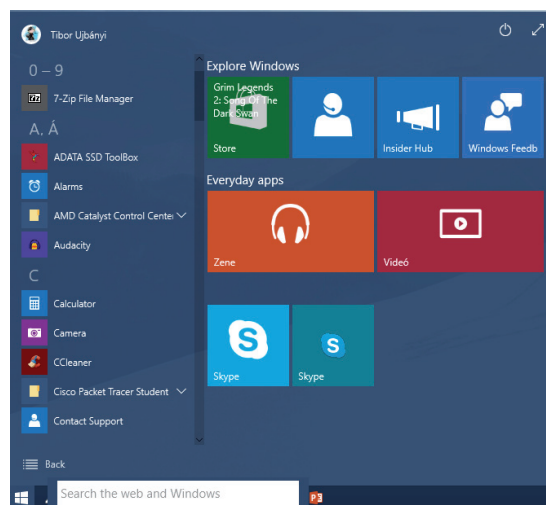
Megújult Windows Store

A „One Product Family – One Platform – One Store” elv értelmében a Windows Store is megújul: eszköz-függetlenné válik, vagyis mindegy, hogy a felhasználó éppen Windows-t, Windows Phone-t vagy Xbox-ot használ, az Appok és egyéb médiatartalmak a központi Microsoft tárolóból érhetők el.

Start Menü

A Windows 8 felhasználók körében mutatott viszonylagos népszerűtlenségének fő oka a kezdetben Metro – később jogi viták miatt átkeresztelt – Modern UI volt, ami (részben) szakított az addig megszokott felhasználói felülettel és mondhatni radikális újdonságokat vezetett be az új csempés felülettel, száműzve többek között a Start menüt is. Habár annak ellenére, hogy az új felület érintőképernyővel ellátott eszközön is könnyen kezelhető volt, hagyományos környezetben nem nyerte el a felhasználók tetszését, ezért a Microsoft illetékesei úgy döntöttek, visszahozzák a sokak által hiányolt Start menüt, ám egy minden eddiginél újabb, modernebb köntösben.

4. ábra. A megújult Start menü.

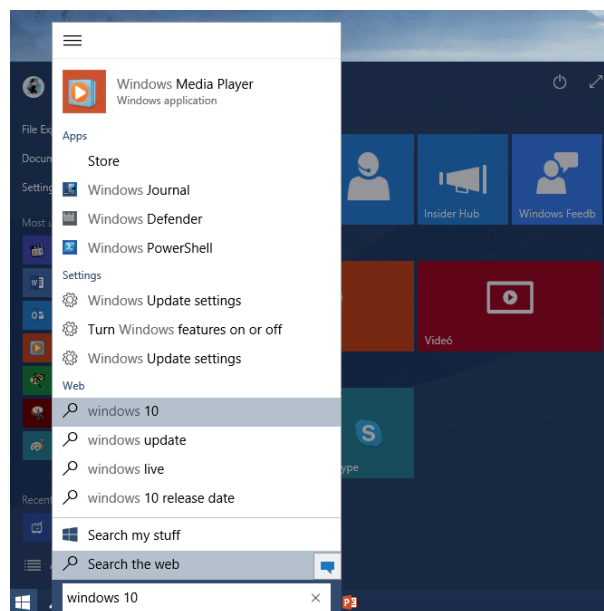


A megújult Start menüben egyesül a hagyományos Start menü elrendezése a Windows 8-ban megismert modern felülettel. A jobb oldali sávban láthatóak az installált alkalmazások (ugyanúgy mappástól vagy mappa nélkül), a bal oldali felületre pedig kitűzhetők a számunkra fontosabb, gyakrabban használt programok. Az új Start menüt lehetőségünk van teljes képernyős nézetben is használni..

Megújult kereső

Az Windows beépített keresője ezentúl a lokális tartalmak mellett az integrált Bing keresőnek köszönhetően képes webes tartalmak keresésére is.

5. ábra. A megújult beépített kereső.



Continuum mód

A készülő új operációs rendszer egyik legnagyobb újdonsága az ún. „Continuum mode”, amely képes felismerni, hogy érintőkijelzős vagy hagyományos eszközön futtatjuk-e a rendszert. Használat közben pedig annak megfelelően igazítja (érintőképernyős vagy egerrel/billentyűzettel vezérelt működéshez optimalizálja) a felhasználói felületet.

„Kényelmesebb” asztal és parancssor

A Windows 8 esetében gyakorlatilag két felület volt elérhető az operációs rendszerben. Az egyik az akkor frissen debütált Modern UI, a másik pedig a hagyományos asztali környezet. A különböző típusú alkalmazásokat (Modern App, ill. asztali alkalmazás) a rendszer külön felületen kezelte.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

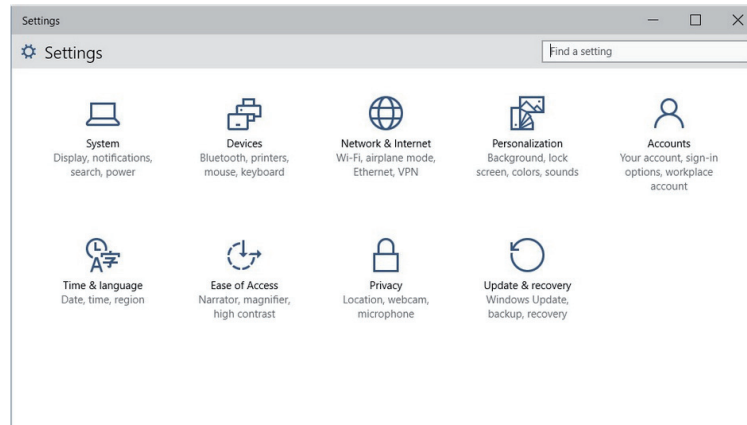
Ezentúl minden alkalmazás „Desktop módban” fut, függetlenül attól, hogy hagyományos asztali- vagy éppen Modern UI-s programról van szó. További újítás még, hogy a parancssorban használható a Ctrl+c/Ctrl+v billentyűparancs.

Megújuló rendszeralkalmazások

Az egységesítés filozófiáját követve a Microsoft a rendszeralkalmazásokat is újírja. Például a Windows 8-ban lévő (rendszer)beállítások opció jelentősen eltért a vezérlőpulttól.

Az új beállítások alkalmazás azonban már egyre inkább közelebb hozza a két oldalt: szöveges címkék helyett már itt is ikonokat láthatunk, természetesen az új modern felület elemeivel.

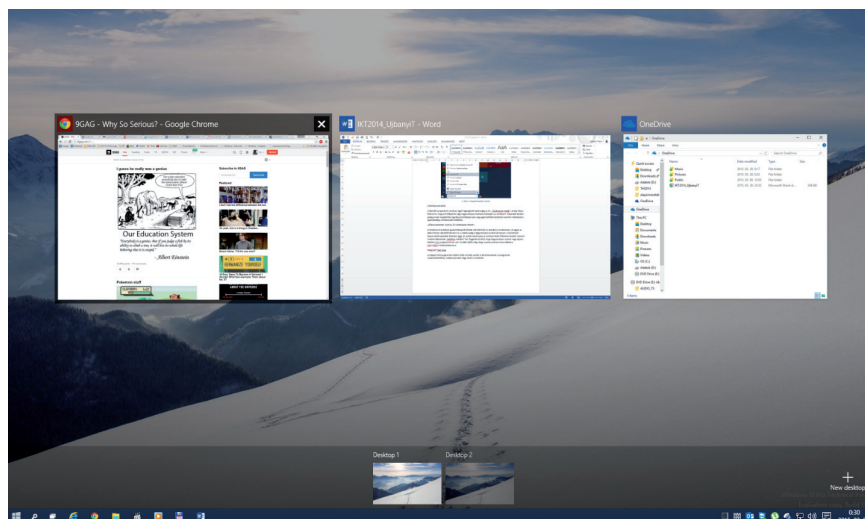
6. ábra. A megújult beállítások alkalmazás.



Megújult Task View

Az éppen futó programok mellett több virtuális asztalt is létrehozhatunk. A programok csoportosíthatóak, a képernyő akár négy részre is osztható.

7. ábra. A megújult ablak kezelő.



Cortana

A Windows Phone telefonok „digitális segédje” immáron a Windows 10-ben is megtalálható. Segítségével hang alapján, előszóban (billentyűzet vagy egér használata nélkül) kereshetünk vagy vezérelhetjük a rendszert.

További újdonságok

A számos finomhangolás, apróbb fejlesztés és optimalizáció mellett tekintsük át, hogy milyen főbb újdonságokkal számolhatunk még a rendszer megjelenését követően:

- *Action Center*: A korábbi biztonsági központot leváltó, egységes rendszereseményeket jelző értesítési felület.
- *Natív MKV-támogatás*: A Windows ezen túl mindenféle kodek telepítése nélkül képes lesz lejátszani a Matroska videófájlokat.
- *USB 3.1 támogatás*: a legújabb USB-szabvány támogatása.
- *Trackpad-gesztúrák támogatása*: többujjas gestúrák használatának lehetősége a touch padon.
- *Új grafikus funkciók megjelenése*: 4K, Miracast és a Game DVR funkciók támogatása.



[5] Kővári, A.–Dukán, P. (2012): KVM & OpenVZ virtualization based IaaS open source cloud virtualization platforms: OpenNode, Proxmox VE, Proceedings of the 10th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics. SISY 2012. Subotica, Serbia. Pp. 335–339.

[6] Dukán, P.–Kővári, A. (2013): Cloud-based smart metering system, Proceeding of the 14th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics. Budapest, Hungary. Pp. 499–502.

- *Új biztonsági megoldások*: az új rendszer biztonságtechnikai szempontból is előrelépést nyújt. A Windows 10 egy új DLP (adatszivárgás elleni védelem) megoldást vezet be, melynek lényege, hogy egy konténer segítségével szabályozható lesz az adatok hozzáférhetősége. A fájlokat a konténerben titkosítva tárolja és csak a megfelelő jogosultsággal rendelkező felhasználónak enged hozzáférést.
- *DirectX 12*: A Microsoft szoftvercsomagjának legújabb verziója multimédiás alkalmazásokhoz és játékokhoz. A hardveresen DirectX 12-t támogató videokártyákon a Windows automatikusan aktiválni fogja a funkciót.
- *WDDM 2.0*: A Windows 10-ben bemutatkozik a Windows Vistában debütált Windows Display Driver Model 2.0-ás verziója. Az új verzió támogatja a DirectX 12-t, ezzel együtt a WDDM 2.0-ás grafikus meghajtókat is. Az új verzióban a hatékonyabb erőforrás-gazdálkodás részeként többek között a memóriamenedzsment és a driverkezelés területén történt előrelépés.
- *Spartan*: A Microsoft következő generációs böngészője, amely az Internet Explorer-t hivatott leváltani.

Összefoglalás

Mindenképpen pozitív, hogy a fejlesztők igyekeznek bevonni a végfelhasználókat a fejlesztésekbe, ami talán az eddigi legstabilabb és legrugalmasabb Windows operációs rendszert eredményezheti. Figyelembe a véve a Microsoft törekvéseit és az új koncepciókat, úgy gondolom, hogy ez a szemléletmód hosszútávon is eredményes lehet. Véleményem szerint a Windows Insider program nagy lépés volt a jól használható, kiforrott operációs rendszer felé. Külön öröm látni, hogy a fejlesztők tényleg reagálnak a felhasználói visszajelzésekre: az új buildekben javítják a felhasználók által jelzett hibákat, illetve figyelembe veszik a felhasználók javaslatait. A Windows 10 végleges (RTM) verziójának pontos megjelenési dátuma még nem ismert (a legutóbbi információk alapján 2015 nyarán várható), de a fentiek tükrében bátran kijelenthető, hogy egy izgalmas, sokoldalú és jól használható szoftvert kaphatunk majd kézhez.

Említést érdemel még, hogy a Windows 10-be is beépítésre került a Hyper-V kliens, mely lehetővé teszi virtuális gépek létrehozását és menedzselését. A Hyper-V a virtualizáció terén alternatívát jelent a KVM vagy OpenVZ technológiákkal szemben [5, 6].



JÓZSEF KATONA *

The Comparison of the non-invasive mobile EEG registration and the signal processing devices

Abstract: In recent years, the measurement and processing of EEG signals have been improved very significantly, which enables the application of these devices in more and more areas. This article describes and compares some EEG devices.

Keywords: Brain-waves, electroencephalogram (EEG), non-invasive, EEG headset.

Összefoglalás: Az elmúlt években az EEG-jelek mérését és feldolgozását végző eszközök igen nagy fejlődésen mentek keresztül, melynek köszönhetően az alkalmazási lehetőségeik egyre több területre terjednek ki. E cikk ismerteti és összehasonlít néhány ilyen EEG-eszközt.

Kulcsszavak: Agyhullámok, elektroencefalogram (EEG), non-invazív, EEG headset.

* Dunaiújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: katonaj@mail.duf.hu

Introduction

The traditional EEG sign fixing and its analysis was made for the graphic illustration of the temporal and spatial features of the electric brain function for a long time. During the evaluation the characteristics determined only by the records was used for a long time, then in the second half of the XX. Century with the beginning of the digital era the evaluation and the process of the signals changed very much. The development of the digital technology made the complex real-time mathematical analysis of the EEG signals possible. Before the presence of the digital signal processing the treatment and the evaluation of the graphical printed records was very elaborate. With the appearance of the digital signal processing processors and with the de-



[1] Snyder, S. M.–Hall, J. R. (2006): A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *J. Clin. Neurophysiol.* Pp. 440–455.

[2] Saeid Sanei, S.–Chambers, J. A. (2007): *EEG Signal Processing*. Cardiff: Cardiff University Press–Wiley.

velopment of the signal processing algorithms for the evaluation of the brain signals entirely new evaluation methods that differ from the earlier applied ones were used with the help of the new algorithms and they have given new and more exact results. One of the most common applied algorithm is the so called quantitative EEG and to the existence of the studies based on this contributed the computerized signal processing widely. [1]

During the QEEG the digitized EEG signals are evaluated with the help of Fou-rier- transformation and with the use of this transformation the components of the sign frequency or rather the spectrum of the frequency can be determined in exact way. The development of the technology made the creation of such mobile measuring and processing devices possible which offer new research possibilities in several other areas besides the medical science. In our days grain bigger and bigger ground the EEG devices that require no operative interference and apply non-invasive method.

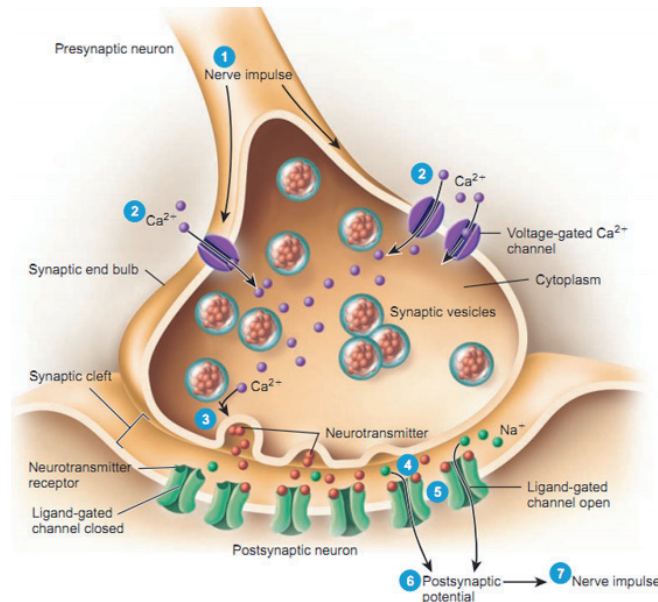
The EEG devices can ensure for the users besides the perception of the electric signals of the brain and its process other functions like a mobile phone headset which can make more universal the use of these devices.

The formation of the EEG signals

The earliest model that was created for the modelling of the formation of the EEG signals is the Hodgkin and Hukley's which has got the Nobel Prize and was published in 1952. One of the biggest structure of our body is the nervous system which is a group of neuron networks. This relationship system interlaces our whole body. The neurons are able to communicate with each other so it makes the transmission of the stimulus arriving from the brain possible. [2]

That linking place where the stimulus spread from one cell to another is called synapse. One protoplasm of the neurons (axon) creates the synapse in bigger part with the nerve ending of the other neuron (dendrite). The neuron that brings stimulus is called presynaptic and the other one that takes it on is called postsynaptic. (*Figure 1.*)

1. Figure. Synapse, the moment of stimulus transmission.



Source: <http://antranik.org/synaptic-transmission-by-somatic-motorneurons/>

The complex of the neuron's electric potential is called electrophysiological activity. When a neurotransmitter starts firing with the mediation of the chemical stimulus transmitting materials the positive ions that stream in depolarize the neurons. This depolarization is called postsynaptic potential (PSP). The formation of the synapsis happens when one neuron's axon gets in touch with another neuron's dendrite. The section between the two transmitter is called synaptic section. The human brain includes nearly 100 milliard neurons. When out of this neurons more thousands start aligned firing in certain area of the brain results measurable voltage. [3] These can be measured on the human scalp. We are able to measure low (5–100...) electric potential with placing appropriately the EEG electrodes on the human scalp directly. Furthermore the alternating electric voltages and due to the current fluctuation aroused by them magnetic field strength change is also measurable which is demonstrable on the human scalp too.

[3] Luck, S. (2005): *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. Cambridge: MIT Press.



[4] Jerbi, K. et al. (2011): Inferring hand movement kinematics from MEG, EEG and intracranial EEG: From brain-machine interfaces to motor rehabilitation. *IRBM*. Vol. 32. No. 1. Pp. 8–18.

[5] Sawan, M. et al. (2013): Wireless Recording Systems: From Noninvasive EEG-NIRS to Invasive EEG Devices. Biomedical Circuits and Systems. IEEE Transactions. Volume 7. Issue 2. Pp. 186–195.

[6] TOBI: Tools for Brain-Computer Interaction: www.tobi-project.org/ (2012. június 12.)

The electrophysiological activity can be measured in two methods. The first measuring method is the so called invasive and the other is the non-invasive opportunity. During the non-invasive method the changes of the magnetic field and voltages are also fixable with the help of an EEG equipment. [4] The biggest drawback of this method is that the measured data are noisy. The disturbance signals aroused by the noises can be reduced with invasive method where the EEG electrodes are directly implanted to the brain with operation. Therefore increase the measuring and the punctuality of the extractive information. [5] Because of the risk of the operation that is necessary for the implantation this method is less applied.

EEG registration and signal processing devices

The perception of the brain waves and their transmission to the signal processing unit – perhaps its immediate process – is fulfilled with the help of the perceptive that measure EEG signals and can be put to head and these perceptive's signal processing and transmitting electric unit. In recent years such EEG headsets became available for everyone which contain besides the perception of the brain waves the perceived brain wave digitiser (perhaps further processing, for example: the one that fulfils the determination of FFT) and a communication unit that is able to transmit these signals on some kind of digital communication channel.

In order to be these devices possibly more mobile used therefore they have power-supply from an own element or battery. In the followings some non-invasive headset will be reviewed which are able for the accomplishment of uniquely developed brain computer interfaces (BCI).

NEURO FOCUS

The Neuro Focus is the first wireless EEG device which applies more perceptive that has dry type. (*Figure 2.*) The developers has already started besides laboratory adoption the development of the device which was intended for commercial trade. The TOBI (The European Tools for Brain-Computer Interaction consortium) consortium will use the NeuroFocus for researches as an EEG register for developments that have medical application purposes. [6]



Informatikai terek

The EEG sensors of the NeuroFocus measures the brain function 2000 times per second then it is able to transmit the data through Bluetooth connection. This wireless method means a great leap forward compared to the traditional EEG devices which can be used only in hospital surroundings, making possible the use of this devices in other surroundings. [7]

The device is able to supply the processed information besides the raw, measured data.

The more significant features of the device:

- the multi-channel device that expand for the whole brain field
- the measuring that happens in standard measuring points [8]
- it is able to transmit the data through wireless transmission
- it applies dry electrodes so the sensors are easily replaceable

The disadvantage of the EEG headset is in one respect that it is multi-channel shaped where the perceptive touch the scalp on the upper part of the head therefore its placing is more circumstantial because of the assurance of the appropriate signal perception.

[7] Nielsen (2013): What People Watch: www.nielsen.com/us/en/nielsen-solutions/nielsen-measurement/consumer-neuroscience.html (2013. január 24.).

[8] H. H. Jasper (1958): The twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr. Clin. Neuro-physiol.* 10. Pp. 371–375.

2. Figure. NeuroFocus EEG headset.



Source: <http://www.fastcompany.com/1741403/thinking-cap-mynd-first-dry-iphone-compatible-portable-brain-scanner>



[8] H. H. Jasper (1958): The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr. Clin. Neuro-physiol.* 10. Pp. 371–375.

[9] Imec: Imec and Holst Centre bring brain wave monitoring to your home: http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imecEEGMMDM-West.html (2011. február 8.)

[10] Imec: Imec, Holst Centre and Panasonic Present Wireless Low-power Active-Electrode EEG Headset: http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/imeceeg2012.html (2012. november 4.)

EEG HEADSET DEVELOPED BY IMEC AND HOLST CENTRE

The Holst Centre and the IMEC introduced their first EEG headset prototype in 2009 and with the help of this they developed an easily useable EEG measuring tool. Altogether 10 electrodes were put to the headset according to the international 10–20 standard. [8] Reusable and provided with Ag/AgCl cover electrodes were used in the commercial EL120 headset which is specially planned ensuring with this the appropriate contact through the hair and the nap. The electrodes are fixed in special points which ensure the proper motive freedom and the appropriate signal transmission. The technology is already under development and its aim is the fixing of the EEG data during walk. To the achievement of this we have to solve the compensation of the motion and other physiological troubles, the development of the dry electrodes and the circuit belonging to them and the development of the ultra-low consuming processor that is able to process EEG data. [9]

The EEG is a system constructed for an ultra-low consuming ASIC (.) circuit that is able to measure EEG data which can be described with big noise oppression and low noise level. The integrated EEG measuring system includes a low consuming micro-controller and a unit that fulfils the wireless transmission, making the local data processing and the wireless communication possible. [9]

The upgrade version of the headset was presented in 2011 which was integrated to an EEG headset prototype (*Figure 3.*). The prototype can be easily put to the head of the user and a sprung hanging improves the stability as well as a magnetic hinged mechanism gives an opportunity for the refined setting of the unit. The magnetic fixing of the electrodes makes the exchange fast and simple. In certain cases it is possible to use jelly. This system also uses Ag/AgCl electrodes. The prototype can transmit the EEG signals towards the unit that is 10m far. [10]

New further development of the device was published in 2012 collectively with the Panasonic company. They improved the quality of the EEG signal's registration measured by the EEG signals. Thanks to the low consuming (750 μ W) signal processing unit it is able to fix signals of 8 perceptive quite like during 22 hours and to transmit via wireless connection.



3. Figure. EEG headset developed by IMEC and Holst Centre.



Source: <http://www.koenenco.nl/en/project/headset/>

[11] Hydrodot: The hydrodot EEG system: <http://www.hydrodot.net/> (2010. december 3.)

HYDRODOT EEG SYSTEM

The Hydrodot EEG system consists of a frame that can be put to the head and 12–20 EEG perceptives that are placed according to the standard. (Figure 4.) The devices apply disposable sensors. With the help of the frame that can be put to the head the sensors are precisely positioned. The system applies Ag/AgCl sensors that have jelly type. The measured electric signal can be processed by whatever standard EEG devices through a cable. The device was developed in the first place for hospital urgency and intensive supply. The drawback of the device is that it can be used only once and the placing and wear of it is less convenient. [11]



[12] Emotiv:
EEG System
– Electroen-
cephalogra-
phy: www.
emotive.com
(2012. január
27.)

4. Figure. Hydrodot EEG system.



Source: <http://www.medgadget.com/2015/02/neuronetrix-brain-scanner-fda-approved-for-in-office-qeegerp-brainwave-analysis.html>

EMOTIVE EPOC EEG HEADSET

The Emotive System has developed the Emotive EPOC EEG headset. It can be connected to the computer though not standard wireless connection (*Figure 5.*) the key combinations can be ordered to the commands with the help of EmoKey software so the device can be suitable for control of a computer.

The EPOC includes 14 electrodes (compared to the hospital systems that usually apply 19 electrodes). The rotation of the head is also measurable thanks to the built-in two-shafted acceleration measurer. Several application remedial packages are available to the device. [12]

The device supplies the following information:

- Cognitive: Imaginative movement (left, right, up, down, forward and turn, rotation)
- Facial expressions: One by one eyelid and eyebrow position, eye position (smile, laugh) can be identified. The device identifies the facial expressions based on the signals of the



Informatikai terek

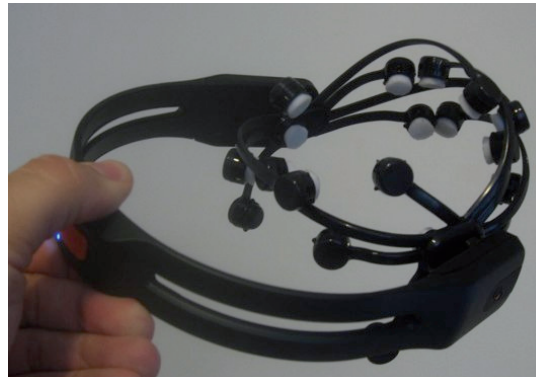
muscles that are on the face perceived by the EEG sensors and not based on the process of the brain waves.

- Rotation of the head: it is measurable by built-in acceleration measurer which is independent from the EEG process.
- Other: excitement, attention and its contrary

The headset is the choice that seems to be the most appropriate based on its features for the completion of general guiding and other controlling tasks.

[13] NeuroSky: Brain Wave Sensors for Every Body: www.neurosky.com (2013. október 31.)

5. Figure. Emotive Epoc EEG headset.



NeuroSky EEG headsets

During the development of the EEG devices of NeuroSky several universities was contributed like the Stanford, Carnegie Mellon, University of Washington, University of Wollongong and the Trinity College. Dry EEG sensor that was made from rustproof alloy is applied in the device for the perception of the brain signals.

The ThinkGear signal processing unit fulfils the filtering, the evaluation of the brain signals and the determination of the brain wave information. The EEG devices are simpler well-constructed, their wearing are more convenient and they are relatively cheap. [13]



[13] NeuroSky: Brain Wave Sensors for Every Body: www.neurosky.com (2013. október 31.)

MINDFLEX

The MindFlex is also a device based on the technology developed by NeuroSky (*Figure 6.*). The device consists of a guided unit and a wireless EEG headset. The device applies one perceptive and two reference points from which the perceptive settles in the frontal lobe part and the other two reference points are fixed to the lower part of the ear.

The signal processing unit that can be found in the headset is able to determine the value of the concentration/attention with the help of ThinkGear technology developed by NeuroSky. [13]

6. Figure. MindFlex.



Source: <http://www.medgadget.com/2015/02/neuronetrix-brain-scanner-fda-approved-for-in-office-qeegerp-brainwave-analysis.html>

MINDWAVE

The MindWave EEG headset is similar to the MindFlex it is its upgrade version which is suitable for the rectification of blinking. The device is able for wireless connection (*Figure 7.*). [13]



7. Figure. NeuroSky MindWave EEG headset.



Source: <http://www.neurosky.com/>

BRAIN ATHLETE

This EEG cap was developed in the first place for athletes (baseball players, tennis players, golf players) who can be informed about their occurring mental state during sports. The device includes a built-in battery and it is able for Bluetooth communication. [14]

8. Figure. Neurosky Brain Athlete EEG headset.



Source: <http://www.neurosky.com/>

[14] BrainAthlete: Mental Sports Training using Brain Wave: <http://brain-athletesports.com/> (2012. március 23.)



[13] NeuroSky: Brain Wave Sensors for Every Body: www.neurosky.com (2013. október 31.)

MINDSET

The MindSet is an EEG headset which is usable for both general and research purposes. The headset includes built-in battery and communicates through standard Bluetooth connection and can be applied as a traditional telephone headset, what's more as a standard Blue-tooth headphone and other functions are available with a separate guiding button too in case of a communication happening with PC.

The device supplies both the processed (brain wave information in the 3–50 Hz frequency range) and the raw measuring data as well as determines attention/concentration and meditation values. [13]

9. Figure. Neurosky MindSet EEG headset.



Source: <http://www.neurosky.com/>

The comparison of EEG headset

Some parameter can be seen to sum in the following chart about the previously reviewed EEG headsets:



Informatikai terek

Table 1.

	Feeding of the battery	The number of the perceptive	Type of the perceptive	Wireless data transmission	Type of the information
<i>NeuroFocus</i>	Yes	18	Dry	Yes(Bluetooth)	Processed
<i>IMEC és Holst Centre</i>	Yes	10	Dry/Jellied	Yes (other)	Processed
<i>Hydrodot</i>	No	20	Jellied	No (wired)	Raw data
<i>Emotive EPOC EEG</i>	Yes	14	Dry	Yes (other)	Processed
<i>MindFlex</i>	Yes	1	Dry	Yes (other)	Processed
<i>Mindwave</i>	Yes	1	Dry	Yes (other)	Processed /Raw data
<i>Brain Athlete</i>	Yes	1	Dry	Yes (Bluetooth)	Processed
<i>MindSet</i>	Yes	1	Dry	Yes (Bluetooth)	Processed/ Raw data

It is visible from the comparison that most of the studied EEG devices have wireless connection and they are feed by battery. It makes the wearing of the devices more convenient and less disturb-ing. Thanks to the built in low consuming data processing unit they are able directly even for the supply of processed data which makes their use easier and their fitting to other devices.

The EEG devices of Emotive and Neurosky are available in commercial trade in the first place, they are the cheapest and most convenient and the devices that can be most simply put on as they are headsets produced by NeuroSky. Based on the information on the web page of the maker the Midwave produced by NeuroSky costs \$100 while the Emotive headset which is usable for improvement purposes and supplies raw data too costs \$750.

It can be seen based on the chart that while the Neuro-Sky applies only one perceptive the other devices collect information about the brain function. Of course with the use of more perceptive put on different parts of the head more information can be extracted like for example the imaginative motion.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

Summary

The reviewed EEG data processing devices went through a huge development compared to the traditional EEG equipment and thanks to this their application possibilities has expanded. The article gives an overall picture about the features of the processing and measuring data collecting EEG devices that apply non-invasive EEG based process. It is provable based on the summary that today more EEG measuring data collecting and processing devices are available which require no special application knowledge, their use become simpler. As a consequence of this their use can emerge not only in medical use but can be expanded with other areas like the reduction of the reaction time, the observation of the watchful state and control based on the rectification of the imaginative motion. The EEG recording and signal processing devices that was developed for commercial and research purposes and available for everyone are continuously developing so in the future a device could come to light that will be widen with several new, further functions.



OROSZI ESZTER DIÁNA *

Kártékony programok terjedése social engineer szemmel

Összefoglalás: Az információbiztonság leggyengébb láncszeme, az emberi tényező. Jelen dokumentum célja annak bemutatása, hogy egy potenciális támadó milyen Social Engineering technikákat alkalmazhat kártékony programok terjesztése során. A terjesztési lehetőségeken kívül ismertetésre kerülnek a kártékony kód lefutásának módszerei, valamint a fájlok álcázásának lehetőségei is.

Kulcsszavak: Social Engineering, emberi tényező, információbiztonság, biztonság tudatosság, kártékony program, fertőzött fájl.

Abstract: Human factor is the weakest link of the chain of security. The goal of this paper is to present how can an attacker use Social Engineering tricks to malware spreading. Besides these methodologies I will show the techniques of running malicious scripts and the opportunities of masking infected files, too.

Keywords: Social Engineering, human factor, information security, security awareness, spreading malware, infected files.

A Social Engineering rövid bemutatása

A Social Engineering az emberi tényező kihasználható tulajdonságaira építő támadási forma, tulajdonképpen olyan technikák gyűjteménye, mely az emberek befolyásolására, manipulálására alapozva teszi lehetővé bizalmas információk megszerzését, vagy éppen egy kártékony program terjedését és működését.

Legmegfelelőbb definíciója a következő:

* GRID CEE Tanácsadó Zrt.

E-mail: oroszi.eszter@grid.co.hu



[1] Mitnick K. D.–Simon W. L. (2003): *A legendás hacker – A megtévesztés művészete*. Budapest: Perfact.

[2] Guenther, M. (2001): *Social Engineering – Security Awareness Series előadásanyag*.

„A social engineering a befolyásolás és a rábeszélés eszközével megtéveszti az embereket, manipulálja, vagy meggyőzi őket, hogy a social engineer tényleg az, akinek mondja magát. Ennek eredményeként a social engineer – technológia használatával vagy anélkül – képes az embereket információszerzés érdekében kihasználni.” [1]

Az ilyen jellegű támadások veszélye abban rejlik, hogy az emberi tényező a legtöbb védendő értékhez (adat, alkalmazás, hardver, stb.) közvetlenül hozzáférhet, ezáltal mint a biztonság leggyengébb láncszeme, vonzó célponttá válhat egy támadó szemében. Ezen kívül elmondható, hogy az emberek számtalan olyan tulajdonsággal rendelkeznek, melyeket egy támadó könnyen ki tud használni. Ezek közé tartozik a segítőkészség, mely az egyik legalapvetőbb emberi tulajdonság, amit a social engineerek gyakran ki is használnak, de hasonló kategóriát képez a kíváncsiság, hiszékenység, naivság, melyre különösen adathalász támadások és kártékony programok beküldése során lehet építeni. A támadások során építeni lehet továbbá a felhasználók figyelmetlenségére, hanyagságára, illetve bizonyos értelemben tudatlanságára is.

A Social Engineering módszerek két nagy csoportba sorolhatók: egyik kategóriát képezi a humán alapú módszerek gyűjteménye, másikat pedig a számítógép alapú technikák. [2]

Az alábbi ábra összefoglalja az egyes technikák kategóriákba sorolását:

Humánalapú támadások

- Segítség kérése
- Segítség nyújtása
- „Valamit valamiért”
- Megszemélyesítes támadások személyes megjelenés során
- Megszemélyesítes támadások telefonon keresztül
- Shoulder surfing
- Tailgating
- Piggybacking
- Dumpster diving

Számítógépalapú támadások

- Spam
- Ál-weboldalak
- Phishing (klasszikus adathalászat)
- Vishing (telefonos adathalászat)
- Smishing (SMS-en, csevegőprogramon keresztül adathalászat)
- Pharming (eltéríteses adathalászat)
- Whaling (vezetők ellen irányuló adathalászat)
- Baiting (adathordozó szétszórás)



Informatikai terek

Írásom a továbbiakban a számítógépen keresztüli támadásokkal foglalkozik, azon belül is azokat a módszereket vizsgálja, melyek lehetővé teszik a kártékony programok terjesztését az emberi tényező megtevésével. 4 főbb, Social Engineering technikákra alapozó módszert különböztethetünk meg:

- Kártékony program letöltése valamilyen weboldaltól, tárhelyről.
- Kártékony program megnyitása elektronikus levél csatolmányaként.
- Kártékony program futtatása valamilyen adathordozóról.
- Kártékony program elindítása más személy általi ráhatás során.

Kártékony program letöltése

Az egyik leggyakoribb eset, amikor a kártékony programot különböző kétes eredetű, különféle letöltéseket biztosító oldalakról töltik le a gyanútlan internetezők. Ezek az oldalak általában ingyen kínálnak csábító képeket, videókat, zenét, egyéb népszerű tartalmat. Azonban, amikor ezeket az oldalakat a mit sem sejtő áldozat meglátogatja, vagy tartalmát letölti, egy kártékony program is letöltődik, illetve feltelepül a gépre.

A kártékony programokat terjesztő weboldalak forrása lehet valamilyen keresőszolgáltatás, banner, hirdetés, de érkezhet a linkjük elektronikus levélben, fórumon, közösségi portálon (pl. Facebook post, üzenet, stb.), de akár azonnali üzenetküldő programon keresztül (pl. MSN-en való csevegés közben) is.

WEBOLDAL LÁTOGATÁSA SORÁN ÉSZREVÉTTENÜL LETÖLTŐDIK ÉS LEFUT

A legrosszabb esetben a kártékony kód lefutásához elegendő az azt terjesztő weboldal meglátogatása – a felhasználónak nem kell semmilyen bővítményt engedélyeznie, semmilyen fájlt letöltenie, egyszerűen csak meglátogatni az adott oldalt, a kártékony program automatikusan és észrevétlenül megkezdheti működését, a felhasználónak gyakorlatilag nincsen lehetősége előzetesen észlelni és megakadályozni a támadást. Erre az egyik legjobb példa a 2008. augusztusában terjedő Antivirus XP 2008 nevű ál-vírusirtó volt.

WEBOLDAL LÁTOGATÁSA SORÁN ENGEDÉLYEZÉS UTÁN LETÖLTŐDIK ÉS LEFUT

Egy fokkal szerencsésebb annak az esete, amikor a kártékony kód nem tud automatikusan lefutni az oldal meglátogatásakor, hanem valamilyen módon a felhasználó jóváhagyása szükséges a lefutáshoz, például az áldozatnak engedélyeznie kell a felugró ablakban a kód futását (pl. Java-alkalmazások esetében).



[3] Norton
(2012): *Kapja
el a kémprog-
ramokat,
mielőtt azok
kárt tehetné-
nek.* [http://
hu.norton.
com/catch-
spyware-befo-
re/article](http://hu.norton.com/catch-spyware-before/article).

FERTŐZÖTT FÁJL LETÖLTÉSE

Előfordulhat az a szituáció is, amikor a kártékony kód az oldalról letöltött más fájlhoz kapcsolódik, és azzal együtt kerül észrevétlenül letöltésre, a felhasználó tudta nélkül. Ilyen esetben működnek a klasszikus vírusok, melyek terjedéséhez valamilyen „gazdafájl” szükséges. Social Engineering szempontjából ennek a fájlnek kell valami vonzó tulajdonsággal rendelkeznie, mely arra buzdítja a felhasználót, hogy töltsen le, például valamilyen új film, slágerlistát vezető zene, érdekes program vagy játék, stb. formájában.

LETÖLTÉS UTÁN A TELEPÍTÉS SORÁN A FELHASZNÁLÓ BELEEGYEZÉSÉVEL FELTELEPÜL

Elsősorban reklámprogramok, vagy más kiegészítő alkalmazások (pl. toolbar) esetében jellemző, hogy a felhasználónak lehetősége nyílik egy, egyébként fizetős szoftver ingyenes használatára, amennyiben hozzájárul, hogy az alkalmazás mellett egy, legális esetben csak reklámprogram települjön, amely pl. a felhasználó internetezési szokásairól küld adatokat a kereskedőnek vagy fejlesztő cégnek, annak érdekében, hogy minél célzottabb hirdetésekkel keressék meg az áldozatot. [3]

Legtöbb esetben ezen kiegészítő programok települését egy checkbox kipipálásával maga a felhasználó döntheti el, előfordul azonban, hogy a kéretlen program installálása az eredeti szoftver licencszerződésnek apróbetűs részében kerül rögzítésre, melyet a felhasználók többsége nem olvas el.

Kártékony kód terjesztése elektronikus levél csatolmányaként

A másik kedvelt kártékony program terjesztési módszer az e-mail mellékletként való küldés. Ezeknek a leveleknek a tárgya általában valamilyen csábító téma, lehet például játék, sport vagy szexuális tartalom, stb. – hogy a célszemély biztosan megnézze a melléklet tartalmát. Ily módon terjedő ismertebb kártevők voltak az I Love You- és az Anna Kournikova-vírusok.

Napjainkban, mivel az emberek többsége hallott már a különféle szenzációkra hivatkozó, fertőzött melléklettel rendelkező e-mail-ekről, az igazán kifinomult támadók leginkább teljesen hétköznapi levélnek és csatolmányának álcázzák a küldött kártékony programjukat, mint tették azt például a „MyParty” nevű féreg készítői is 2005-ben.



Informatikai terek

REKLÁM VAGY FIGYELEMFELKELTŐ LEVÉL

A legegyszerűbb módszer a kártékony programok terjesztésére, ha a támadó valamilyen egyszerű, mindenkit érdeklő reklámlevélben célozza meg áldozatait. Mint ahogyan a reklámlevelek általában, ezen levelek sem egy konkrét személytől, hanem valamilyen kitalált szervezettől, vagy valós cég nevében érkeznek. A módszer előnye, hogy a támadás előkészítése viszonylag kevés időt és erőfeszítést igényel, ugyanakkor elég széles körű tömeget lehet megcélozni vele. Témája lehet valamilyen szenzáció (pl. csábító képek, ingyenes zene és filmletöltés kínálata), vagy akár teljesen hétköznapi dolog is, például egy új pizzeria akciója.

ELTÉVEDT LEVÉL

Előfordulhat azon eset is, amikor a támadó egy ismeretlen személytől érkező, rossz címre küldött levélnek álcázza megkeresését. Ebben az esetben megpróbálja felkelteni az áldozata kíváncsiságát a másnak szóló bizalmas levéllel kapcsolatban. Küldhet pl. képet, vagy akár egy megígért bizalmas munkadokumentumot, de akár jelszót és elérési információkat egy ingyenes letöltést biztosító oldalhoz is.

IDEGEN, DE HIHETŐ SZEMÉLYTŐL ÉRKEZŐ LEVÉL

A harmadik esetben a támadó egy valós, hiteles személynek vagy szervezetnek tűnő feladó nevében küldi el megkeresését, melynek célja lehet első lépésben akár csak a kapcsolat kiépítése. Ezen kategória inkább a célzottabb támadások közé sorolható, hiszen a megkeresés tartalma elsősorban az áldozat személyéhez, munkájához, vagy érdeklődési köréhez kapcsolódik. A támadás során előfordulhat, hogy több levélváltás is történik a felek között, és a kártékony kódot tartalmazó csatolmány vagy link csak egy későbbi megkeresésben jelenik meg.

ISMERŐSTŐL ÉRKEZŐ LEVÉL

A leghihetőbb forgatókönyv, ha egy ismerőstől érkezik a kártékony programot tartalmazó levél. Ez több módon valósulhat meg:

Cím hamisítás. A támadó egy ismerős személy nevében hamisít elektronikus levelet, és úgy küldi el a kártékony kódot tartalmazó mellékletet. A támadás megtervezéséhez remek alapot adnak a különféle közösségi portálok, ahonnan lehet tudakozódni lehetséges ismerősökről, illetve lehetséges példákról.



Új emailcím készítése. Természetesen nem feltétlenül szükséges emailcím-hamisítással bajlódni, egy ingyenes tárhelyen készített fiók is tökéletesen megfelelő lehet a fájlok beküldésére – hiszen bárkinek bármennyi e-mail fiókja lehet különböző ingyenes szolgáltatónál, lehetetlen lenyomozni, hogy az adott fiók tényleg az illetőhöz tartozik-e.

Automatikus továbbküldés kontaktoknak. Sok esetben maga a kártékony program is tartalmazza azon funkciót, hogy automatikusan, észrevétlenül továbbítsa magát az áldozat címtárában található ismerősöknek – ezesetben széles körben, kevésbé célzottan hajtható végre a károkozás. Ilyen támadásra példák az I love you-, illetve az Anna Kournikova-vírus.

Felhasználó meggyőzése a továbbküldésről. Lehetőség van arra is, ha magát a felhasználót győzte meg a támadó arról, hogy továbbítsa ismerőseinek a kapott fájlt – a lánclevelekhez, hoax-okhoz hasonlóan, például nyereményt ígér, amennyiben elküldi a csatolt képet 10 ismerősének.

Kártékony kód terjesztése adathordozón

A kártékony programok terjesztésének harmadik nagy kategóriája, amikor valamilyen adathordozóra írja ki a támadó a kártékony kódot tartalmazó fájlt. Ez lehet CD/DVD, vagy pendrive, sőt memóriakártya, MP3-lejátszó vagy akár egy fényképezőgép is. Az, hogy a támadás során milyen adathordozók kerülnek alkalmazásra elsősorban a célszemélyek köre, illetve az alkalmazott forgatókönyv határozza meg. A CD/DVD előnye elsősorban az ára, hiszen egy optikai adathordozó lényegesen olcsóbban szerezhető be mint egy pendrive. Észlelés szempontjából szintén pozitív tulajdonsága, hogy az adathordozó felületén fel lehet tüntetni a tartalmára vonatkozó leírást, képet, mely ösztönzi a felhasználót a tartalom megtekintésére. A pendrive-ok elszórása ugyan költségesebb megoldás, előnyösebb lehet azonban olyan helyzetben, amikor a kártékony kód lefutásához elegendő az eszköz csatlakoztatása a számítógéphez. Becsületesebb felhasználó már csak abból a célból is szeretné megtekinteni a pendrive tartalmát, hogy esetleg abban rábukkanhat az adathordozó jogos tulajdonosára, de motiválhatja a megtalálót az is, ha valamilyen feltűnőbb, nagy tároló kapacitású eszközt talál, melyet később saját célra használhat.

ELHAGYOTT ADATHORDOZÓ

A kártékony programok terjesztésének egyik nemrégiben megjelent módszere a „Road Apple”-nek vagy baiting-nek nevezett technika. Ekkor a támadó egy fertőzött adathordozót (CD, DVD, pendrive, MP3 lejátszó, memóriakártya, sőt akár egy fényképezőgép) egy nyilvános (és persze a célszemélyhez közeli) helyen „elveszít”. A csalit valaki előbb-utóbb megtalálja és megnézi a tartalmát – mivel CD/DVD esetén a



Informatikai terek

támadó valamilyen érdekes címmel címkézi fel az adathordozót (pl. bizalmas információra vagy szexuális tartalomra célzva), pendrive esetén pedig csábító lehet, hogy megtarthatjuk, így garantált, hogy behelyezik a gépbe. Amint ez megtörténik, a program megkezd működését.

A trükk természetesen pendrive-okkal is tökéletesen működik. A HVG 2008. április 19.-i számában egy konkrét esetről is olvashattunk, amikor biztonsági audit során egy magyar cég informatikai rendszerébe hasonló módszerrel törtek be. A cég parkolójában szét-szórt pendrive-okat a legtöbb munkatárs gyanútlanul bedugta a számítógépébe, elindítva ezzel az eszközön található kémprogramot. [4]

Akár pendrive, akár CD/DVD kerül elszórásra a támadás során, általában forgalmas helyeken kerülnek elhelyezésre: parkoló, mosdó, fénymásoló, tárgyaló, büfé, stb., de célirányosan hagyható irodában is.

4] Márk Edina (2008): *Adatvédelem: az emberi tényező*. HVG XXX. évfolyam, 16. szám.

POSTÁN BEKÜLDÖTT ADATHORDOZÓ

Postai beküldésre általában CD vagy DVD kerülhet, valamilyen érdekesnek tűnő tartalommal és kísérlével. Ezen forgatókönyv során a célszemélyek száma korlátozott és előre meghatározott.

A levél tárgya lehet valamilyen nyereményjáték, ismertető anyag, vagy éppen munkával kapcsolatos, hivatalosnak tűnő dokumentum is. Szintén hatásos, ha a csomag valamilyen eseményre, ünnepre hivatkozva kerül beküldésre (pl. karácsony, névnap, stb.)

AJÁNDÉK ADATHORDOZÓ

Gyakori módszer, hogy a vállalatok reprezentációs anyagaikat, esetleg demó programjaikat különböző konferenciákon, rendezvényeken valamilyen adathordozón osztogatják a résztvevők számára. Egy támadó számára ötletes próbálkozás lehet fertőzött állományt tartalmazó adathordozót ilyen jellegű eseményeken eljuttatni a célszemélyeknek. Az adathordozó lehet CD vagy DVD (amennyiben a rajta levő tartalom elég érdekesen van összeállítva), vagy pendrive is (amennyiben a támadó célja, hogy a résztvevők biztosan elvegyék további használatra). Hasonló forgatókönyv képzelhető el valamilyen újság vagy könyv melléleteként történő terjesztésre is.



HITELES SZEMÉLY, ISMERŐS SAJÁT ADATHORDOZÓJA

A kártékony programok adathordozón történő terjesztésének egyik leggyakoribb módszere, ha a kártékony kód a felhasználó saját hordozható adattárolóját is automatikusan megfertőzi. Ezután az áldozat bármilyen okból kifolyólag, bármely más számítógéphez csatlakoztatja az eszközt, a tudtán kívül továbbfertőzi azt. Mivel egy valós személyben, ismerősben az ember jobban megbízik, a legtöbben nyugodt szívvel csatlakoztatják annak pendrive-ját a számítógépükhöz, úgy hogy fel sem merül bennük a véletlen károkozás gyanúja. Sokakban akkor sem merül fel annak gyanúja, hogy „összeszedhetnek” valamilyen kártékony programot, amikor saját pendrive-jukon adják át pl. egy póló vagy más ajándéktárgy nyomtatására szánt képet, vagy a kinyomtatandó dokumentumokat a nyomtatást vállaló szolgáltatónak.

Kártékony kód lefuttatása személyes ráhatással

A támadás célja, hogy a támadó maga győzze meg a gyanútlan felhasználót a kártékony kód lefuttatásának szükségességéről. Ennek érdekében a social engineer egy rendszergazdát megszemélyesítve hivatkozhat valamilyen szükséges biztonsági frissítés telepítésére, valamilyen gyakran használt programmal kapcsolatban észlelt hiba miatt indokolt javítócsomag lefuttatásra, egyéb különös eseményre. A meggyőzés történhet személyesen, vagy telefonon keresztül is, ezek az alábbi pontokban kerülnek bemutatásra.

A meggyőzés során a támadó élhet a segítségnyújtás technikájával (azaz arról győzi meg a felhasználót, hogy későbbi problémáit előzi meg tevékenységével), valamint akár a segítségkérés módszerével is (tehát magának a támadónak van szüksége a felhasználó segítségére, pl. hogy helyette futtat le egy biztonsági frissítést).

A módszer előnye, hogy a támadás során a célszemély egy valós, hús-vér emberrel kommunikál, mely a legtöbb ember gyanakvását elaltatja és arra ösztönzi, hogy bízson meg a segítséget nyújtó vagy épp kérő félben. A megkeresés történhet személyesen, illetve telefonon keresztül is, utóbbi esetben kisebb a lelepleződés kockázata.

A kártékony fájl és működése

Legyen szó akár egy letöltött állományról, akár elektronikus levél csatolmányaként érkező kártevőről, vagy éppen egy fertőzött fájl tartalmazó adathordozóról, a kártékony kódnak valamilyen módon le kell futnia a sikeres támadás végrehajtásához. Ez történhet automatikusan, vagy a felhasználó közreműködését igényelve is.



Informatikai terek

AUTOMATIKUS LEFUTÁS

Támadás szempontjából a legszerencésebb eset, ha az automatikus futtatás engedélyezve van az operációs rendszeren, és ekkor pl. az elhagyott CD/DVD-re vagy pendrive-ra (sőt, esetleg MP3-lejátszóra, memóriakártyára, vagy fényképezőgépre!) írt autorun.inf fájl az eszköz csatlakoztatásakor automatikusan, a felhasználó közreműködése nélkül lefut. Biztonságtudatosabb felhasználók ezt a funkciót tiltják, így a támadás nem minden esetben sikeres.

FUTTATHATÓ ÁLLOMÁNY

Amennyiben a kártékony program automatikus lefutása nem lehetséges, a támadónak lehetősége van egy jól megszerkesztett forgatókönyvvel rávenni a felhasználót, hogy ő indítsa el az általa az alábbi módszerek valamelyikével bejuttatott kártékony kódot. Ehhez szükség esetén valamilyen módon álcáznia kell a futtatható állományt, illetve annak kiterjesztését.

A következő lehetséges forgatókönyvek jöhetnek szóba:

Megkeresés forgatókönyvében indokoltta tenni a futtatható állományt. A legegyszerűbb módszer, amikor a támadó nem törekszik a kiterjesztés elrejtésére, hanem magát a támadást alakítja úgy, hogy a célszemélynek egy programot kelljen lefuttatnia, pl. a kísérelésvélben vagy a személyes ráhatás során egy szükséges biztonsági frissítés telepítésére hivatkozik.

Ikoncsere rejtett kiterjesztés mellett. Az egyik lehetőség a fájl álcázására, ha a kártékony kódot tartalmazó állomány ikonját valamilyen ikon cserélő programmal (pl. IconChanger) lecseréljük pl. egy Word dokumentuméra.

Plusz kiterjesztés alkalmazása rejtett kiterjesztés mellett. Amennyiben az ismert kiterjesztések rejtése engedélyezve van, de nem szeretnénk ikoncserező programmal bajlódni, választhatjuk a plusz kiterjesztés lehetőségét is, megzavarva ezzel a felhasználót – azaz a fájlnev mögé először beírja azt a kiterjesztést, amit mutatni szeretne, amögé pedig a valósat, mely úgysem látszik rejtett kiterjesztések esetén.

Kiterjesztés kitolása space-ekkel. Ötletes megoldás lehet a fájl kiterjesztésének space-ekkel való elrejtése is, ez abban az esetben jó megoldás, ha a támadó tisztában van vele, hogy a fájlok kiterjesztése látszódnia fog még ikoncsere ellenére is. Ilyenkor hasznos megoldás lehet, ha a fájlnev és a kiterjesztés közé annyi space-t szúr be, hogy a valós kiterjesztés már ne látszódjon az ablakban.

MAKRÓ

Munkahelyi környezetben sokan használnak makrókat, elsősorban Excel állományokban (de természetesen a többi Office fájlban is előfordulhat). A makrók alkalmazása ugyan nagyon hasznos lehet, és nagyban



[5] PTA CERT-Hungary (2012): *Adobe Reader és Acrobat többszörös sérülékenység*. <http://tech.cert-hungary.hu/vulnerabilities/CH-6216>.

megkönnyíti a felhasználók munkáját, azonban sokan megfélekeznek róla, hogy egy ártó szándékú támadó akár kártékony részt is beszúrhat a kódba. Az ily módon módosított fájlt a támadó beküldheti e-mail-ben, vagy bejuttathatja valamilyen adat-hordozón. A fájl nevét célszerű valami érdekesre kitalálni, projektek során a bérlista. xls a „legsikeresebb”, de szóba kerülhet ajánlat, vagy valamilyen szerződés is.

A fájl tartalmazhat fiktív adatokat, de az sem baj, ha nem bajlódunk ezek kitalálásával: amennyiben a makrók futtatása engedélyezve van, és lefut a kártékony kód, onnantól kezdve a felhasználó egy üres, „hibás” fájlt is találhat, amennyiben a makrófuttatás tiltva van, vagy a felhasználó engedélyezése szükséges, felhívhatjuk a figyelmét a küldött dokumentum elején a makrók engedélyezésére. Természetesen amennyiben a makrók futtatása automatikusan engedélyezve van, ebben az esetben a makróba bele lehet írni, hogy ez a figyelmeztető szöveg ne jelenjen meg, és vagy üres fájl, vagy fiktív adatok, esetleg egy újabb hibaüzenet bukkanjon elő.

EGYÉB FERTŐZÖTT FÁJL (PDF, MP3, STB.)

Abban az esetben, ha sem az autorun, sem a makrók nincsenek engedélyezve, a támadó készíthet más típusú fertőzött fájlt is, vállalati környezetben például egy fertőzött PDF-et vagy Word dokumentumot, magáncélra valamilyen videó vagy zenefájlt (pl. MP3). Ebben az esetben szükséges, hogy a támadó tudja, a célszemély milyen szoftvert, és a szoftvernek milyen verzióját használja pontosan az adott fájl megnyitására, lejátszására. Amennyiben a felhasználó által használt – elsősorban régebbi – verzió rendelkezik valamilyen sérülékenységgel, a kártékony kód írója könnyedén ki tudja használni azt egyáltalán beküldött fájlban. Projektek során például előszeretettel alkalmazunk PDF fájlokat, melyek az Adobe Reader bizonyos verzióinak sebezhetőségeit használják ki. [5]



SZAKONYI LAJOS *

Hőtechnikai modellezés és identifikáció a lakótérben

Összefoglalás: Intelligens lakótér megtervezéséhez, ellenőrző és irányítási rendszerének kifejlesztéséhez szükséges ismernünk az irányított beavatkozásoknak és az esetleges nemkívánatos zavaroknak a céljellelmzők (a beállítandó termodinamikai állapotjellemzők) tényleges értékeire gyakorolt hatását. Az *a priori* modellezési technikát követve, megmaradási törvényeket felállítva – élve a munkaponti linearizálással – határozhatjuk meg az egyes működtetési alternatíváknál az operátor-tartománybeli átviteli függvényeket. A folyamatdinamikai modellek paraméterezéséhez szükség volt kísérleti identifikációra is, mely hőszigeteléssel, hőmérsékletszabályozással ellátott lakótérben lefolytatott méréseket jelentett. A definiált folyamatdinamikai modellek (radiátoros fűtés a konvekció és sugárzásos hőhasznosítás, a légtér és falazat közötti hőtranszport, stb. figyelembevételével) harmadrendű időképletetű jelátviteli tagokat eredményeztek, melyek tartó- és mintavételező szervekkel kiegészítve impulzus-átviteli függvényekkel jellemezhető tagcsoportot szolgáltatottak. Az egyes átviteli függvények az adott üzemállapotnál egyértelműen jellemzik a folyamatdinamikát, melyhez kiválasztható a megfelelő irányítási rendszer, megtervezhető az intelligens irányítási stratégia.

Kulcsszavak: Matematikai modellezés, folyamatirányítás, intelligens rendszerek.

Abstract: In order to develop a control system for an intelligent accommodation, one has to know the impact of the control signals and other undesired noises on the goal parameters (thermodynamic attributes). Following the apriori modeling technique the transfer functions corresponding to various inputs, noises and operating modes can be given on the bases of a linearized system of conservation equations. The parameters of the dynamic model had been estimated by measurement. The dynamic representation of the accom-

* PTE, Pollack Mihály Műszaki és
Informatikai Kar
E-mail: szakonyi.lajos@pmmik.
pte.hu



[1] Mohilla, R.–Ferencz, B. (1982): *Chemical process dynamics*. Budapest: Akadémiai.

[2] Szakonyi, L. (1994): Energetic model of an elementary pipe-segment of a steam-water network. *Polack Periodica, An International Journal for Engineering and Information Sciences*.

[3] Szakonyi, L.–Jancsár, I. A.–Sari, Z. (1994): Energetic model for an elementary unit of a steamnetwork. *Polack Periodica, An International Journal for Engineering and Information Sciences*.

[4] Szakonyi L. (2005): Infokommunikációs technológia kidolgozása és regionális hasznosítása az energiaszolgáltatás területén. *Informatika a felsőoktatásban Konferencia*. Debrecen: Konferenciakiadvány.

[5] Szakonyi L. (2009): Városi vízgázvezeték hálózati modellezése és azonosítása. *Doktori (PhD) értekezés*. Pannon Egyetem, Veszprém. 155 p.

[6] Szakonyi L. (2002): *Jelek és rendszerek*. Pécs: PTE PMMK jegyzet.

modation taking into account the heating, heat losses, filtration, and the heat capacity of walls, resulted in third order transfer functions, which can be directly applied for simulations. Each of the transfer functions describes the effect of one particular input, and based on this kind of separation, the linear approximation of the behavior of the accommodation can be modeled accurately around any operating point. This representation can enable the construction of the energetic model of a whole building, following the topology of the building, and allows the establishment of an intelligent control strategy.

Keywords: Mathematical modeling, process control, intelligent systems.

Bevezetés

A cél olyan modellek felállítása volt, melyek egy lakóter leggyakoribb „üzemállapotainál” (a fűtési rendszerben történt technológiai, ill. üzemviteli módosítások, a hőenergia-szolgáltatás zavarai, s a környezeti hőmérséklet ingadozó jellege esetén) a zavarok céljellelmzőre (léghőmérsékletre) gyakorolt hatását (ezeket egymástól függetlenül is) képesek jellemezni. Rögzítésre kerültek egy hőszigeteléssel ellátott, gázkazánnal, hőmérséklet-szabályozással (helyiség-hőmérséklet és külső hőmérséklet alapján) üzemelő társasházi lakóternél a hőtechnikai viszonyait jellemző működési egyenletek.

A definiált folyamatdinamikai modellek (radiátoros fűtés a konvekció és sugárzásos hőhasznosítás, a légtér és falazat közötti hőtranszport, a filtráció stb. figyelembevételével) struktúrájának meghatározása a deduktív modellezési technikát követve indult, de a modellparaméterek tisztázásához szükséges volt a működő objektumon kísérleteket, méréseket elvégezni, melyek megbízható támpontokat szolgáltatottak a modell-paraméterek finomításánál.

Irányítási rendszert megtervezni az instacionárius működés ismeretében lehetséges, ezért is követelmény az átmeneti jelenségeket, az állandósult állapotok közötti időszakot leíró modellek létrehozása, a folyamatdinamika ismerete. [1]

A műszaki-szolgáltató rendszerre megmaradási törvényeket felállítva [2, 3, 4, 5] – élve a munkaponti linearizálással – határozhatjuk meg az egyes üzemviteli alternatíváknál az operátor-tartománybeli átviteli függvényeket. [6] Utóbbiak inverz Laplace-transzformálásával a tranziensek lefutása szemléltethető.



Az egyes átviteli függvények az adott üzemállapotnál egyértelműen jellemzik a folyamatdinamikát, melyhez kiválasztható a megfelelő irányítási rendszer, megtervezhető az irányítási stratégia. [7, 8] E közlemény egy kiválasztott modellstruktúra esetén – eltekintve a modellparaméterek meghatározásának menetétől – a vizsgált lakótér hőtechnikai modelljének szimulációjával nyert tranzienseket kívánja bemutatni.

A mellékelt 1. ábrához (130. old.) kapcsolódva különböző üzemállapot-alternatívánál vizsgálhatjuk a lakótér dinamikáját, figyelembevéve:

- a környezeti veszteségeket;
- a szellőztetés hatását (friss levegő beszívást);
- az előbbieket mellett a falazat hőkapacitásának szerepét.

A modellstruktúra rögzítése

A fűtőközegre a fűtött tér belépési és kilépési csőszelvényénél értelmezhető konvekciót, a fűtött légtér felé a közvetett hőátadást, s a fűtőközeg hőáramának időbeli változását tekintetbe vevő modell a következő energiamegmaradási egyenlettel jellemezhető:

$$q_{vf} \rho_f c_{pf} \vartheta_{fb} - q_{vf} \rho_f c_{pf} \vartheta_{fk} - \alpha A (\vartheta_{fk} - \vartheta_{lk}) = V_f \rho_f c_{pf} \frac{d \vartheta_{fk}}{dt} . \quad (1)$$

A lakótér légtérének hőmérsékét írjuk le a szellőztetésnél értelmezhető konvekción túlmenően a nyílászárókon, a falazaton, illetve a födémen át a környezet felé irányuló, továbbá a légtér és a belső válaszfalak közötti hőtranszportot jellemző, ugyancsak átadási árammal:

$$q_{vl} \rho_l c_{pl} \vartheta_{lb} - q_{vl} \rho_l c_{pl} \vartheta_{lk} + \alpha A (\vartheta_{fk} - \vartheta_{lk}) - \alpha_t A_t (\vartheta_{lk} - \vartheta_t) - \alpha_k A_k (\vartheta_{lk} - \vartheta_k) = V_l \rho_l c_{pl} \frac{d \vartheta_{lk}}{dt} . \quad (2)$$

A belső falazat és a légtér közötti hőátzármaztatásra vonatkozó mérleg átmeneti állapotban az alábbi:

[7] Szakonyi L.–Jancskárné A. I. (2002): *Szabályozások*. Pécs: PTE PMMK jegyzet.

[8] Szakonyi L.–Jancskárné A. I.–Sári Z. (2010): Regionális anyagáram-hálózat modellezése és identifikálása infokommunikációs rendszer kiépítésével. *Informatika korszerű technikái konferencia*.



$$\alpha_t A_t (\vartheta_{lk} - \vartheta_t) = V_t \rho_t c_t \frac{d \vartheta_t}{dt} \quad (3)$$

Az előbbi nemlineáris differenciálegyenletek a munkaponti linearizálás alkalmazásával átalakíthatók lineáris egyenletekké, ha az egyes időfüggő változókat úgy értelmezzük, mint munkaponti értékük (felül-vonással jelezve), s ettől való eltérésük (Δ jelölést alkalmazva) összege. Így nyerjük a következő egyenleteket a fűtőközegre:

$$\begin{aligned} & (\overline{q_{vf}} + \Delta q_{vf}) \rho_f c_{pf} (\overline{\vartheta_{fb}} + \Delta \vartheta_{fb}) - (\overline{q_{vf}} + \Delta q_{vf}) \rho_f c_{pf} (\overline{\vartheta_{fk}} + \Delta \vartheta_{fk}) - \alpha A (\overline{\vartheta_{fk}} + \Delta \vartheta_{fk}) + \\ & + \alpha A (\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk}) = V_f \rho_f c_{pf} \frac{d(\overline{\vartheta_{fk}} + \Delta \vartheta_{fk})}{dt}, \end{aligned} \quad (4)$$

a légtérre:

$$\begin{aligned} & (\overline{q_{vl}} + \Delta q_{vl}) \rho_l c_{pl} (\overline{\vartheta_{lb}} + \Delta \vartheta_{lb}) - (\overline{q_{vl}} + \Delta q_{vl}) \rho_l c_{pl} (\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk}) + \alpha A (\overline{\vartheta_{fk}} + \Delta \vartheta_{fk}) - \\ & - \alpha A (\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk}) - \alpha_t A_t (\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk}) + \alpha_t A_t (\overline{\vartheta_t} + \Delta \vartheta_t) - \alpha_k A_k (\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk}) + \\ & + \alpha_k A_k (\overline{\vartheta_k} + \Delta \vartheta_k) = V_l \rho_l c_{pl} \frac{d(\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk})}{dt}, \end{aligned} \quad (5)$$

s végül a légtér és a falazat közötti hőátzármaztatásra:

$$\alpha_t A_t (\overline{\vartheta_{lk}} + \Delta \vartheta_{lk}) - \alpha_t A_t (\overline{\vartheta_t} + \Delta \vartheta_t) = V_t \rho_t c_t \frac{d(\overline{\vartheta_t} + \Delta \vartheta_t)}{dt}. \quad (6)$$

A munkaponti értékek alapján az állandósult állapotra vonatkozó hőmérleg a fűtőközeg:

$$\overline{q_{vf}} \rho_f c_{pf} \overline{\vartheta_{fb}} - \overline{q_{vf}} \rho_f c_{pf} \overline{\vartheta_{fk}} - \alpha A \overline{\vartheta_{fk}} + \alpha A \overline{\vartheta_{lk}} = 0, \quad (7)$$

a légtér:

$$\overline{q_{vl}} \rho_l c_{pl} \overline{\vartheta_{lb}} - \overline{q_{vl}} \rho_l c_{pl} \overline{\vartheta_{lk}} + \alpha A \overline{\vartheta_{fk}} - \alpha A \overline{\vartheta_{lk}} - \alpha_t A_t \overline{\vartheta_{lk}} + \alpha_t A_t \overline{\vartheta_t} - \alpha_k A_k \overline{\vartheta_{lk}} + \alpha_k A_k \overline{\vartheta_k} = 0, \quad (8)$$



s a beltéri falazat esetén:

$$\alpha_t A_t \overline{\vartheta_{lk}} - \alpha_t A_t \overline{\vartheta_l} = 0 . \quad (9)$$

Képezve a kéttagú kifejezések szorzatát, eltekintve a másodrendűen kicsiny mennyiségektől ($\Delta * \Delta$), s levonva előbbiekből az állandósult állapotokra vonatkozó egyenleteket, lineáris differenciálegyenleteket nyerünk, melyekre alkalmazhatjuk a Laplace-transzformációt. A transzformált algebrai egyenletek így az alábbiak a fűtőközegre:

$$\begin{aligned} \overline{q_{vf}} \rho_f c_{pf} \vartheta_{fb}(s) + \overline{\vartheta_{fb}} \rho_f c_{pf} q_{vf}(s) - \overline{q_{vf}} \rho_f c_{pf} \vartheta_{fk}(s) - \overline{\vartheta_{fk}} \rho_f c_{pf} q_{vf}(s) - \alpha A \vartheta_{fk}(s) + \\ + \alpha A \vartheta_{lk}(s) = V_f \rho_f c_{pf} s \vartheta_{fk}(s) , \end{aligned} \quad (10)$$

a légtérre: ($\overline{\vartheta_{lb}} = \overline{\vartheta_k} = 0$):

$$\begin{aligned} \overline{q_{vl}} \rho_l c_{pl} \vartheta_{lb}(s) + \overline{\vartheta_{lb}} \rho_l c_{pl} q_{vl}(s) - \overline{q_{vl}} \rho_l c_{pl} \vartheta_{lk}(s) - \overline{\vartheta_{lk}} \rho_l c_{pl} q_{vl}(s) + \alpha A \vartheta_{fk}(s) - \\ \alpha A \vartheta_{fk}(s) - \alpha_t A_t \vartheta_{lk}(s) + \alpha_t A_t \vartheta_l(s) - \alpha_k A_k \vartheta_{lk}(s) + \alpha_k A_k \vartheta_k(s) = s V_l \rho_l c_{pl} \vartheta_{lk}(s) \end{aligned} \quad (11)$$

valamint a belső falazatra:

$$\alpha_t A_t \vartheta_{lk}(s) - \alpha_t A_t \vartheta_l(s) = s V_t \rho_t c_t \vartheta_l(s) . \quad (12)$$

Bevezetve a *Stanton*-számként értelmezhető konstansokat és időállandókat: $a_1 = \frac{\alpha A}{\rho_f c_{pf} q_{vf}}$,

$$a_2 = \frac{\alpha A}{\rho_l c_{pl} q_{vl}} , \quad a_4 = \frac{\alpha_k A_k}{\rho_l c_{pl} q_{vl}} , \quad a_6 = \frac{\alpha_t A_t}{\rho_l c_{pl} q_{vl}} , \quad a_7 = \frac{\alpha_t A_t}{\rho_t c_t V_t} , \quad t_f = \frac{V_f}{q_{vf}} \text{ ill. } t_l = \frac{V_l}{q_{vl}}$$



(az áramló fűtőközeg, ill. levegő átlagos tartózkodási ideje), nyerjük az előbbi egyenletekből a fűtőközeg kilépési hőmérsékletére (ϑ_{fk}) rendezett formák alapján az alábbi kapcsolatokat (bevezetett jelölés):

$$\begin{aligned} \Delta \overline{\vartheta_f} &= \overline{\vartheta_{fb}} - \overline{\vartheta_{fk}}): \\ \frac{a_1}{1 + a_1 + s t_f} \overline{\vartheta_{lk}}(s) + \frac{1}{1 + a_1 + s t_f} \overline{\vartheta_{fb}}(s) + \frac{\overline{\Delta \vartheta_f}}{q_{vf}} \frac{1}{1 + a_1 + s t_f} q_{vf}(s) &= \frac{1 + a_2 + a_4 + a_6 + s t_l}{a_2} \overline{\vartheta_{lk}}(s) - \\ - \frac{1}{a_2} \overline{\vartheta_{lb}}(s) + \frac{1}{a_2} \frac{\overline{\vartheta_{lk}}}{q_{vl}} q_{vl}(s) - \frac{a_6}{a_2} \overline{\vartheta_t} - \frac{a_4}{a_2} \overline{\vartheta_k}(s). \end{aligned} \quad (13)$$

Az előbbi egyenletből kiemelve a légtér-hőmérséklet Laplace-transzformáltját, s elkülönítetten szerepeltetve az irányítandó objektum (lakótér) bemeneti-, valamint állapotjellemzőit, az alapjel-követésre vonatkozó és az egyes zavarátviteli függvényeket leszármaztatására alkalmas, alábbi forma áll elő, tehát $\overline{\vartheta_{lk}}(s) =$

$$\begin{aligned} &= \frac{(a_2 s + a_2 a_7)(1 + a_1 + s t_f) \left[\overline{\vartheta_{lb}}(s) - \frac{\overline{\vartheta_{lk}}}{q_{vl}} q_{vl}(s) + a_4 \overline{\vartheta_k}(s) \right]}{(1 + a_2 + a_4 + a_6 + s t_l)(a_2 s + a_2 a_7)(1 + a_1 + s t_f) - a_2 a_6 a_7 (1 + a_1 + s t_f) - a_1 a_2 (a_2 s + a_2 a_7)} + \\ &+ \frac{a_2 (a_2 s + a_2 a_7) \left[\overline{\vartheta_{fb}}(s) + \frac{\overline{\Delta \vartheta_f}}{q_{vf}} q_{vf}(s) \right]}{(1 + a_2 + a_4 + a_6 + s t_l)(a_2 s + a_2 a_7)(1 + a_1 + s t_f) - a_2 a_6 a_7 (1 + a_1 + s t_f) - a_1 a_2 (a_2 s + a_2 a_7)} \end{aligned} \quad (14)$$



A hőtechnikai folyamatok számítógépes szimulációja

A (14) összefüggéssel jelzett modellstruktúrába, mint operátor-tartománybeli eredő átviteli függvénybe helyettesítsük be a meghatározott modell-paramétereket. Így a tört számlálójában elkülönítetten szereplő öt bemeneti jellemzőre külön-külön is meghatározhatók a zavarátviteli, illetve az alapjel-követésre vonatkozó átviteli függvények (eközben mindig a másik négy bemenet időbeli állandóságát feltételezzük, tehát transzformáltjaikat zérussal helyettesítjük). Az alábbiak szerint számszerűsített zavarátviteli függvények kifejezik a légtér hőmérsékletére kifejtett hatását

– a belépő levegő hőmérséklet-változásának:

$$Y_1(s) = \left[\frac{0,000982194 \cdot (s + 0,0000103042) \cdot (s + 0,000765495)}{s^3 + 0,00337456 \cdot s^2 + 1,58921 \cdot 10^{-6} s + 1,17788 \cdot 10^{-11}} \right], \quad (15)$$

– a fűtővíz (előremenő) belépési hőmérséklet-változásának:

$$Y_2(s) = \left[\frac{1,61476 \cdot 10^{-7} \cdot s + 1,66387 \cdot 10^{-12}}{s^3 + 0,00337456 \cdot s^2 + 1,58921 \cdot 10^{-6} s + 1,17788 \cdot 10^{-11}} \right], \quad (16)$$

– a környezet hőmérséklet-ingadozásának:

$$Y_3(s) = \left[\frac{0,000300159 \cdot (s + 0,0000103042) \cdot (s + 0,000765495)}{s^3 + 0,00337456 \cdot s^2 + 1,58921 \cdot 10^{-6} s + 1,17788 \cdot 10^{-11}} \right], \quad (17)$$

– a friss-levegő áram bevezetés, a szellőztetés igénybevételének:

$$Y_4(s) = \left[\frac{0,124639 \cdot (s + 0,0000103042) \cdot (s + 0,000765495)}{s^3 + 0,00337456 \cdot s^2 + 1,58921 \cdot 10^{-6} s + 1,17788 \cdot 10^{-11}} \right]. \quad (18)$$

A fűtővíz árama – mint módosított jellemző – változtatásának a céljellelemzőre (szabályozott jellemzőre) gyakorolt hatása pedig a következő, alapjel-követésre vonatkozó átviteli függvény alapján értelmezhető:



$$Y_5(s) = \left[\frac{0,236865 \cdot s + 2,44069 \cdot 10^{-6}}{s^3 + 0,00337456 \cdot s^2 + 1,58921 \cdot 10^{-6} s + 1,17788 \cdot 10^{-11}} \right]. \quad (19)$$

Az előbbi átviteli függvényekben a számítási műveletek elvégzése az s -operátorra nézve harmadrendű egyenletek megoldását, a zérushelyek és a pólusok kiszámítását tette szükségessé, s így nyerhető az átviteli függvényeknek a 3 részlettörtre bontott, gyöktényező, ill. időállandós alakja. Digitális (mintavételes) irányítási rendszer megtervezésénél, intelligens rendszerek szimulálásánál a folyamatos elemet – esetünkben az átviteli függvényével jellemzett lakótéri objektumot – szükséges kiegészíteni tartó-, s mintavételező szervvel, majd meghatározni az így nyert tagcsoport impulzusátviteli függvényét. [9] A lakóteret jellemző „szakasz-dinamikák” alapján jellemeztük a végbemenő hőtechnikai változásokat, továbbá ezekhez illesztettük az irányítási rendszer algoritmusát, azok egyes alternatíváit. A struktúrájával és modell-paramétereivel rögzített folyamatdinamikai modellek vizsgálata – a szimulációs feladatokra kiválóan alkalmas, grafikus felhasználói felülettel rendelkező – *MATLAB* fejlesztő-környezetben valósult meg.

A modell matematikai leírását jelentő eredeti, nemlineáris differenciálegyenletek (nemlineáris modell), illetve a megelőző fejezetben leírt munkaponti linearizálással linearizált egyenletek (lineáris modell) adott feltételekre történő megoldásán, a különböző üzemállapotok, beavatkozások, zavarások szemléltetésén túlmenően a modell-megoldások összevetésére, a tranziens lefutások közös koordináta-rendszerben történő ábrázolására is sor került. Utóbbi, lineáris modell ugyan nem számol az időfüggő változók szorzatával (ezeket „másodrendűen kicsiny” mennyiségként tekinti), de a lakótér fűtési időszakára definiált paraméter-beállítások, dinamikák, kisfrekvenciás időbeli változások esetén, s ezek szimulációja során nem mutatott számottevő eltérést a nemlineáris modelltől, az állapotterez leírással nyert megoldásoktól. [10]

A 2. ábrán (131. old.) látható, hogy a lakótéri klímát alapvetően meghatározó bemenetek időbeli jellegét, alakulását a működtetett rendszerben tapasztalható tényleges változtatásaikhoz igazítva rögzítettük. Így a környezeti hőmérséklet napi, periodikus jelleggel történő ingadozását $\pm 4 \cdot C^\circ$ amplitúdójú szinuszfüggvénnyel közelítettük, a véges időtartamig tartó szellőztetés és a lakás egyéb melegvíz-fogyasztóinak esetenkénti belépésével jelentkező fűtővíz-hőmérséklet csökkenés ($3 \cdot C^\circ$) jellegét négyszöglöklésként definiáltuk.

A 3. ábrán (132. old.) adott szabályozó-paraméter beállítással és szabályozó algoritmussal működtetett lakótéri objektum – alapjel-ugrásra (a beállítandó lakótéri hőmérséklet $3 \cdot C^\circ$ -os ugrásszerű növelésére) és zavarójel-bemenetre vonatkozó – együttes válasz-függvényei szerepelnek a tényleges lakótéri hőmérséklet és a módosított jellemző tranzienseinek bemutatásával. A szabályozó algoritmus beállított paramétere nem az optimális beállítást (pl. minimális túllendülés, ill. beállási idő) jelentették, hogy jobban láthatók legyenek a lineáris, ill. a nemlineáris modell-megoldások között mutatkozó esetleges eltérések.



Konklúzió

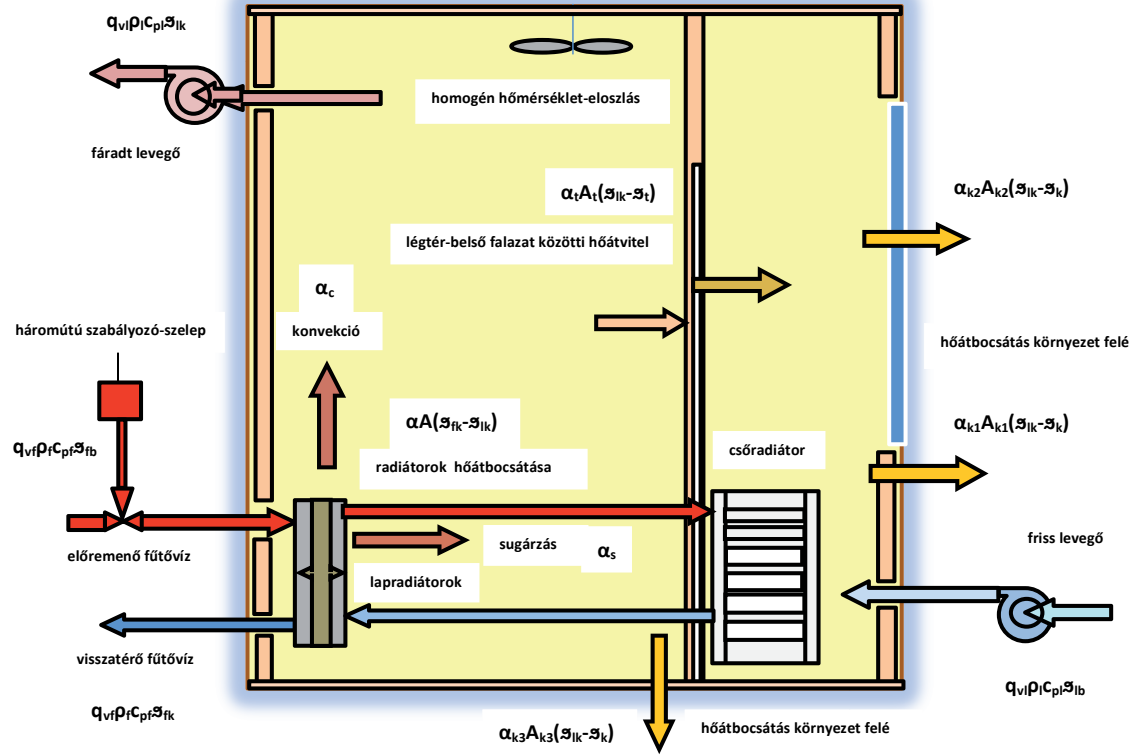
A modellparaméterek ismeretében a működési egyenletekből munkaponti linearizálással nyert transzformált algebrai egyenletek, s az ezekből adódó átviteli függvények igen előnyösen, egymástól elkülöníthető módon jellemezhetik az energiaellátásban jelentkező zavarok hatását az üzemvitelre.

A szimulációs futtatások igazolták a lineáris és a nemlineáris modellemegoldások közötti hasonlóságot. Így a lakótér egyes üzemállapotainak modellekkel történő leképezése, az irányítási stratégiák felállítása, s az irányított rendszer szimulációja viszonylag egyszerű matematikai módszerekkel és számítógépes apparátussal volt elvégezhető.

Célunk továbbra is olyan, intelligens épületirányítási rendszer megtervezése, mely a lakótéri egyedi, sajátos dinamikák alapján építi fel a többlakásos, többszintes lakóépület topológiáját, s képes alkalmazkodni a helyi, lakótéri (lakásonkénti) igényekhez.

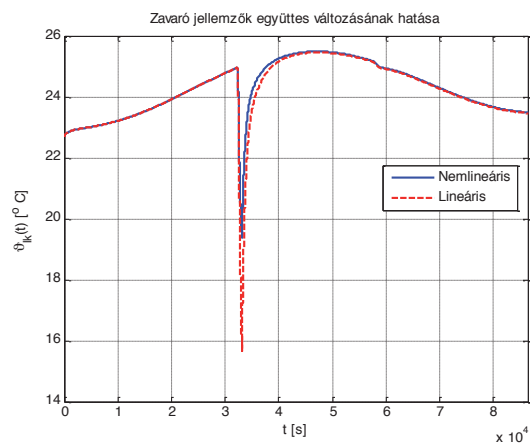
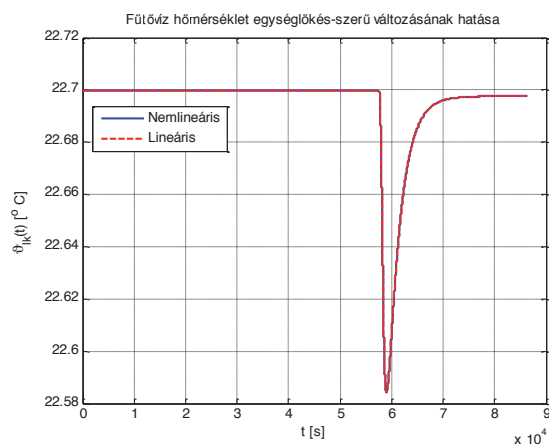
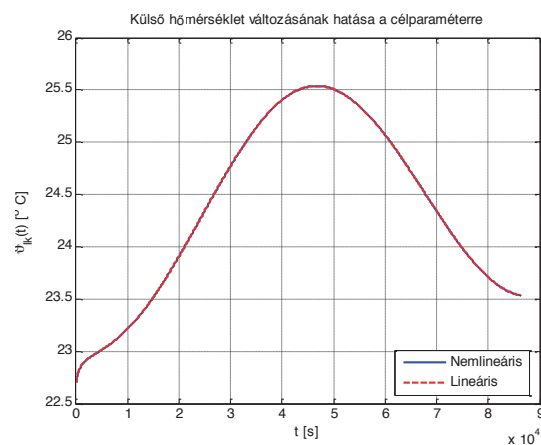
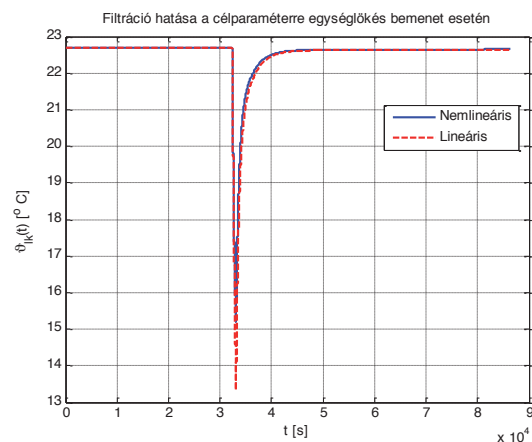
Ábrák

1. ábra. A lakótéri transzportfolyamatok összetevői.



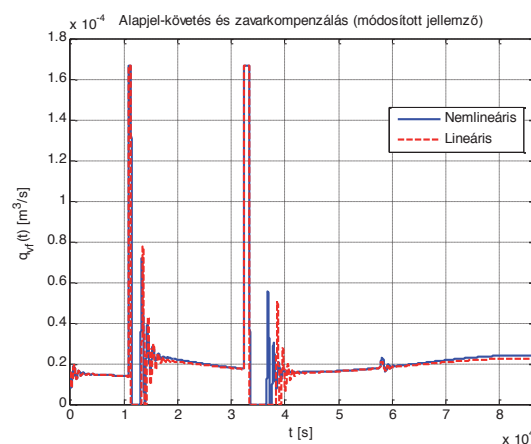
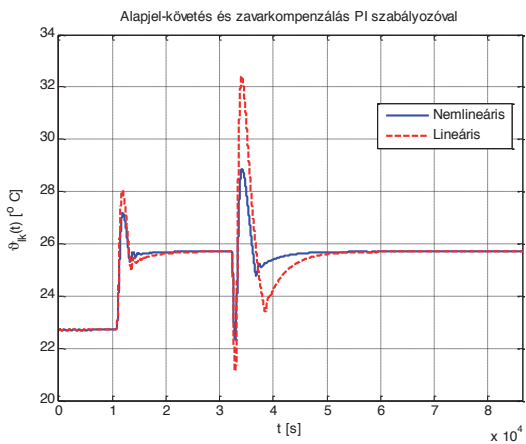
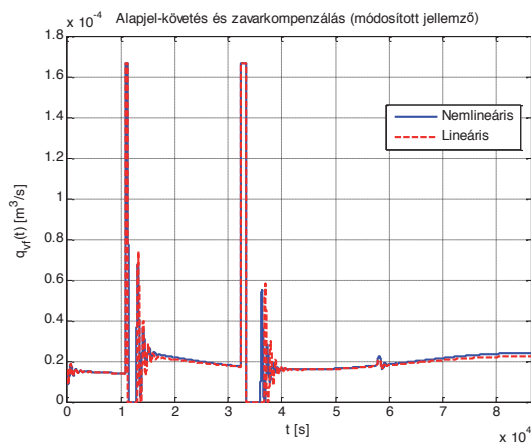
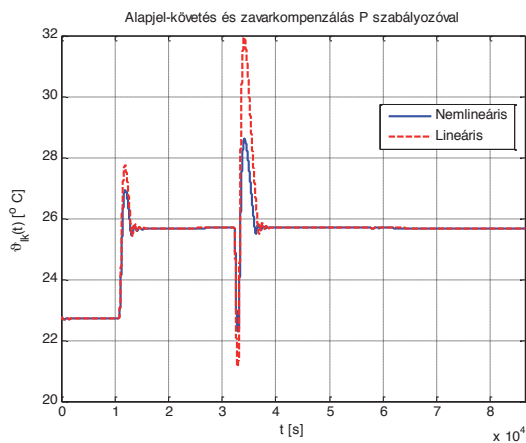
(q_{vf} – fűtőközeg térfogatsebesség; ρ_f – fűtőközeg sűrűség; c_{pf} – fűtőközeg fajhő; ϑ_{fb} , ϑ_{fk} – a fűtőközeg belépési, kilépési hőmérséklete; ϑ_{lk} – légtér hőmérséklet; α , A – a radiátorok hőátbocsátási tényezője, hőátadásra hasznosítható felülete; V_f – fűtővíz térfogat; α_k , A_k – a környezet felé értelmezett hőátbocsátási tényező, hőátadó felület; ϑ_k , ϑ_{lb} – a környezeti hőmérséklet, a levegő belépési hőmérséklete; ρ_l , c_{pl} – levegő sűrűség, állandó nyomáson mért fajhő; V_l – légtér térfogat; α_t – a belső válaszfalak hőátbocsátási tényezője; ϑ_t , ρ_t , c_t – a beltéri falak hőmérséklete, sűrűsége, fajhője; A_t , V_t – a válaszfalak felülete, térfogata; t – időkoordináta)

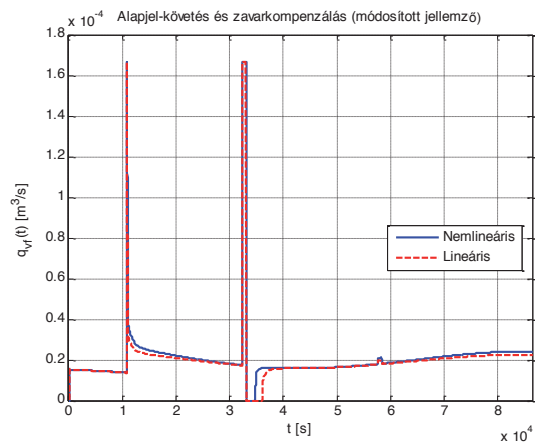
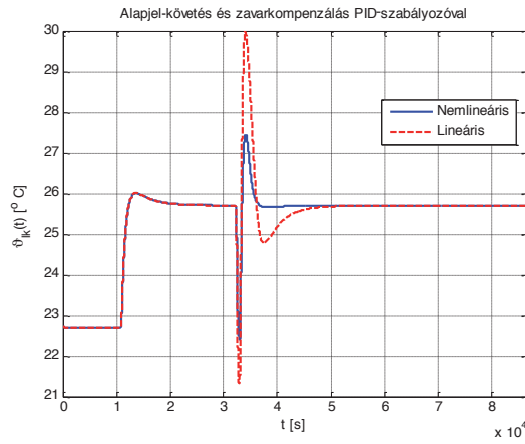
2. ábra. A különböző zavarások tipikus jelszerű változásának hatása a légtér hőmérsékletére a lakótér szabályozás-nélküli üzemeltetése során (a környezeti hőmérséklet napi periodikus változása szinuszfüggvénnyel közelítve).





3. ábra. Az alapjel-követés (légtér-hőmérséklet alapértékének ugrásszerű megváltoztatására adott válasz) és az egymástól függetlenül fellépő zavarok kompenzálása különböző szabályozó algoritmusokkal (a környezeti hőmérséklet napi periodikus változása szinusz-függvénnyel közelítve; szabályozó paraméterek: $AR=2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sK}$; $AI=5,4 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$; $AD=0,117 \text{ s}$; $T^*=0,3145 \text{ s}$).







ROSTÁS ISTVÁN *-KŐVÁRI ATTILA **

Vakok tájékozódását segítő rendszerek összehasonlítása, továbbfejlesztési lehetőségei

* Dunújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: rosti.istvan@gmail.
com

** Dunújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: kovari@mail.duf.hu

Összefoglalás: A 2014-es, WHO által közzétett adatok alapján, földünkön 39 millió vak és 246 millió gyengén látó ember él. Számukra – a közlekedés során – különböző tereptárgyak, objektumok nehezen, vagy egyáltalán nem észlelhetőek, mégis az informatika korában a hagyományos eszközökön (féhérbot, vakvezető kutya) kívül nincs más elterjedt eszköz, amely a látássérültek tájékozódását hivatott segíteni. Erre alapozva igen hasznos lehet egy olyan kompakt eszköz, mely elérhető áron képessé teszi felhasználóját ezen tereptárgyak lokalizációjára, ezáltal az önálló gyalogos közlekedésre. A cikkben bemutatásra és összehasonlításra kerülnek a témával kapcsolatosan végzett eddigi fejlesztések, azok előnyei és hátrányai, valamint egy olyan rendszer kerül leírásra, mely az eddigi rendszerek hiányosságait hivatott megszüntetni és egy újfajta összetett hangjelzés formájában tájékoztatni viselőjét az akadályok távolságáról és irányáról.

Kulcsszavak: Akadályérzékelés, gyalogos közlekedés, gyengén látók.

Abstract: Based on the data that has been released by WHO in 2014, there are 39 million blind and 246 million sighted people, who lives on our earth. While they are walking, some objects can't or slightly can be recognized by them. However, in the age of Information Technology besides the usual tools like the long white cane, or the dog guide, there is no other popular tool for them to use. Based on this can be very useful a compact device which can make its user to recognize the objects while they are walking with no help, at a low price. The article shows and compares the developments in connection with this subject, it's advantages and disadvantages and also describes a system, which bypasses the previous system's deficiencies. Informs the user of the distance and direction of the objects around him, with a new and complex tone.

Keywords: Obstacle detection, walking, partially sighted.



Bevezető

A földünkön közel 290 millió látássérült ember él, esetükben a hétköznapi önálló gyalogos közlekedés sok problémát jelent. A tereptárgyak, akadályok felderítésére elsődlegesen botot alkalmaznak, de más önálló gyalogos közlekedést segítő eszközök, elgondolások is fejlesztés alatt vannak.

Ezen eszközök általában túl drágák így állami támogatás hiányában egy fogyatékkal élő ember számára ezek megfizethetetlenek. Persze több eszköz található a megfizethető kategóriában is, viszont ezek a technológiák nem elég kiforrottak, nem elég pontosak ahhoz, hogy az önálló gyalogos közlekedést támogassák, csupán kiegészítik és biztonságosabbá teszik a fehérbottal való közlekedést.

Az előzőekben levont következtetések alapján egy olyan kompakt eszköz lenne célszerű, ami képessé teszi a felhasználóját a környezetében lévő akadályok helyének és távolságának a meghatározására.

A rendszerben használt eszközök és technológiák kiválasztásánál fontos szempont, hogy a kész termék forgalombahozása esetén megfizethető áron legyen elérhető.

A következőkben néhány látássérültek számára kidolgozott rendszer kerül bemutatásra és értékelésre.

Látássérültek számára kidolgozott rendszerek

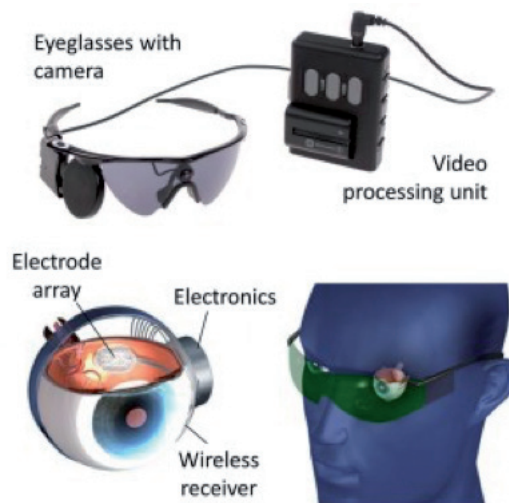
BIONIKUS SZEM IMPLANTÁTUM

A bioinformatika (a biológia és az informatika határterülete) fejlődésével olyan eszközök kialakítása vált lehetővé, mint a Duke Eye Center által kifejlesztett Argus II. (1. ábra.) [1] névre keresztelt bionikus szem.

[1] Kotecha, A.–Zhong, J.–Stewart, D.–Da Cruz, L. (2014): *The Argus II prosthesis facilitates reaching and grasping tasks: a case series*. BioMed Central Ltd. (<http://www.biomedcentral.com/1471-2415/14/71>)
%88MC4_255_250_poly%E
F%BC%89_EN.pdf



1. ábra. Argus II.



forrás: <http://scienceinclusive.com/>

Az eszközt egy kameraegység és egy az agyba ültetett implantátum alkotja. A sérült vagy beteg látószerv kikerülésével a kamera által érzékelt fényt továbbítja az implantátumnak, ezáltal olyan betegségek gyógy módjának szánják, mint például a szemideghártya gyulladás (retinitis pigmentosa).

Az eszköz nem adja vissza a látást, jelenleg a felhasználó a rendszer segítségével megtudja különböztetni a sötétet a világostól. Bár már ez is óriási előre lépés a vakság és a látássérülés orvoslásában, de ezzel a jelenlegi működési elvvel nem megvalósítható az önálló gyalogos közlekedés, mivel a tereptárgyak és a szintkülönbségek nem érzékelhetők.

Mivel a bionikus szemek és implantátumok jelenlegi fejlettségi szintje nem éri el azt a szintet, hogy a felhasználó képes legyen olyan vizuális képet alkotni, aminek a segítségével meghatározhatja a közelében lévő akadályok távolságát és irányát, valamint a szintkülönbségeket, ezért más jellegű kutatási eredmények vizsgálata következett.



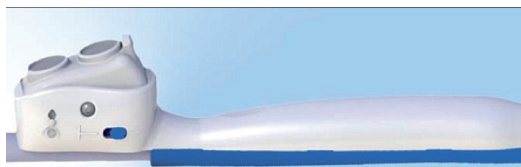
Informatikai terek

ULTRAHANGOS TÁVOLSÁGMÉRÉSEN ALAPULÓ TEREPTÁRGY-ÉRZÉKELÉS

Számos olyan eszköz létezik, amik arra lettek tervezve, hogy rezgés- vagy hangalapú visszajelzés formájában tájékoztassák a látássérült felhasználót az észlelt tereptárgy távolságáról és irányáról. Ezek közös jellemzője az, hogy valamilyen szenzor segítségével távolságot mérnek, majd egy jelfeldolgozó egység segítségével azt kiértékelik. Az alábbi rendszerek mindegyike ultrahangos szenzort használ.

A SmartCane Device (2. ábra.) egy fehérbotra szerelt ultrahangos szenzorból és jelfeldolgozóból áll. Az eszköz működése közben ultrahangot bocsájt ki, majd a visszhangokból határozza meg a távolság értékét. [2]

2. ábra. SmartCane Device.



forrás: <http://www.dailymail.co.uk/>

A rendszer rezgésintenzitás-változtatásokkal jelez vissza a felhasználónak a távolság függvényében hasonlóképp, mint a magyar fejlesztésű Aurora (3. ábra.). [3]

3. ábra. Aurora.



forrás: <http://richpoi.com/>

[2] Saksham, SmartCane Device. 2012. (<http://smart-cane.saksham.org/>)

[3] Magyar találmány válthatja a vakok kezében a fehér botot, 2014. (<http://richpoi.com/cikkek/tudo-many/magyar-talalmany-valthatja-a-vakok-kezeben-a-feher-botot.html>)

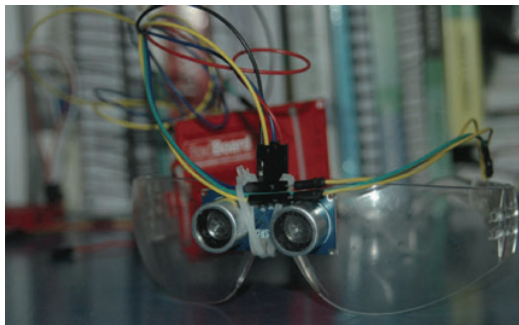


[4] Greek teen wins first prize at Google's Science Fair for smart glasses for the blind, 2014. (<http://en.protothema.gr/greek-teen-invents-smart-glasses-for-the-blind/>)

[5] Ambutech: *Finally an innovative mobility aid at an affordable price!* 2012. (<http://ambutech.com/iglasses>)

Angelos Getsis által kifejlesztett Smart Glasses egy szemüvegen elhelyezett ultrahangos távolságmérőt tartalmaz (4. ábra.). A fejlesztés első helyen végzett a 2014-es Google's Science Fair versenyen [4]

4. ábra. Smart Glasses.



<http://www.vice.com/>

Hasonló fejlesztés a AmbuTech és RNIB által kifejlesztett iGlasses™ (5. ábra.) szemüvegen a szenzorok egy szemüvegen helyezkednek el [5].

5. ábra. iGlasses™.



forrás: <http://ambutech.com>



Informatikai terek

Az University of Auckland egyetemen Claire Davies által fejlesztett AUDEO [6] és a Yorkshire Company Sound Foresight Technology által forgalmazott UltraCane [7] esetén is a szenzorok egy fehérboton helyezkednek el (6. ábra.).

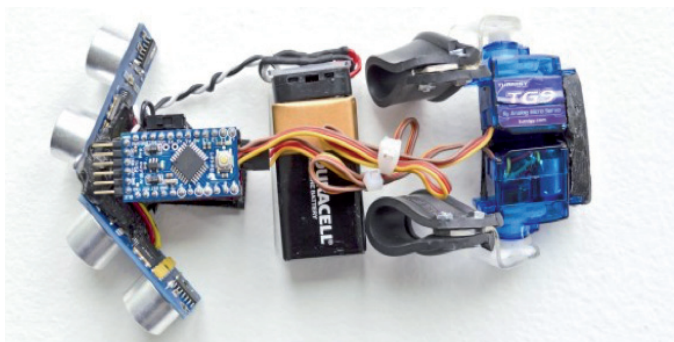
6. ábra. UltraCane.



forrás: <http://ultracane.com>

A www.grathio.com weboldalon található „Meet The Tacit Project. It's Sonar For The Blind.” cikk egy olyan útmutatót tartalmaz, ami alapján otthon is összeállítható egy a felsoroltakhoz hasonló eszköz (7. ábra.). [8]

7. ábra. Tacit Project.



forrás: www.grathio.com

[7] Paul Fanning (2013): *Ultrasonic sensors give additional mobility to visually impaired.* (<http://www.eurekamagazine.co.uk/design-engineering-features/technology/ultrasonic-sensors-give-additional-mobility-to-visually-impaired/48431/>)

[8] Steve Hoefer (2011): *Meet The Tacit Project. It's Sonar For The Blind.* (<http://grathio.com/2011/08/meet-the-tacit-project-its-sonar-for-the-blind/>)



[9] Tóth András
(2003): *Hullámtani
összefoglaló.*
([http://www.muszer-
oldal.hu/measureno-
tes/hullamtan.pdf](http://www.muszer-
oldal.hu/measureno-
tes/hullamtan.pdf))

[10] Prutchi, D.
(2012): (SharkVision)
– A Sen-sing Suit for
the Blind by Hannah
Prutchi, d.i.y. *Medical
Devices.*

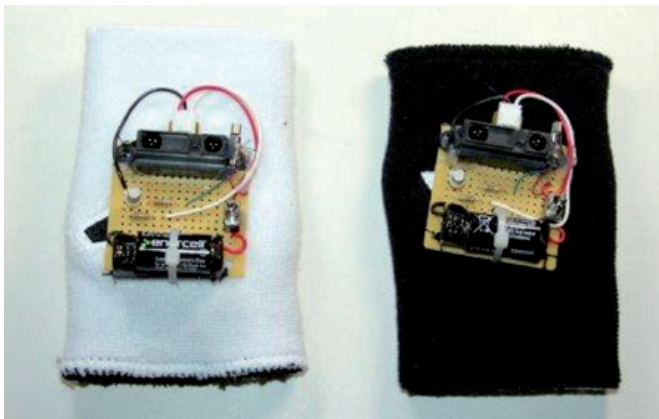
Ezekkel a rendszerekkel már meglehetősen határozni egyes tereptárgyak távolságát önálló gyalogos közlekedéskor, viszont nagy betekintési szögben található akadály esetén, a visszaverődés törvénye miatt nem tér vissza a méréshez szükséges visszhang, ezért előfordulhatnak olyan veszélyes akadályok, amiket nem jelez a rendszer. [9] Emellett a közlekedés közben, a felhasználó előtt lévő szintkülönbségek észlelése is megoldatlan fehér bot hiányában.

INFRAVÖRÖS TÁVOLSÁGMÉRÉSEN ALAPULÓ TEREPTÁRGY-ÉRZÉKELÉS

A robotikában használt legnépszerűbb távolságérzékelő szenzorok infravörös fényt használnak a tereptárgy távolságának a meghatározására. Ezekből a szenzorokból többféle létezik különböző méréstartományokkal.

Ilyen elven működő szenzorok találhatók a Hannah Prutchi által kifejlesztett SharkVision névre keresztelt rendszeren. A csuklóra erősített eszköz (8. ábra.) fő részét egy IR-szenzor és egy vibrátor képezi. A szenzor által érzékelt objektum távolságának függvényében rezgéssel jelez vissza a rendszer a felhasználónak. [10]

8. ábra. SharkVision.



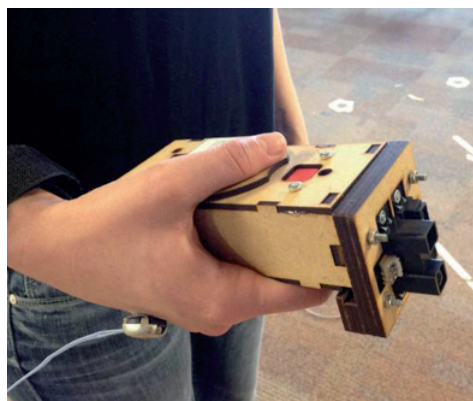
forrás: <http://www.prutchi.com/>



Informatikai terek

A University of Cincinnati hallgatói, Luis Favela, Tom Froese és Adam Spiers által kifejlesztett Enactive Torch nevű eszköz (9. ábra.) is IR-szenzort használ a távolság mérésre, viszont a közelségről a felhasználót nem rezgésimpulzus változtatás segítségével, hanem berregéssel tájékoztatja. [11]

9. ábra. Enactive Torch.



forrás: <http://techcrunch.com/>

Az Amjed S. Al-Fahoum, Heba B. Al-Hmoud, és Ausaila A. Al-Fraihat által írt „A Smart Infrared Microcontroller-Based Blind Guidance System” [12] kutatási cikkben egy olyan rendszer olvasható, ami bár hasonló elven működik, mint az eddig felsoroltak, de a visszajelzés összetettebb formában történik.

A rendszer két különálló hangszórójának segítségével abban a fülben történik a folyamatos hangjelzés, amelyik irányban található az észlelt tereptárgy. Az objektum távolságáról pedig rezgés-intenzitással jelez vissza a felhasználója számára.

A szenzorok elhelyezése miatt csak kis sávban történik az akadályészlelés, fej vagy törzs magasságban az ilyen kialakítással a szintkülönbségek észlelése szintén megoldatlan. A kézre szerelt IR-szenzorokkal észlelhetőek a szintkülönbségek, viszont a keskeny észlelési sáv itt is problémát jelent.

[11] Biggs (2014): *The Enactive Torch Is a Sensor That Helps The Blind „See”*. (<http://techcrunch.com/>)

[12] Al-Fahoum, A. S.–Al-Hmoud, H. B.–Al-Fraihat, A. (2013): A Smart Infrared Microcontroller-Based Blind Guidance System. *Active and Passive Electronic Components*. Article ID 726480, 2013 (<http://www.hindawi.com/journals/apec/2013/726480/>)



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

Gyalogos közlekedését segítő fejlesztések értékelése

A következő 1. táblázatban összehasonlításra kerülnek a gyengén látók gyalogos közlekedését segítő, az előzőekben bemutatott fejlesztések.

1. táblázat. Gyengén látók gyalogos közlekedését segítő fejlesztések értékelése.

Implanátum

Előnyök	Hátrányok
Vizuális képet szolgáltatnak Nincs szükség a visszajelzések megértésére, magtanulására Nem csak a gyalogos közlekedést segítik Látás mesterséges visszaadása Továbbfejlesztési lehetőségek	Fejlesztési fázisban van Szűk körben elérhető Drága



Ultrahangon alapuló fejlesztések



Előnyök	Hátrányok
Olcso Széles körben elérhető Akadály távolság pontos meghatározása	Kevés szenzor használat miatti szűk érzékelési tartomány Nagyobb betekintési szögben pontatlan mérést eredményez Járófelületben lévő szintkülönbség érzékelése megoldatlan

IR szenzoron alapuló fejlesztések

Előnyök	Hátrányok
Megfizethető Széles körben elérhető Akadály távolság pontos meghatározása Szintkülönbségek érzékelése Nagy betekintési szög	Kevés szenzor használat miatti szűk érzékelési tartomány Az IR szenzor jelentősen drágább, mint az ultrahangos





Informatikai terek

Az értékelésből látható, hogy mind a szűk érzékelési tartomány, mind pedig a járófelület szintkülönbségeinek érzékelése nem valósítható meg megfelelően.

Továbbfejlesztési lehetőségek

Egy új rendszer tervezésekor az előző fejezetben kapott eredményeket célszerű figyelembe venni, a meglévő eszközök előnyeinek megtartásával minél több hátránként jelentkező tényező kiküszöbölésével. Egy ilyen rendszer az alábbi követelményeknek kell megfeleljen:

- A fej és törzsmagasságban, a gyalogos közlekedés főbb irányában, tehát balra, jobbra és előre, meg kell oldani az akadályérzékelést.
- Legalább 3 db távolságérzékelő szenzor legyen elhelyezve a főbb irányokon, így a fej mozgásával széles sávban lehetséges az akadályok felderítése.
- A távolságérzékelő szenzorok egy könnyű viseletű szemüvegen kerüljenek elhelyezésre.
- Törzs alatti akadályok és a járófelület-magasság érzékelését is tartalmazza, legyen képes a lépcsők, egyéb járófelület-magasságbeli változások érzékelésére, észlelése egy külön szenzor segítségével, mely csípő magasságban helyezkedik el (pl. övre rögzített). Szenzor alkalmas legyen az érzékelés irányára nem csak mérőleges akadályok érzékelésére.
- Szenzorok jeleit feldolgozó egység kis fogyasztású és méretű legyen, övre rögzíthető kisméretű dobozban.
- Hang- vagy vibrációs jelzés segítségével tájékoztassa a viselőjét az akadályok távolságáról és irányáról.
- Olcsó legyen.

Hallásalapú lokalizáció során a hangforrás helyének meghatározásában két fő paraméter vesz részt:

- a két fül közötti időeltérés, az interaurális időkülönbség (ITD – Interaural Time Difference),
- illetve a két fül közötti interaurális szinteltérés (ILD – Interaural Level Difference).

A hangforráshoz közelebbi fülkagylóba előbb és hangosabban érkeznek be a hanghullámok, így annak a hozzánk viszonyított iránya meghatározható. A megfelelő hangvisszajelzés működéséhez sztereóhangszóró használata szükséges. Először az észlelési irányra vonatkozó hangjelzést kell megvalósítani oly módon, hogy egy sztereóhangszóró segítségével az észlelési iránnyal megegyező oldali fülkagylóban szólal meg a hangjelzés. Ezzel a módszerrel azonnal kialakul a felhasználóban egy egocentrikus téri kép, amiben ő és az észlelt objektum található. Az akadályok feltérképezéséhez nem elegendő az észlelés irányát megállapítani, azok a felhasználtól viszonyított pontos távolságát is meg kell határozni. A pontos távolságérték hangalapú visszajelzésére több darab egyenként állítható kiterjedésű, észlelési sávot kell létrehozni. Mindegyik észlelési sávhoz más-más egymástól jól elkülöníthető hangmagasságú hangjelzés tartozik. A hangmagasságok közötti távolság meghatározásánál figyelni kell arra, hogy a sávok között mozgás során a hangmagasság-változások ne legyenek bántóak a fülnek, ugyanakkor egyből kihallható különbségnek kell lenni közöttük.



[13] J Katona, J. (2014): *Examination and comparison of the EEG based Attention Test with CPT and T.O.V.A.* Proceedings of 15th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics: CINTI 2014, Budapest, Pp. 117–120.

[14] Benedek A.– Molnár G. (2014): *Supporting the m-learning based knowledge transfer in university education and corporate sector.* Proceedings of the 10th Int. Conf. on Mobile Learning 2014. Madrid, Spanyolország. Pp. 339–343.

10. ábra. észlelési sáv.



Forrás: saját ábra.

A fejlett képernyő-felolvasó programoknak köszönhetően az okostelefonok a vakok és a gyengénlátók körében is elterjedt eszközök. A rendszer jelkiértékelését és az összetett hangjelzés kialakítását ezért célszerű okostelefonon végezni, mivel így a rendszer továbbfejlesztésénél, plusz funkciók bevezetésénél nincs szükség járulékos hardware hozzáadására.

A két egység közötti kommunikációt más eszközöknél is alkalmazott USB soros kapcsolaton [13] vagy Bluetooth-kapcsolat segítségével célszerű megoldani, az okostelefonokkal történő minél nagyobb kompatibilitás miatt a Bluetooth-kapcsolat előnyösebb, melyet például az okostelefonokkal támogatott tanulás területén is alkalmaznak [14].

Összefoglalás

A cikk röviden összefoglalta a gyengén látók számára fejlesztett eszközöket és egy összehasonlítást adott az egyes eszközök előnyeiről és hátrányairól. Megállapítható, hogy az eszközök egyes előnyös tulajdonságaik mellett számos hátránnyal is rendelkeznek. Ezek közül az egyik legfontosabb a járófelület-szintkülönbségek (pl. lépcső) érzékelésének hiánya. Specifikálásra került egy olyan rendszer, mely egy kiegészítő szenzor alkalmazásával járófelület-szintkülönbség mérésének lehetőségét is tartalmazza. Továbbá leírásra került egy olyan újfajta hangjelzési módszer, mely az akadályok távolságáról és irányáról összetett hangjelzés formájában tájékoztatja viselőjét.



KATONA JÓZSEF *

Aszteroida-becsapódások hatásának összehasonlító elemzése szimulációs szoftver segítségével

Összefoglalás: A cikkben betekintést kaphatunk a Földet és az egész emberiséget legnagyobb mértékben veszélyeztető eseményről. Ismertetésre kerül a bolygónk és a kisbolygók találkozásának valószínűsége és az egyik legjobban ismert és kutatott észak-arizonai eset. Ezek után tárgyalásra kerül hogyan tűnhettek el a múltbéli becsapódás kráterei, illetve bemutatásra kerül a Mars és a Jupiter között húzódó kisbolygó övezet. A publikáció második felében néhány a múltban már bekövetkezett kisbolygó becsapódásának, a jelenlegi Földre, azon belül is Dunaújvárosra történő hatása kerül bemutatásra, szimulációs szoftver segítségével. Az utolsó, főfejezetben megismerjük az országok vezetői által gyakorolt potenciális veszély ellen kidolgozott intézkedéseiket.

Kulcsszavak: Égitestek, világűr, kisbolygók, Föld, becsapódás, szimuláció.

Abstract: In this article we will be informed about the greatest threatening event which affects the whole Earth and the all humanity. Probability of the impact between Earth and an asteroid will be presented moreover one of the most known and researched event, which is the Northern Arizona case, will be described as well. After that there will be presented how the historical impact craters disappeared. In the article will present the asteroid belt which was located between Mars and Jupiter. Some of the impacts of the Earth, which were occurred in the past, will be presented moreover there will be examined by simulation what would happen with the Earth within Dunaújváros if the impact occurred today in the second half of this paper. In the last major section will present what the leaders of the country do against the potential risk.

Keywords: Planet, space, asteroids, the Earth, impact, simulation.

* Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: katonaj@mail.duf.hu



[1] Abbas, Y. (2004): Naked Science SE01. EP01: Killer Asteroid. Boulder: Ball Aerospace & Technologies Corp.

[2] Friedman, G. "The Increasing Recognition of Near-Earth-Objects (NEOs)." Space Manufacturing 10: Pathways to the High Frontier, Proceedings of the Twelfth SSI-Princeton Conference, 4–7. May 1995. Edited by Barbara Faughnan, American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA). Pp. 157–164.

Bevezető

Mi a legnagyobb veszély, ami az egész emberiséget fenyegetheti? A globális felmelegedés növekvő intenzitása? Az egész bolygóra kiterjedő nukleáris háború? A válasz: határozottan nem. Egy hangtalanul száguldó, elhagyatott szikladarab, amely a világegyetem végeláthatatlan provinciáin lebeg, a tömegpusztítás leggrandiózusabb eszköze. [1, 2]

A Föld felszínére folyamatosan hullnak kozmikus anyagok, amelyek ugyan a méreteiknél fogva nem minden esetben okoznak pusztulást, de léteznek olyan méretű óriások is, amelyek komoly károkat is képesek lennének tenni a földi életben. Egy hozzávetőlegesen 200 millió tonnás kődarab annyi energiával rendelkezik, mint a Földön meglévő összes nukleáris töltet együttvéve. Amennyiben egy ilyen kődarab keresztezné a Föld pályáját és mi a pálya azon pontján tartózkodnánk, kétségbevonhatatlan lenne a teljes körű pusztítás. Egy olyan szikladarab, amely a hangsebesség (tengerszinten megközelítőleg 1225 km/h) ötvenszeresével (tengerszinten megközelítőleg 61250 km/h) csapódna a bolygóba, úgy szakítaná szét a Földet oltalmazó légkört, mintha az ott sem volna (1. ábra). [1, 2]

1. ábra. Egy aszteroida becsapódásának azon pillanata, amikor eléri a földi légkört.



Forrás: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1248518>



Informatikai terek

A találkozás alkalmával a detonációban tárolt energia 100 millió TNT-ben lévő energiával lenne ekvivalens. A bolygón világszerte földrengések és szökőárok jönnének létre és tennék a földdel egyenlővé városainkat. A becsapódás következtében felhalmozódott kőzet néhány órán belül áttörné az atmoszféra felső rétegét és körülölelné az egész Földet, amely a katarzisz után trilliónyi meteorit formájában hullana vissza a bolygóra és jelentősen felmelegítené a levegőt. (2. ábra) Kevesebb, mint egy nap leforgása alatt több, mint másfélmilliárd ember halna meg, ez az emberiség létezésének végét jelenthetné. [1, 3, 4]

2. ábra. Egy aszteroida becsapódásának közvetlen pillanata.



Forrás: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1248518>

A Föld és a kisbolygók találkozási valószínűsége

Az elmúlt években egyre több tudományos kutatás foglalkozik egy nagyobb erejű becsapódás veszélyével. A társadalmat illetően a múltban sokan vélték úgy, hogy a Föld a világűr egy kis nyugodt területén helyezkedik el és a teljes emberiséget érintő becsapódás esélye csekély, azonban mára ez a vélekedés eltűnőben van, az innovatív kutatási eredményeknek köszönhetően, amelyek hozzájárultak a Naprendszer minél részletesebb megismeréséhez, új megvilágításba helyezték az emberiség vélekedését. [1, 3, 4]

[3] Lewis, J. S., *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets*. Helix Books, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

[4] Lewis, J. S., *Rain of Iron and Ice: The Very Real Threat of Comet and Asteroid Bombardment*. Helix Books, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.



[1] Abbas, Y. (2004): Naked Science SE01. EP01: Killer Asteroid. Boulder: Ball Aerospace & Technologies Corp.

[5] ALLAN J. Willoughby A. J.–McGuire, M. L. (1995): "Adroitly Avoiding Asteroids! Clobber, Coax or Consume?" Space Manufacturing 10: Pathways to the High Frontier, Proceedings of the Twelfth SSI-Princeton Conference, 4–7. May 1995. Edited by Barbara Faughnan, American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), Pp. 103–113.

[6] Rivkin, A. S.–Howell, E. S.–Vilas, F.–Lebofsky, L. A. (2002): In: *Asteroids III*. Bottke, W. F. Jr.–Cellino, A.–Paolicchi, P.–Binzel, R. P.(Eds.) Univ. Arizona Press. Pp. 235–253.

A Föld nem csupán lebeg, hanem közel 110000 km/h tempóval robog egy ellipszist leíró pályán. A bolygónkkal egyetemben szikladarabok millió száguldoznak a világűrben. Találhatunk közöttük méteres „porszemeket”, de léteznek Magyarországnál monumentálisabb méretű példányok is. Mialatt a Föld a Nap körül kering, ezek a kőtömbök permanensen keresztezik és áthaladnak ezen a keringési pályán, ráadásul a Föld nem képes arra, hogy kitérjen előlük. Csakhogy egy további veszedelem objektum is ólálkodik az univerzumban. Ezeket az üstökösöket gyakran illetik a „piszkos hógolyó” jelzővel, amelyek a Naprendszer határáról közelítenek minket, felfoghatatlan gyorsasággal. Tehát mi annak a valószínűsége, hogy egy űrbéli objektum eltalálja a Földet? A lehetőség, hogy egy szikladarab a század végére elpusztítja az egész emberiséget 1 a 20.000-hez. 4x nagyobb az esélye annak, hogy valaki kisbolygó áldozata lesz, mint, hogy egy villámcsapás végezzen vele. A kráterekkel tűzdelt Holdon kiválóan megfigyelhető, hogy a kódarabok mekkora kárt okozó erővel rendelkeznek és a Földet is éppúgy érik becsapódások, mint a Földet kísérő, hűsleges Holdat, hivatalos nevén a Lunart. Sőt jelen pillanatban is becsapódhat egy és az egész földi életet átalakíthatná, ráadásul a fajunkat is elpusztítaná. [1, 5]

Az észak-arizonai eset

Hogyan történhet meg az, hogy egy kódarab elpusztít egy olyan gigászi méretekkel rendelkező bolygót, mint a Föld? A kérdésre a választ néhány tudományos kísérletben találjuk. Egy a történelem során bekövetkezett ütközés helyszíne található Észak-Arizónában. A meteorit által ütött kráter szélessége több, mint másfél kilométer és hozzávetőlegesen 200 méter mély. A tudósok kezdetben azt gondolták, hogy egy vulkáni működés során keletkezett, de a geológusok rájöttek, hogy egy 50.000 évvel ezelőtt bekövetkezett becsapódás során keletkezett. Abban az időben a Neandervölgyi emberek éltek a Földön és az arizonai táj egy fákkal takart, mérsékelt övű fennsík volt. A krátert létrehozó meteorit egy közel 45 méter átmérőjű kódarab volt. Amikor 80 km/h sebességgel elérte a légkört a kisbolygó, az alatta elterülő levegőt több, mint 55.000 °C fokra izzította, amely a Nap felszíni hőmérsékletétől tízszer melegebb. A végső csapást azonban a kódarab mozgási energiája jelentette. Az ütközet következtében ez az energia alakult állt robbanásszerűen: hő, fény és hang elegyével. A visszahulló törmelék 8 km-es körzetben mindent elpusztított és további 80 km-es körben minden egyes élőlényvel végzett és ez csupán egy kisebb aszteroida volt. [1, 6]



3. ábra. A Barringer-kráter, Arizona, USA.



Forrás: grintim.blog.hu

[6] Rivkin, A. S.–Howell, E. S.–Vilas, F.–Lebofsky, L. A. (2002): In: *Asteroids III*. Bottke, W. F. Jr.–Cellino, A.–Paolicchi, P.–Binzel, R. P.(Eds.) Univ. Arizona Press. Pp. 235–253.

[7] Campins, H.–Comfort, C. M. (2014): Solar system: Evaporating asteroid. *Nature*. 505. Pp. 487–488. doi:10.1038/505487a

Az eltűnt kráterek magyarázata

Az arizonai eset után jogosan merülhet fel bennük az a kérdés, hogy a múltbéli becsapódás nyomai hova tűntek. A Földet megkérdőjelezhetetlenül meteorok, aszteroidák és üstökösök sokasága találta már el, de mégsem találni a becsapódások után keletkező jellegzetes krátereket. A magyarázat azon a tényen alapszik, hogy a Földön a becsapódások óta számos jégkorszak lezajlott és ebben az időszakban a jég különféle hordalékokkal töltötte fel a keletkezett krátereket. Nevezhetjük ezt a Föld öngyógyító kvalitásának, amíg a Holdon nincs légkör, addig a bolygónk egy „élő szervezet” a csapadék, a jég és a szél permanens eróziós folyamatainak következménye. [1, 6, 7]



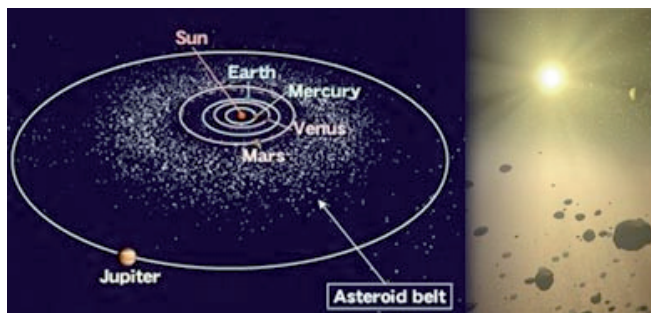
[1] Abbas, Y. (2004): Naked Science SE01. EP01: Killer Asteroid. Boulder: Ball Aerospace & Technologies Corp.

[8] Brozovic, M. at al. (2009): Radar observations and a physical model of asteroid 4660 Nereus, a prime space mission target. *Icarus*. 201. Pp. 153–166.

A kisbolygók keringési helye

Több, mint 1 milliárd kisbolygó kering a Mars és a Jupiter keringési pályák között, a kisméretű kavicsoktól egészen a több száz kilométeresekig. (4. ábra) Ezek az objektumok egy vadászpilóta sebességének harmincszorosával száguldanak a világűrön keresztül.

4. ábra. A kisbolygó övezet.



Forrás: <http://csillagaszat.network.hu/blog/csillagaszat-hirei/naprendszerunk>

Olyanforma bolygó-kezdemenyek, amelyek a Naprendszer születésekor nem tudtak összeállni, merthogy a Jupiter, afféle oltalmazó nagy testvérként működve, folyamatosan szétzilálta az égitesteket. Napjainkban ezek a képződmények összeütözköznek egymással és letérnek az addigi pályájukról és olykor a Föld felé veszik az irányt. A mi világunkra a valós fenyegetést ezek az úgynevezett „földsúroló” égitestek jelentik. Körülbelül 65 millió évvel korábban, az egyik legnagyobb kozmikus ütközés történt a Föld és egy szikla között. Az az aszteroida olyan méreteket öltött, hogy, amikor az eleje elérte a Föld felszínét, a vége még 10 kilométeres magasságban volt, magasabban, mint a Himalája legmagasabb pontja. Az ütközés olyan hatalmas volt, hogy az egész akkori földi élet menetét jelentősen megváltoztatta. A becsapódás következményeként a földi élet 75%-a eltűnt, beleértve az akkor már 160 millió éve uralkodó dinoszauruszokat is. [1, 8]

Kis bolygók becsapódásának szimulációja

Szimulációs módszerek segítségével számos területen végezhetők a valós körülmények között nehezen, komplikáltan, drágán elvégezhető kísérletek [9, 10, 11]. Kis bolygók becsapódásának vizsgálata is csak szimulációs módszerekkel valósítható meg.

Az Impact Earth! nevű [12], szabadon felhasználható, internetes szimuláció segítségével vizsgálatra kerül néhány, valószerű becsapódás, amely, akár ebben a pillanatban is bekövetkezhet. Ahhoz, hogy egy kisbolygó becsapódásának valós hatásait megvizsgáljuk, szükséges tudni a becsapódó égitest néhány paraméterét. A robbanásakor felszabaduló energia kiszámolásához ismernünk kell a becsapódás szögét és a célpont típusát, továbbá a célponttól számított távolságot. A szimulációs program az esetlegesen kialakuló szökőárakat is számításba veszi, abban az esetben, ha a kéréses objektum vízbe csapódna.

5. ábra. Aszteroida becsapódás kalkulátor.

Forrás: <http://www.purdue.edu/impactearth>

[9] Kővári, A. (2010): Real-Time Modeling of an Electro-hydraulic Servo System. *Computational Intelligence in Engineering*. Springer. Pp. 301–311.

[10] Kővári, A. (2009): Influence of cylinder leakage on dynamic behavior of electrohydraulic servo system. *Proc. of 7th Int. Int. Sym. On Intelligent Systems and Inform.*, Szabadka, Szerbia, Pp. 375–379.

[11] Kővári, A. (2009): Hybrid Current Control Algorithm for Voltage Source Inverters. *Proc. of 1st ECBS-EERC*. Novi Sad, Szerbia, Pp. 65–70.

[12] Impact: Earth!, (2010), Purdue University: <http://www.purdue.edu/impactearth> (accessed March 2012).



Konkrét kis bolygók becsapódásának szimulációja

A történelem során számos becsapódás történt, de csak néhányukról készült bármiféle feljegyzés. Kezdjük a szimulációt a máig élő kozmikus rejtéllyel, az 1908-ban bekövetkezett Tunguzka-meteor becsapódással, ami komoly pusztítást okozott a szibériai tajgán, azonban szerencsére emberéleteket nem követelt. A szimulációs program segítségével nézzük meg, hogy mi történne, ha ebben a pillanatban Budapestet érné el az objektum és mi Dunaújvárosban tartózkodnánk. Az 1. táblázat egy összefoglaló képet ad a becsapódó objektumról. A tartózkodási helyünk legyen az epicentrumtól 60 km-re.

1. táblázat. Tunguzka-meteor adatai.

Tunguzka-meteor paraméterei	
A becsapódás éve	1908
A becsapódó égitest átmérője (méter)	60
A becsapódás szöge (fok)	22
A becsapódás sebessége (km/s)	20
A becsapódó égitest sűrűsége (kg/m ³)	2700
A becsapódó égitest célpontja	Budapest, Magyarország
A tartózkodási hely	Dunaújváros, Magyarország (körülbelül 60 km-re a becsapódás helyétől).

Abban az esetben, ha a fentebbi adatokkal becsapódás történne most Budapesten, Dunaújvárost a detonációt követően 3 perccel érné el a lökéshullám, amely következtében a keletkezett légnyomás relatív értéke elérné a 4050 Pascalt, a maximális szélsősebesség megközelítené az óránkénti 37,18 kilométert, továbbá hangnyomás értéke elérné a 72 dB-t, ami egy nagy forgalmi utca zajszintjével lenne azonos. A lökéshullám ereje elegendő lenne ahhoz, hogy az embereket ledöntse a lábukról. A robbanás által kiváltott elektromágneses sugárzás az emberek bőrét kisebb szinten megégetné. A földrengéshullámok is elérnék a várost, amely a Richter-skála szerinti 4,5–5-ös értéket is megközelítenék. A légkörbe való belépés előtt a meteorit mozgási energiája elérné $6,11 \times 10^{16}$ Joule-t, amely megfelel $1,46 \times 10^1$ megatonna TNT robbanó erejének. Ugyan az objektum körülbelül 6–8 kilométeres magasságban felrobbanna, azonban a légkörben keletkezendő robbanási erő, amely körülbelül $4,08 \times 10^{16}$ Joule energiát hordozna magában, elég lenne ahhoz, hogy a Dunaújvárosban élők lakásainak, házainak ajtait és ablakait betörje. A becsapódást követően ugyan kráter nem keletkezne, de a felső légkörbe jutó nagy mennyiségű nitrogén-dioxid miatt, Dunaújváros felett az ózonkoncentráció közel 30%-al esne vissza.



Informatikai terek

A következőekben megvizsgáljuk az Észak-Arizonában bekövetkezett katarzis következményeit abban az esetben, ha a becsapódás epicentruma Budapest, a tartózkodási helyünk pedig Dunaújváros lenne. A 2. táblázat összefoglaló adatokat tartalmaz a becsapódó objektumról.

2. táblázat. Az észak-arizonai eset szimulációja.

Észak-Arizonai meteorit paraméterei	
A becsapódás éve	50.000 évvel ezelőtt
A becsapódó égitest átmérője (méter)	40
A becsapódás szöge (fok)	45
A becsapódás sebessége (km/s)	20
A becsapódó égitest sűrűsége (kg/m ³)	8000
A becsapódó égitest célpontja	Budapest, Magyarország
A tartózkodási hely	Dunaújváros, Magyarország (körülbelül 60 km-re a becsapódás helyétől).

Abban az esetben, ha a fentebbi adatokkal becsapódás történne most Budapesten, Dunaújvárost a detonációt követően 3 perccel érné el a lökéshullám, amely következtében a keletkezett légnyomás relatív értéke elérné 1406 Pascalt, a maximális szélsősebesség megközelítené az óránkénti 12,31 kilométert, továbbá a hangnyomás értéke elérné a 63 dB-t, ami egy nagy forgalmi utca zajszintjével lenne azonos. A légkörbe való belépés előtt a meteorit mozgási energiája elérné $5,36 \times 10^{16}$ Joule-t, amely megfelel $1,28 \times 10^1$ megatonna TNT robbanó erejének. A légkörbe belépő objektum nem égne el, vas összetételének köszönhetően, úgy hasítaná át a légkört, mintha az ott sem volna. A meteorit becsapódási ereje tízszer nagyobb lenne, mint az 1945-ben Hirosimára ledobott atombombáé. A becsapódást követően 5–6 millió tonna szikla és föld repülne a levegőbe, amely eltakarná a Napot, sötétségbe borítva Dunaújvárost, illetve egy közel 1,2 kilométer átmérőjű és 250 méter mély ellipszis alakú kráter keletkezne. A viszonylag kicsi méret miatt kis mennyiségű olvadt kőzet keletkezne, ami nem szökne fel az atmoszféra felső határáig, lényegében a Föld légköre leblokkolná az anyag kilökődését. A leülepedő por következtében 70 méter vastag tavi üledék rakódna le. A becsapódást követő 12. másodpercben Dunaújvárost a Richter-skála szerinti 5-ös erősségű szeizmikus rengés rázná meg, a lakások és házak ablakai, ajtóit betörnének. Az utcán parkoló autókra forró, kisméretű szikladarabok hullanának. A pusztítást követő este az utó rengések hatására további károk keletkeznének. A becsapódás pusztító ereje azonban nem érintené a Föld teljes egészét, az égitest elhanyagolható tömege miatt. A Föld 23,3° dőlés szögében eltérést nem okozna. A Föld Nap körüli pályájára észrevehető hatást nem gyakorolna.



[13] Adamsky, V.–Smirnov, Y. (1994): „Moscow's Biggest Bomb: the 50-Megaton Test of October 1961” *Cold War International History Project Bulletin*. (4). Pp. 19–21. Hozzáférés ideje: 2009. április 7.

A következőekben megvizsgáljuk a 65 millió éve bekövetkezett katarzis következményeit abban az esetben, ha a becsapódás epicentruma megmaradna, a Mexikói Yucatán félsziget, a tartózkodási helyünk pedig Dunaújváros lenne. A 3. táblázat összefoglaló adatokat tartalmaz a becsapódó objektumról.

3. táblázat. Chicxulub, mexikói becsapódás szimulációja.

A mexikói Chicxulub aszteroida adatai	
A becsapódás éve	65 millió évvel ezelőtt
A becsapódó égitest átmérője (méter)	11000
A becsapódás szöge (fok)	45
A becsapódás sebessége (km/s)	20
A becsapódó égitest sűrűsége (kg/m ³)	2700
A becsapódó égitest célpontja	Yucatán-félsziget, Mexikó
A tartózkodási hely	Dunaújváros, Magyarország (körülbelül 8153 km-re a becsapódás epicentrumától)

Abban az esetben, ha a fentebbi adatokkal becsapódás történne most a Yucatán-félsziget mellett, a Mexikói öbölbe, ahol víz mélysége körülbelül 100 méter, Dunaújvárost a detonációt követően körülbelül 7 óra múlva érné el a lökeshullám, amely következtében a keletkezett légnyomás relatív értéke elérné a 7150 Pascalt, a maximális szélsősebesség megközelíteni az óránkénti 58,9 kilométert, továbbá hangnyomás értéke elérné a 77 dB-t, ami egy nagy forgalmi utca zajszintjével lenne azonos. A légkörbe belépő objektum már csak a méreteinél fogva sem égne el, úgy hasítaná át a légkört, mintha az ott sem volna. A meteorit becsapódási ereje körülbelül 400 zettajoule (4×10^{23} Joule) energiát szabadítana fel, ez körülbelül 100 teratonna TNT felrobbanásával ekvivalens energia, ami kétszázszor haladna meg az emberiség által valaha tesztelt legnagyobb atomfegyvert a Cár-bombát, amely a robbanása során „csak” 50 megatonna erejű energiát szabadított fel. [13] A becsapódást követően annyi szikla, föld és por kerülne a légkörbe, amely hónapokig vagy, akár évekig megakadályozná a napsugárzást abban, hogy elérje a talajt, sötétségbe borítva ezzel Dunaújvárost. A becsapódást követő 27. percben Dunaújvárost a Richter-skála szerinti 10,3-as erősségű szeizmikus rengés rázná meg, ilyen erejű földrengés mellett a lakások és a házak kártyavárként dőlnek össze.



Ugyan a távolság miatt közvetlen tűzgolyó vagy tűzvihar nem fenyegetné a várost, de ha valami csoda folytán az első rengést valamilyen építmény sikeresen átvészelte volna, az utórengések biztos romba döntenék azokat is. A földrengések következtében a keletkezett szökőárak is elérnék a várost, körülbelül 72 órával, a detonációt követően, bár a cunami hullámok amplitúdója Dunaújváros földrajzi elhelyezkedésének következtében nem lenne nagyobb 1–2 méternél. A becsapódás pusztító ereje azonban nem érintené a Föld teljes egészét, a Föld 23,3° dőlés szögében eltérést nem okozna. A Föld Nap körüli pályájára észrevehető hatást nem gyakorolna, egy nap időtartama körülbelül 8,37 milliszekundummal hosszabbodna. A kilövellt törmelékek a becsapódást követően 45 perccel érné el Dunaújvárost. A visszazáporzó törmelékek között jelentős nagyságú szikladarabok is előfordulnának. A végső kráter átmérője elérné a 182 kilométert, amelynek mélysége körülbelül 1,2 kilométer lenne.

Globális szinten 10–20%-kal csökkenhetne a Napból érkező besugárzás mértéke, ami jelentősen kihatna a fotoszintézisre. Az üledék összetevőjétől függően, akár savas eső is eshetne. Mivel a hőmérséklet bolygó szinten drámaian visszaesne, bekövetkezne az úgynevezett impakt, vagy más néven nukleáris tél. Ennek következtében jelentős zavarok keletkeznének a földi növény- és állattenyésztésében, így Dunaújvárost is elérné a tömeges kihalás, amely a lakosság végét is jelenthetné.

Kis bolygók becsapódásának elhárítása

Fentebbi három szimuláció során megismerhettük mi lenne, ha napjainkban következnének be a múltban már egyszer bekövetkezett becsapódások. Ráadásul a modell által szolgáltatott adatok nem kizárólag globális szinten kerültek kiértékelésre, hanem regionális szinten is, elsősorban Dunaújvárosra koncentrálva.

Az országok vezetői szinte semmit nem tesznek egy esetleges becsapódás elhárítása érdekében, pedig nem régen kaptunk egy figyelmeztetést. 2004 májusában olyan közel húzott el a fejünk felett egy kisbolygó, hogy azt csillagászati mértékekkel kifejezve a bőrünket súroló puskagolyónak felelne meg. Ebben a magasságban keringenek a Föld körül mozgó műholdak. Meglepő módon egyetlen kormány tesz valamiféle erőfeszítést az elhárítás ellen, mégpedig az Egyesült Államok. A Linear-program keretében dolgozók eddig a kisbolygók 60%-át azonosították, ezek közül feltételezhetőleg egyik sem csapódik a Földbe, azonban a maradék 40%-ról semmit sem tudunk. Ráadásul a felfedezés önmagában még kevés, meg is kell állítanunk az objektumot vagy legalább is eltéríteni. [1]

[1] Abbas, Y. (2004): Naked Science SE01. EP01: Killer Asteroid. Boulder: Ball Aerospace & Technologies Corp.



[1] Abbas, Y. (2004): Naked Science SE01. EP01: Killer Asteroid. Boulder: Ball Aerospace & Technologies Corp.

A kisbolygóknak 3 különböző típusát különböztetjük meg. Állhatnak egyetlen kőtömbből, 2 darab egymással érintkező kőből és sok kisebb, lazán érintkező kődarabokból. A társadalom általános vélekedése, hogy egyetlen atombombával lehetséges elpusztítani a fenyegető objektumot, de ez határozottan nem így van. Az első vagy a második típusú kisbolygót maximum darabjaira zúzná, amelyek immáron radioaktívan zuhannának a fejünkre. A harmadik típusú sóder halomnál még ennél is rosszabb lenne a nukleáris bomba hatékonysága, ugyanis a robbanás ereje maximum szétterelné a darabokat, de később a gravitáció hatására újra összeállnának, ráadásul ezek a darabok szintén radioaktívak lennének. Inkább egy finom lökést kellene alkalmaznunk, de ez a jelenlegi technológiával, nagy kockázattal járna és az esetleges kudarc az emberiség kipusztulását jelenthetné. [1]

Összefoglalás

A cikkben ismertetésre került a Földet és az egész emberiséget legnagyobb mértékben veszélyeztető esemény. Bemutatásra került a bolygónk és a kisbolygók találkozásának valószínűsége és az egyik legjobban ismert és kutatott észak-arizónai eset. Ezek után tárgyalásra került hogyan tűnhettek el a múltbéli becsapódás krátere, illetve bemutatásra került a Mars és a Jupiter között húzódó kisbolygó övezet.

A publikáció második felében néhány a múltban bekövetkezett kisbolygó becsapódásának Földre, azon belül is Dunaújvárosra gyakorolt hatása került ismertetésre, szimulációs szoftver segítségével.



HONFI VID SEBESTYÉN * –KIRÁLY ZOLTÁN **

Modern technológiák, innovatív megoldások a vállalati informatikában

Összefoglalás: Cikkünkben áttekintést adunk azokról a technológiákról, amelyek csak nemrégiben jelentek meg és váltak egyre elterjedtebbé a vállalati informatikai megoldások között. Összegezzük azokat a tapasztalatokat, melyeket a Dunaújvárosi Főiskola Informatikai Intézetében szereztünk a zéró- és vékonykliens laborok használata során. Végül javaslatokat fogalmazunk meg arra, hogy a hagyományos távoktatási rendszerek hibáit milyen módszerekkel lehet kiküszöbölni. Véleményünk szerint ezen infrastruktúrák átgondolt használata mérhető költségcsökkentést eredményez minden azt alkalmazó gazdálkodó szervezet esetében.

Kulcsszavak: Felhő-infrastruktúra, vékony- és zérókliensek, oktatási keretrendszer, videoalapú oktatás.

Abstract: In this article we'll give an overview of the technologies that have recently appeared and become more common in the enterprise IT solutions. We'll summarize our experiences which we gained at the College of Dunaújváros Institute of Informatics in the use of zero and thin clients labs. Finally we'll express recommendations and methods to eliminate mistakes of traditional distance learning systems. In our opinions thoughtful using of these infrastructures will result measurable cost savings for any business organization.

Keywords: Cloud infrastructure, thin and zero clients, educational framework, video-based education.

* Dunaújvárosi Főiskola
Informatikai Intézet
E-mail: honfivid@mail.duf.hu

* Dunaújvárosi Főiskola
Informatikai Intézet
E-mail: kiru@mail.duf.hu



Bevezető

A vállalatok nagy részénél az informatikai háttér nélkülözhetetlen, ugyanakkor gyakran a dolgozók úgy tekintenek rá, mint szükséges rosszra, vagy akadályra, melyeket munkájuk során el kell hárítani. Ennek oka gyakran az, hogy a vállalati fejlesztések csak részben, vagy csak szoftver-, vagy csak hardveroldalon valósulnak meg. A cégek döntéshozói nem vagy csak felszínesen ismerik a legújabb IT-eszközöket, vagy az informatikában rejlő lehetőségeket. Ahol alkalmaznak IT-vezetőt vagy vállalati informatikust, ott is ritkán hallgatnak a tanácsára vagy rossz tanácsot adnak (a tanács nem követi a vállalat üzleti stratégiáját, lehetőségeit, – mindig a legújabbat mindenből).

Ritkán fordulnak olyan lehetőségekhez, mely az informatikai tevékenységek kiszervezését teszik lehetővé. Az okok között gyakran szerepel az adatok védelme, az információk zárt hálózatban történő cseréje.

Az informatikai eszközök (szoftver, hardver) cseréje, karbantartása, frissítése komoly befektetés egy KKV, de még nagyobb egy nagyvállalat esetében. A legmodernebb informatikai megoldások a számítási felhők vagy a vékonykliens hálózatok használata sokszor fel sem merül a vállalatoknál. Pedig a nem is túl nagy befektetést igénylő informatikai paradigmaváltás gyakran gyorsan megtérülő beruházássá válhat.

A vállalati informatikai feladatokban nagy területet foglalhat el a folyamatos továbbképzések ill. az éves kötelező oktatások képzések lebonyolítása. A hagyományos időpontra szervezett kontakt oktatás főleg a több telephelyes cégeknél, de a folyamatos vagy több műszakban dolgozó munkavállalók számára is nehézségeket okozhat. A legtöbb problémát:

- A kieső munkaidő,
- Az egy időpontra szervezett képzés egyeztetése,
- A munkavállaló, képzők utaztatása,
- Esetleges vizsgaszervezés (időpont-egyeztetés),
- „Azonnal mennem kell”-effektus az oktatáson.
- Betegség, halaszthatatlan munka miatti hiányzások, stb.

jelenti a kontakt tovább- és átképzéseknél. Az új rendszerekkel folyamatokkal kapcsolatosan is egy vagy több személyt (pl.: rendszergazdát) foglalkoztat a segítségnyújtás.

A vállalati informatikai háttér átalakítás, a tovább- és átképzések lefolytatása felvetheti a költségekkel és egyéb erőforrásokkal hatékonyan gazdálkodó felhőalapú informatikai rendszerek, valamint online oktatás (e-learning) bevezetését.



Rendszer átalakítása

A felhőtechnológiák ma már nem számítanak újdonságnak a vállalatok döntéshozói a cégek számára már elérhető számítási felhők közül a következő variációkat választhatják: [1]

Szoftverszolgáltatás (Software as a Service)

A szoftver maga a szolgáltatás. Ezeket az alkalmazásokat általában http protokollon keresztül, bármelyik böngészővel használhatjuk. Példa: Google Docs, netsuite.

Platformszolgáltatás (Platform as a Service)

Az alkalmazás üzemeltetéséhez szükséges környezetet biztosítja, terheléelosztással és feladatátvétellel, kezelő felülettel, ezek rendszeres biztonsági frissítésével. Példa: Google App Engine, OpenShift.

Infrastruktúra-szolgáltatás (Infrastructure as a Service)

Virtuális hardvert (szervert, blokk-tárhelyet, hálózati kapcsolatot, számítási kapacitást) szolgáltat. Példa: Amazon EC2, Google Compute Engine.

A fenti lehetőségek publikus, magán vagy ún. hibrid felhőkön érhetőek el. Az ún. publikus felhőket akár ingyenesen is vagy csekély bérleti díj fejében választhatják a főleg kisebb cégek. A számítási felhő ebben az esetben a szolgáltató saját eszközparkjával szolgáltat. Mivel a cégek adataikat nem a saját gépeiken tárolhatják gyakran érzelmi alapon is ódzkodnak ettől a megoldástól.

A privátfelhőket már a saját bérelt erőforrásokon tárolhatjuk. Ekkor az üzemeltetésről és karbantartásról a privátfelhő tulajdonosainak kell gondoskodni.

Az ún. hibrid felhők a kettő ötvözéséből alakulnak ki. Gyakran a szolgáltatási igény megnövekedését egy privát felhőnél publikus szolgáltatásokkal egészítjük ki.

Természetesen a fent említett megoldások bevezetése több kérdést is felvet:

- Átvihető-e a cég minden informatikai kiszolgáltatást igénylő munkája felhő megoldásokra?
- Mennyire biztonságosak a felhő megoldások?
- Ki az adatgazda, hogyan jutunk hozzá ahhoz az adat- és szellemi vagyonhoz, mely a felhőben van?

[1] A felhőalapú informatikai megoldások: Felhőalapú számítástechnika: Wikipedia http://hu.wikipedia.org/wiki/Felh%C5%91_alap%C3%BA_sz%C3%A1m%C3%ADt%C3%A1stechnika



[2] sunde.hu

– Milyen infrastruktúrára van szükség a felhasználói oldalon, ha a futó szoftverek és az adatok is a felhőben vannak?

– Jelenthet-e költségcsökkentő tényezőt a felhő használata?

A kérdéseket több cégvezető is felteszi, azonban rövid egyszerű válaszok erre nem adhatóak. A felhőbe történő „átmenet” akár nagyobb költséggel is járhat, hiszen a cég által gondozott saját szoftverállomány és adatvagyon áttöltése beruházásokat igényel. Ami jól elfogadható érv általában a cégvezetésnek, hogy a továbbiakban viszont drasztikusan csökkenhet az informatikai fenntartás költsége. A költségek további csökkentésének több módja lehet. A Dunaújvárosi Főiskolán több mint 3 éve folynak kutatások a zéró- és vékonykliens gépek alkalmazása terén. Több gyártó rendszerét is használtuk, a SUNDE Technnology Kft. referencia labort is rendelkezésünkre bocsátott termékeik tesztelésére. A cégek számára is megfogalmazható előnyöket így foglalja össze a cég: [2]

– Költségtakarékos a hardverek terén (nem kell számítógépekre és azok korszerűsítésére többévente költeni, elegendő a központi gép fejlesztése).

– Áramfelhasználása a PC-k töredéke, a Sunde zéró kliensek 5Wh-t fogyasztanak.

– A zéró kliensek nagyon kicsik és abszolút nincs hangjuk (nincs mozgó alkatrész).

– Élettartamuk a PC-k duplája, így akár 6–8 évig is használhatók.

– Könnyen telepíthetők és gyakorlatilag kliensoldali beállítást nem igényelnek.

– Kiszolgáló téren platform-függetlenek (Windows, Linux stb.).

– Akár asztali operációs rendszert is használhat a kiszolgálói/hoszt oldalon.

– Biztonságos mert a zéró kliensen nincs semmilyen adattárolás.

– Központilag menedzselhetők a programok, jogosultságok, mentések, víruskeresés stb.

– Az adatmentés is egyszerű mert minden központilag tárolt a hoszt gépen.

– Segítségükkel akár a világ bármely pontjából kapcsolódhatunk a megszokott informatikai rendszerünkhöz.

Bár az előnyök valóban imponálóak, nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy a technológiának milyen hátrányai vannak. Tapasztalataink szerint:

– A szoftver licenszelésben nem érhető el megtakarítás. A Magyarországon preferált Microsoft termékek licenszelési megoldásai közül nem találtunk olyan, amelyik olcsóbb lett volna.

– Nagy számítási igényű szoftvereknél nemcsak a szerveroldalnak kell nagyobb kapacitással rendelkezni, hanem a vékony-, ill. zéró klienseknek is.

– A multimédia alkalmazásokat a mi tapasztalatunk szerint lehetetlen volt jó minőségben futtatni.

– A megoldás nem alkalmas arra, hogy gyors egyedi telepítési igényeket kielégítsen.



Informatikai terek

A felhőalapú technológiákkal kombinált vékonykliens megoldásokkal kapcsolatos néhány számításnál több tényezőt is figyelembe kell vennünk:

- A vékony- vagy zérókliensek ára nem mutat túl nagy eltérést a hasonló paraméterekkel rendelkező mini pc-kel szemben.

- A cég jelenlegi kliens számítógépparkja használható „vékony kliensként” is, a számítógépek cseréje fokozatosan mehet végbe.

- A felhőalapú szolgáltatások miatt a szerverpark cseréje is indokolt lehet, amely azonban jelentősen megnövelheti a költségeket. Természetesen, ha hibrid vagy publikus felhőt használunk akkor ezek a költségek havi díjban jelennek meg.

- A KKV esetében a havidíjas privátfelhő-szolgáltatások is megoldást jelenthetnek, de gyakorlatilag nem nélkülözhető az informatikus jelenléte legalább a telepítésnél (jogosultságok beállítása, helyi telepítés, stb.), mely tovább növelheti a költségeket. Gyakorlatilag 10 felhasználó esetén az 1 évig bérelt cloud ára megegyezik az egyedi gépekre telepített szoftver árával (operációs rendszer, Office). A központi tárhelyszolgáltatás pedig egy nyilvános cloud-dal (pl.: google) megoldható. [3] [4] [5]

- A megtakarítás talán leginkább az informatikusok számának csökkentésében érhető el. A nagy tudású professzionális szakemberek költsége ugyanis folyamatosan nő. A felhőszolgáltatás többnyire az informatikai szolgáltatások nagy részének outsourcing-ját generálja, így a cégnél kevesebb informatikusra lesz szükség.

- A megtérülések és a beruházási költségek cégenként annyira eltérők lehetnek, hogy ezekre általános üzleti modell nem adható. A költségek számításánál ezért a tanácsadók költségét is vegyük figyelembe!

[3] <http://www.invicloud.hu>

[4] <http://ugyfelkapu.szervernet.hu/cart/>

[5] <http://kb.arubacloud.hu/hu/home.aspx>

Továbbképzés, információ-továbbítás

A gyártósori munkák esetén a továbbképzések megszervezése és lebonyolítása általában nem jelent nagyobb logisztikai kihívást a cég humán erőforrás-fejlesztésének. Azoknál a cégeknél azonban, ahol többnyire szellemi munkát végeznek, vagy a munkavégzést „elszórta” több telephelyen végzik, vagy a munkavállalók sokat vannak úton, mindenképpen előnyösebb más képzési formákat választani.



A külföldön már nemcsak az egyetemi oktatásban meghonosodott távoktatás megoldást kínál a kérdésre. A korábban több problémával küzdő oktatás ma már átgondolt, jól alkalmazható forma lett, ugyanakkor nem szabad elfeledkezni azokról a hibákról, melyeket még ma is elkövetnek az ilyen oktatási formát kínálóok:

- A tanár keveset vagy egyáltalán nem kommunikál a tanulóval.
- A tananyag nem frissül.
- Az elektronikus tananyag semmivel nem kínál többet, mint a papíralapú.
- Az ütemezés a hallgatóra van bízva, így gyakran elcsúszik.
- A követelmények nem egyértelműen tisztázottak.
- A számonkérés már nem távoktatási formában vagy módon történik.

Itt most csak a leggyakrabban előforduló problémákat emeltük ki. Ahol mégis megpróbálkoztak ezzel az oktatási formával, ott hamar rájöttek, hogy ha a cég maga fejleszti távoktatási anyagait gyakran nagyobb költségeket emészt fel, mintha minden szervezésével együtt a kontakt órákat vállalnák fel.

Azonban a tanári jelenlétet nélkülöző távoktatás a hallgatók körében sem volt népszerű. A fenti hibákat kiküszöbölő videoalapú oktatás az ún. online oktatás nemcsak a „hagyományos” szöveg alapú oktatási eszközöket, hanem:

- videókat,
- animációkat,
- interaktív tesztek,
- letölthető prezentációkat és
- applikációkat

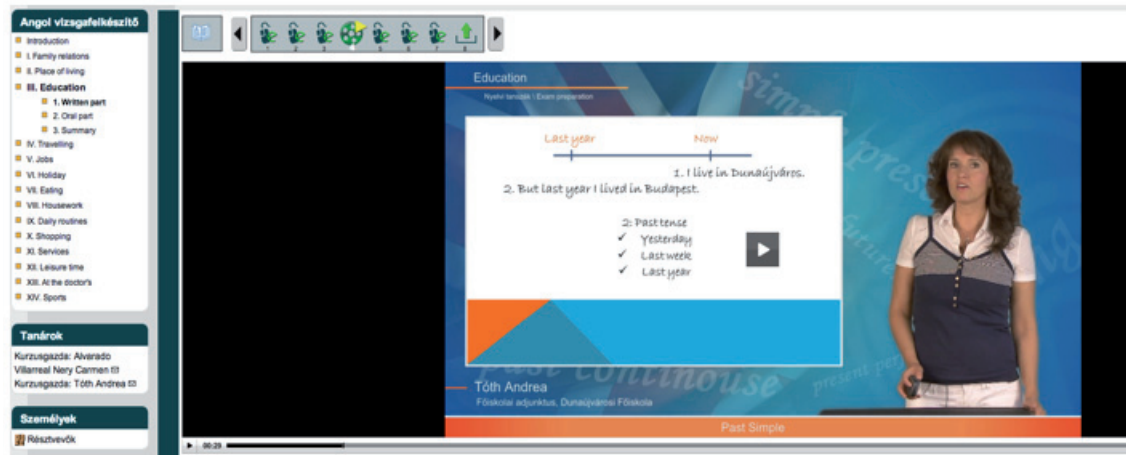
is használ az oktatás, élvezetessé tételéhez.

A videoalapú oktatás lehetővé teszi, hogy egy személyes kötődés is kialakuljon a képernyőn lévő tanárral, hogy annak habitusa és előadói „varázsa” a hallgatót tanulásra készítse.

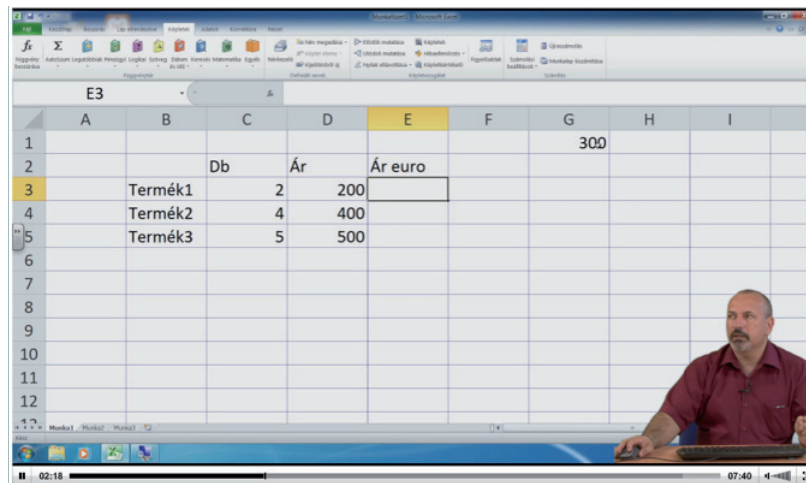
A tanár személye mellett sokkal jobb befogadást tesz lehetővé a képernyőn megjelenő prezentáció, számítógépes program vagy animáció.

Informatikai terek

1. ábra. Prezentáció a képernyőn.

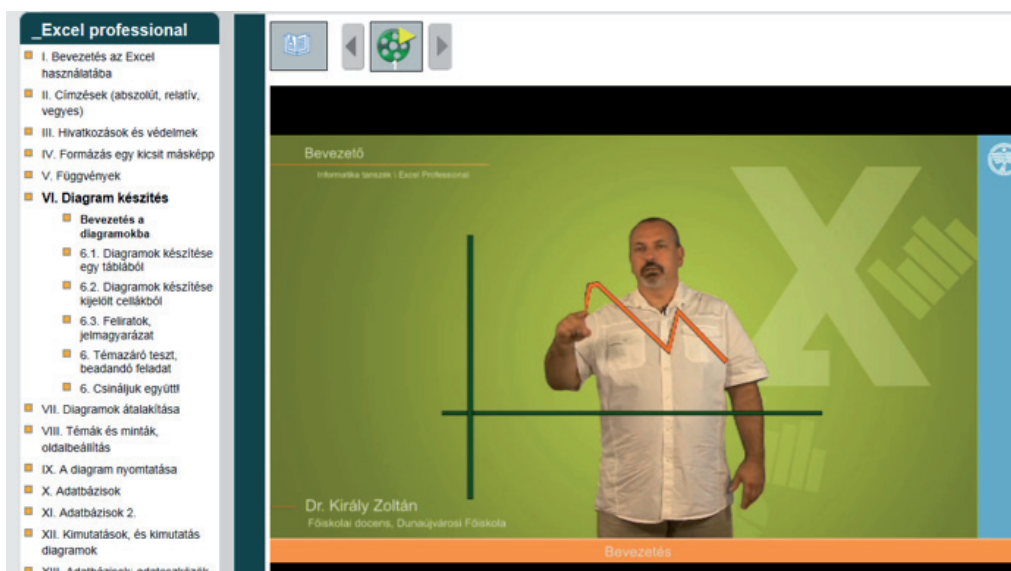


2. ábra. Számítógép használat az online oktatásban.





3. ábra. Animációk az online oktatásban.



Fontos, hogy a hallgatóval az oktató több fórumon is tudjon kapcsolatot tartani, ezért az online oktatásban az oktató egy adott időpontban (pl.: hetente két órán keresztül) elérhető: telefonon skype-on vagy más képtelefon-rendszeren, vagy személyesen, ezen kívül e-mail, facebook vagy az oktatási keretrendszer (pl.: Moodle) saját közösségi csatornáin.

Nagyon fontos, hogy a hallgatók egymással is kapcsolatba tudjanak lépni ezeken a csatornákon, ugyanakkor az oktató moderálási szerepet vállaljon a közösségi oldalakon.

Keretrendszer, szolgáltatás, költséghatékonyság

A távoktatás informatikai követelményeit több munka, értekezés is meghatározza, azonban akár saját, akár külső fejlesztésről van szó több tényezőt is figyelembe kell venni. Nagyobb cégeknek is érdemes az online képzést, mint szolgáltatást igénybe venni, főleg akkor, ha olyan kurzusokat kell megosztani a munkavállalókkal, melyek belső (titkos) információkat nem tartalmaznak. (Ilyen lehet egy számítógépes program /Excel, SharePoint, Dokumentációs rendszer/ használata vagy munkavédelmi, belépési információkat közlő tananyag.)



Informatikai terek

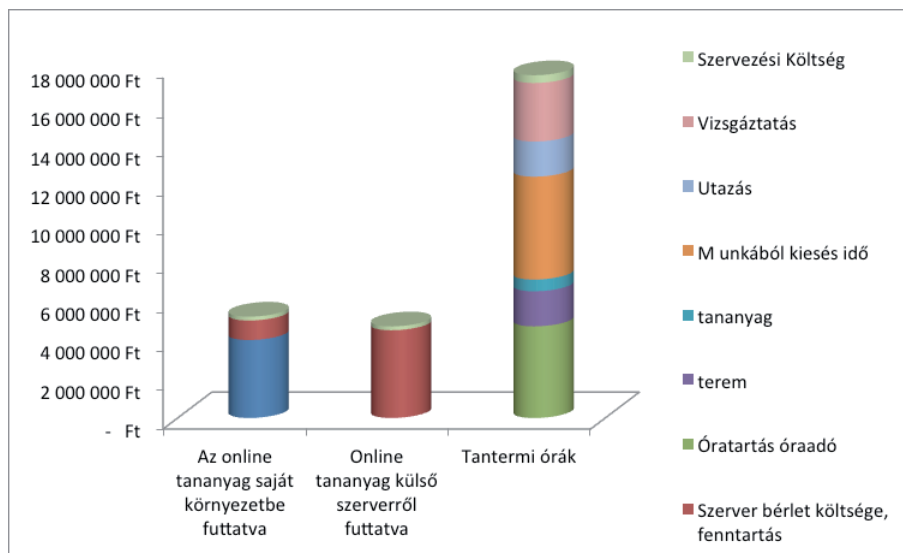
Ebben az esetben a külső szerverről futó alkalmazást a munkavállalók otthon is elérhetik, így a többszöri áttekintéssel, ismétléssel hatékonyabb lehet az oktatás.

A saját szerverről futatott oktatási keretrendszerek esetében is választatunk nyílt forráskódú rendszert vagy licencelhető fizetős alkalmazást. A kínálat elég széles: ORACLE iLearning, IBM Global Campus, ILIAS, VIDRA, Corpus LMS, SAP E-learning, Moodle és még sok magyar nyelven is elérhető keretrendszert találunk párperces böngészés után.

A tananyagfejlesztők is szép számban kínálják szolgáltatásaikat. 2014-ben a MÁV Start Zrt. számára készítettünk egy olyan számítást, mely ezeknek a rendszereknek a költséghatékonyságára tér ki. A számítást legalább 200 fős hallgatói populációra számoltuk.

Az eredményül kapott diagramon jól látható a kontakt-órátartás és az e-learning tanfolyam közötti költségkülönbség. A tananyag kidolgozását az első oszlopban külső cégtől, a másodikban saját erőforrásból oldotta volna meg a cég.

5. ábra. Oktatási költségek.





Összefoglalás

A fenti technológiák bevezetésének költséghatékonysága természetesen csak akkor mérhető, ha az összes – a céggel kapcsolatos – paraméter, valamint a cég által ellátott informatikai feltételek rendelkezésre állnak. A létszám, valamint a diagramban felsorolt tényezők mellett az is fontos kérdés, hogy már létező több sorozatban eladható népszerű tananyagot kínálnak-e vagy a felhasználó igényeire szabva kell elkészíteni az online anyagot.

A vékony- ill. zérókliensek bevezetése mellett is sok érv szól, ugyanakkor a munkaállomásoknak egy olyan hálózati függőséget is jelent, mely gyakran visszariasztja a cégeket a bevezetéstől. Az egyre inkább előtérbe kerülő Raspberry PI és Banana PI vékonykliensek talán új lendületet szabnak ennek a technológiának.

Annyit már most kijelenthetünk: a számítógép-hálózat és az internet már a víz vagy az áramellátáshoz hasonlóan olyan „közműnek” tekinthető amelyek nélkül egy 21. századi cég, de egy modern ember sem lehet meg, így a felhőbe helyezett technológiákat mindenki elérheti.



Olcsó távvezérelt riasztó kialakítása

Összefoglalás: A távvezérelt riasztók előnyeik miatt egyre elterjedtebbé válnak, azonban ezek ára viszonylag magas. A cikkben egy olcsó távvezérelhető riasztó kerül bemutatásra. A távvezérlés megvalósításához az egyik legolcsóbb GSM-modem kerül felhasználásra. A rendszer egyszerű felépítése és olcsósága ellenére a GSM-hálózatok lefedési területén bárhol lehetővé teszi a riasztások SMS-ben történő továbbítását és távoli vezérlés lehetőségét is megvalósítja.
Kulcsszavak: GSM-modem, mikrovezérlő, riasztó.

Abstract: Remote controlled alarm systems are more and more popular; however, their price is relatively high. In this paper a cheap remote controlled alarm system is presented. One of the cheapest GSM modem is used in the remote control system realization. Despite of the low cost and simple system structure the control can be achieved easily by sending SMS alarms or to control the alarm system remotely in the coverage area of the GSM wireless network.

Keywords: GSM modem, microcontroller, alarm system.

Távfelügyeleti rendszer kialakításához felhasznált egységek

A feladatként meghatározott távfelügyelettel rendelkező riasztórendszer kialakításához, a riasztás érzékeléséhez és a kommunikáció megvalósításához szükség volt egy egyszerű programozható vezérlőegységre. Vezérlőegységként az olcsó Atmel mikrovezérlő alapú Arduino platform, az Arduino Pro Mini fejlesztőlap került kiválasztásra (1. ábra), ami az ismertebb nemzetközi online piactereken már ezer Ft alatti áron is beszerezhető. A mikrovezérlő több digitális, analóg be- és kimenettel rendelkezik, soros kommunikációs

*Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
Email: gelencsersanyi@gmail.com

**Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
Email: zoli0727@gmail.com

***Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
Email: norbert.doszkocs@gmail.com

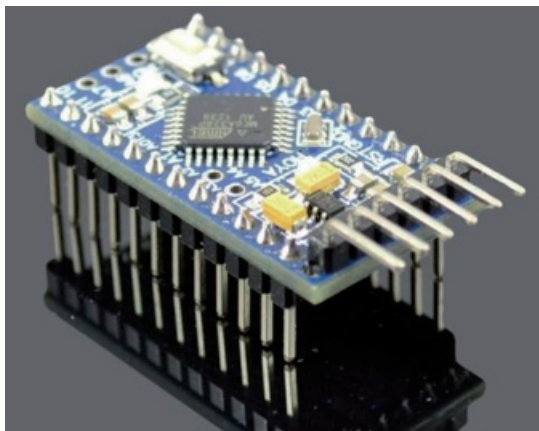
****Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
Email: kovari@mail.duf.hu



[1] Arduino
Project
Homepage

kapcsolat is egyszerűen megvalósítható alkalmazásával. Általános célokra olcsó és ideális eszköz, USB-n keresztül egy USB-UART átalakító segítségével programozható, az Arduino-projekt honlapjáról [1] ingyenesen letölthető fejlesztőkörnyezet segítségével.

1. ábra. Arduino Pro Mini fejlesztőlap.



A riasztórendszer mozgásérzékelésének megvalósításához egy, az ismertebb nemzetközi online piactereken olcsón beszerezhető, HC-SR501 típusú infravörös mozgásérzékelő szenzor került felhasználásra (2. ábra).

2. ábra. HC-SR501 típusú infravörös mozgásérzékelő (PIR sensor).

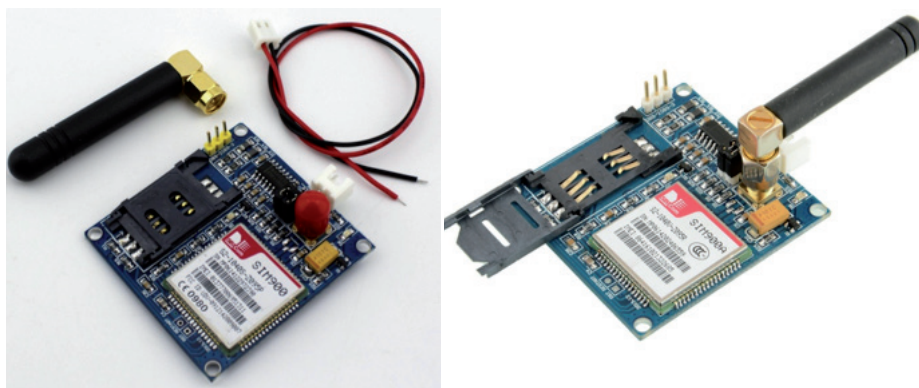




Informatikai terek

A távfelügyeleti rendszerkommunikációt megvalósító egységét egy GSM-modul adja. A legolcsóbb SIM-kártya foglalatot és antennát is tartalmazó GSM-modulok ára az ismertebb nemzetközi online piacereken is 7–30 eFt körüli. Az olcsó, a világon szinte bárhol használható GSM-modulok a SIMCom által gyártott SIM900 integrált áramkörre épülnek (3. ábra), mely 4 sávós, a 850/900/1800/1900 MHz frekvenciákat támogatja. Ennél is olcsóbb, már akár 4 eFt alatti áron is beszerezhető a SIM900A integrált áramkörre épülő változat (3. ábra), amely azonban csak a 900/1800 MHz frekvenciákat támogatja. Magyarországon ez nem jelent gondot, mivel a 2G szolgáltatás ezeken a frekvenciákon történik, azonban a SIM900A firmware (vezérlőprogram) csak a távol-keleti országokat támogatja [2]. Az internetes közösség leleményessége, és a gyártói firmware-frissítés lehetősége azonban orvosolja ezt a problémát.

3. ábra. SIM900 és SIM900A alapú GSM-modulok.



GSM-modul konfigurálása

A SIM900 és SIM900A azonos lábkiosztású, valamint hasonló funkcionalitású, az egyetlen lényegi különbség az, hogy a SIM900A csak két frekvenciát támogat, míg a SIM900 négyet. A SIM900 és SIM900A firmware-e a sim900 Customer flash loader-alkalmazás [3] és egy USB-UART átalakító segítségével frissíthető [4].

[2] SIMCom:
SIM900A Supported
MCC List v1.00
Link: <http://wm.sim.com/producten.aspx?id=1019> (2015. 03. 18.)

[3] Simcom – sim900
Customer flash loader
v1.01 program
Link: http://www.geekonfire.com/wiki/images/b/b8/Simcom_-_sim900_Customer_flash_loader_V1.01.rar
(2015. 03. 18.)

[4] GPRS Shield
SIM900 Firmware
Update Link: http://www.geekonfire.com/wiki/index.php?title=GPRS_Shield%EF%BC%88SIM900%EF%BC%89_Firmware_Update
(2015. 03. 18.)



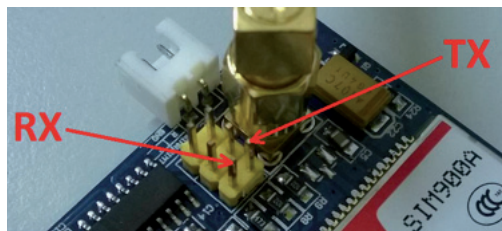
[3] Simcom – sim900 Customer flash loader v1.01 program
Link: http://www.geekonfire.com/wiki/images/b/b8/Simcom_-_sim900_Customer_flash_loader_V1.01.rar (2015. 03. 18.)

[5] SIM900 firmware
Link: http://www.geekonfire.com/wiki/images/8/8a/1137B03SIM900M64_ST_MMS.zip (2015. 03. 18.)

A két integrált áramkör hasonlósága miatt a SIM900 firmware-e [5] feltölthető a SIM900A-ra, ezzel megoldva a hálózat kompatibilitási problémát. A firmware-frissítés lépései röviden az alábbiak:

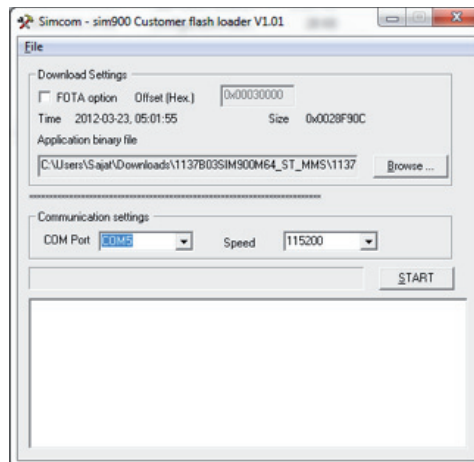
1. Az átkötés (jumper) eltávolítása után az USB-UART átalakító TX és RX kivezetésének csatlakoztatása a GSM-modul kivezetéseihez a 4. ábrának megfelelően.

4. ábra. GSM-modul firmware frissítése.



2. Le kell tölteni a SIM900 firmware-t [5] és a sim900 Customer flash loader alkalmazást [3], a programot elindítani és kiválasztani a firmware-t, a soros portot és a sebességet beállítani 115200-ra és végül a START gombra kattintani (5. ábra).

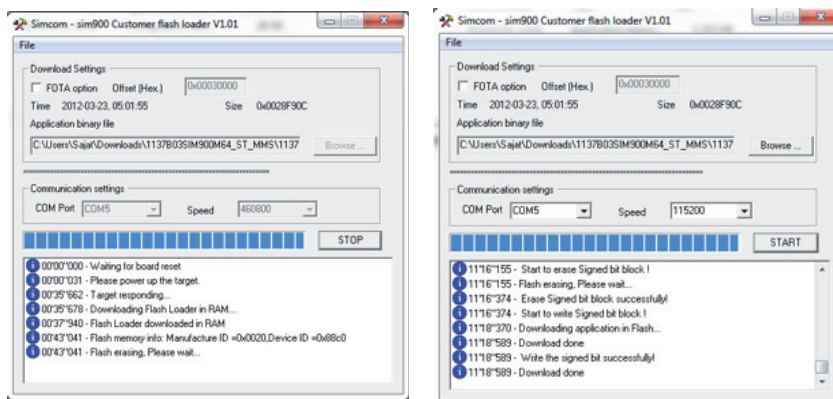
5. ábra. GSM-modul firmware frissítése.



3. Amikor megjelenik a „Please power up the target”, akkor tápfeszültséget kell adni a GSM-modulnak és elindul a Flash törlése, majd a megadott Firmware Flash-be történő feltöltése (6. ábra).

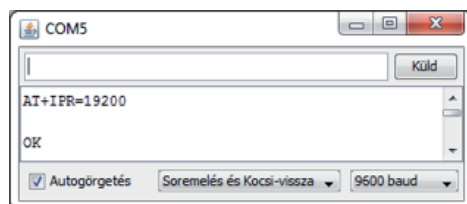
4. Ha a frissítés sikeresen lezajlott, akkor végül a „Download done” üzenet jelenik meg (6. ábra). A modem tápfeszültségét meg kell szüntetni, vezetéket kihúzni majd visszatudni.

6. ábra. GSM-modul firmware frissítése.



5. A firmware-frissítés után a GPRS adatátviteli sebesség 0 baud. Egy soros kommunikációs terminál program segítségével, mint például az Arduino programozó IDE soros monitor alkalmazása, az „AT+IPR=19200” AT parancs segítségével [6] a kommunikáció sebességét célszerű 19200 baud-ra beállítani a 7. ábrának megfelelően.

7. ábra. GSM-modul GPRS sebességének beállítása.



[6] SIMCom:
AT Command
Manual v1.03
Link: <http://wm.sim.com/producten.aspx?id=1019>
(2015. 03. 18.)

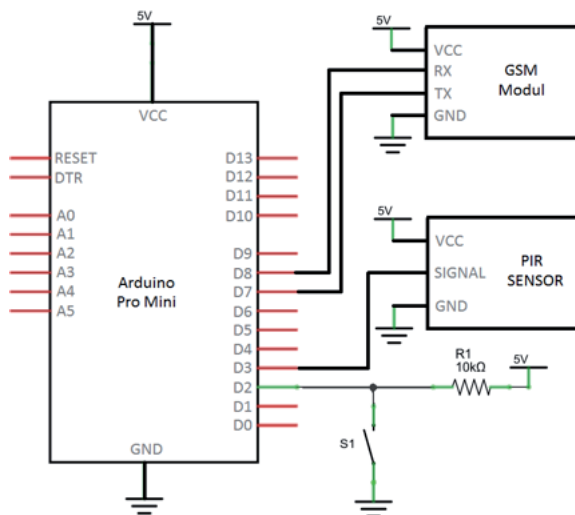


A beállítások után a GSM modembe, tápfeszültség mentes állapotban, be lehet helyezni egy SIM kártyát, és tápfeszültséget adva a modem üzemkészségre. Erről meg lehet győződni egy hívás kezdeményezéssel az „ATD+36XXXXXXXXX;” parancs segítségével.

GSMmodem-alapú távfelügyelet megvalósítása

Miután a GSM-modul üzemkészségre, a vezérlőegységhez – az Arduino fejlesztőmodulhoz – kell illeszteni, mely egyszerű UART soros kommunikációs kapcsolat kialakításával egyszerűen megvalósítható. Az Arduino fejlesztőmodul a programozáshoz és a számítógéppel történő szintén UART soros kommunikációhoz a D0, és D1 digitális kivezetéseket használja. A GSM-modemmel történő kommunikációhoz ezért más kivezetéseket szokás felhasználni, például a D7, D8 kivezetéseket. Tetszőleges digitális ki- és bemeneten a soros kommunikáció kezelését a SoftwareSerial függvénykönyvtár segítségével könnyen meg lehet valósítani. Az SMS-küldés engedélyezése és tiltása, vagyis a riasztó élesítése, a feladatban egy nyomógomb segítségével valósult meg, mely a D2 kivezetésre, míg a mozgásérzékelő kimeneti jele a D3 bemenethez csatlakozott a 8. ábrának megfelelően.

8. ábra. Távfelügyeleti riasztórendszer kapcsolási rajza.





Az alábbiakban látható rövid Arduino-vezérlőprogram, az egyszerűség kedvéért, mozgásalapú riasztás jelzése esetén történő SMS-küldést valósítja meg. Az Arduino-vezérlőegység programjának setup() függvényében a be- és kimenet és a SoftwareSerial soros kapcsolat inicializálása történik meg. A loop() ciklikusan meghívódó függvény a nyomógomb jele alapján az SMS_kuld változó segítségével élesíti a riasztót, valamint a mozgásérzékelő magas jele esetén megtörténik a „Riasztás!!!” SMS elküldése a sendSMS() függvény segítségével. A mozgás esetén SMS-küldést megvalósító Arduino-vezérlőprogram:

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(7, 8);
String SMStext;
boolean SMS_kuld=true;

void setup()
{
  pinMode(2, INPUT); //SMS küldés engedélyező nyomógomb
  pinMode(3, INPUT); //mozgásérzékelő bemenet
  pinMode(13, OUTPUT); //SMS küldés engedélyezése visszajelző LED
  SIM900.begin(19200);
  delay(20000); // 20 mp késleltetés a hálózathoz történő csatlakozáshoz
}

void loop()
{
  //nyomógomb megnyomása esetén SMS küldés
  //engedélyezése/tiltása
  if (digitalRead(2)==LOW) SMS_kuld=!SMS_kuld;
  digitalWrite(13, SMS_kuld);

  //mozgásérzékelő magas kimenete esetén Riasztás!!!
  //SMS küldése, ha az SMS küldés engedélyezett
  if (digitalRead(3)==HIGH && SMS_kuld==true)
  {
    sendSMS(„Riasztás!!!”);
    SMS_kuld=false;
  }
  delay(4000);
}

//SMS küldése AT parancsok segítségével
void sendSMS(String message)
{
  SIM900.println("AT+CMGF=1"); //Text üzemmód kiválasztása
  delay(100);
  SIM900.println("AT+CMGS=\"+36XXXXXXXXX\""); //SMS küldése
  delay(100);
  SIM900.println(message); //SMS üzenet
  delay(100);
  SIM900.println((char)26); // Ctrl+Z
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(5000); //késleltetés az SMS elküldéséhez
}
```



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

Összefoglalás

A bemutatott távfelügyeleti rendszer olcsón, néhány ezer Ft költségből egyszerűen megvalósítható, műszerdobozba szerelhető, így bárki számára elérhető megoldást nyújt távfelügyelet kialakítására.

A rendszer alkalmazható akár egy kihelyezett egység állapotjelzéseinek vagy mérőegység adatainak továbbítására, de akár egy nyaraló riasztórendszerének távfelügyeletére is, valamint könnyedén kiegészíthető egyéb távvezérlési funkciókkal, SMS- vagy GPRS-alapú adatkapcsolat megvalósításával.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

HORVÁTH PÉTER *–BOGNÁR LÁSZLÓ **

A hallgatói preferenciák a felsőoktatásban a hagyományos és az online kurzusok közötti választásnál

Összefoglalás: Videoalapú kísérleti képzést vezettünk be a Dunaújvárosi Főiskolán, és azt kívánjuk tanulmányozni, hogy milyen jellemzőkkel rendelkeznek azok a hallgatói csoportok, akik ezt a képzési formát választják. A hallgatók egy sikertelen matematika vizsga után a *Matematika 1.* tantárgyi kurzus ismételt felvételére kényszerültek és szabadon választhattak a levelező tagozatos, hagyományos tantermi képzés vagy a videoalapú online képzési forma között. A tanulmányban bemutatjuk a vizsgálat körülményeit, az általunk végzett kérdőíves felmérést, az alkalmazott statisztikai tesztek és végül a kapott eredményeinket összehasonlítjuk az előzetes várakozásokkal, hipotézisekkel.

Kulcsszavak: Videoalapú online képzés, felnőtt tanulók, rétegtképző paraméterek, tanulási környezet, statisztikai vizsgálat.

Abstract: In this paper the characteristics of groups of students are investigated who preferred to choose the online form of a course rather than the traditional form of learning in a classroom. At the College of Dunaújváros the online version of the same course *Mathematics 1.* has been introduced recently and it is based on streams of short video lessons. Students had already failed to pass the exam of this subject at least once and were allowed to choose freely between the two versions of the course before their repeated exam. In this paper we describe the circumstances of the study, the results of the survey, the statistical methods we used to compare the features of the different groups, and finally we compare the findings to our preliminary expectations and hypotheses.

Keywords: Video based online education, adult students, layer-maker parameters, learning environment, statistical tests.

* Dunújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: horvathp@mail.duf.hu

** Dunújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: bognarl@mail.duf.hu



Bevezetés

Tanulmányunkban egy speciális kérdés vizsgálatát mutatjuk be. Videoalapú kísérleti képzést vezettünk be a Dunaújvárosi Főiskolán, és azt kívánjuk tanulmányozni, hogy milyen jellemzőkkel rendelkeznek azok a hallgatói csoportok, akik ezt a képzési formát választják. A hallgatók egy sikertelen matematika vizsga után a *Matematika 1.* tantárgyi kurzus ismételt felvételére kényszerültek és szabadon választhattak a levelező tagozatos, hagyományos tantermi képzés vagy a videoalapú online képzési forma között. Tudatában vagyunk annak, hogy a vizsgált hallgatói csoport, illetve a kísérleti képzés körülményei speciálisak.

A hallgatók felnőtt tanulók, a választás sikertelen vizsga után történik, az alkalmazott hagyományos és online tananyagok, illetve oktatási forma intézmény-specifikus, mégis azt reméljük, hogy egy egzakt statisztikai vizsgálat eredményei tanulságot szolgáltathatnak a hallgatói preferenciákra vonatkozó sokszor közhelyes megállapítások megerősítésére vagy éppen azok megkérdőjelezésére. A tanulmányban bemutatjuk a vizsgálat körülményeit, az általunk végzett kérdőíves felmérést, az alkalmazott statisztikai tesztek és végül a kapott eredményeinket összehasonlítjuk az előzetes várakozásokkal, hipotézisekkel.

A vizsgálat körülményei

Kutatásunkban azt a kérdéskört jártuk körül, hogy a Dunaújvárosi Főiskolán folyó levelező matematikaoktatás online adaptációját kik vették fel, melyek lehetnek azok a paraméterek, amik befolyásolhatták a hallgatókat abban, hogy a hagyományos oktatást vagy az online képzést választják.

A felkínált kísérleti oktatás alanyai olyan hallgatók, nappali és levelező tagozatosok vegyesen, akik a 2013–14-es tanév 2. félévében már nem először vették fel a *Matematika 1.* tantárgyat, azaz a kurzus követelményeit az előző félévekben nem tudták teljesíteni. Összesen 128 főről van szó. A főiskola erre a félévre a tantárgyat kétféleképpen hirdette meg (hagyományos levelezős oktatás és online kurzus), a hallgatók szabadon dönthettek a képzési módok között. Végeredményben a hagyományos levelezős oktatást 73-an, az online kurzust 55-en választották. A hallgatók létszáma a kísérleti és a hagyományos kurzuson lehetővé tette, hogy a két különböző oktatási módszert választók között esetleg megmutatkozó különbözőségek szignifikanciájának vizsgálatával felmérjük, hogy milyen jellegzetességek állapíthatók meg az egyes hallgatói paramétereket illetően, vajon mik jellemzik azokat, akik a hagyományos levelezős, illetve az online képzést választják.

A szorgalmi időszak harmadik hetében megkértük a hallgatókat, hogy töltsenek ki egy kérdőívet, válasszanak 36 kérdésre. A kérdéseket úgy állítottuk össze, hogy kitöltő személyére vonatkozó adatokat (nem, életkor, szak, egyéb információk) a kérdőív elejére helyeztük el (*a hallgatók személyes adataival kapcsolatos kérdések*). A többi kérdést, állítást két kategóriába lehet sorolni. Az egyik csoportba azok tartoznak, amelyek a felnőtt tanulók informatikával való kapcsolatát, általában a digitális társadalomba való beilleszkedé-



süket elemezte (*a felnőtt tanulók informatikával való kapcsolatával összefüggő kérdések*), a másik csoportba pedig olyanok, amelyekkel a hallgatók tanulási szokásaira, motivációira és az online kurzuson nélkülözhetetlen kompetenciák meglétére kérdeztünk rá (*a hallgatók tanulási szokásaival, motivációival kapcsolatos kérdések*).

A kérdések túlnyomó része zárt kérdés (skálakérdések, Likert-skála) volt, mivel esetünkben a válaszlehetőségek általában jól behatárolhatók, illetve ezek jobban segíthetik a hipotézisek statisztikai vizsgálatát.

Előzetes feltételezéseink. Vajon kik választják az online képzést a hallgatók közül?

Ezzel kapcsolatban a hipotéziseink a következők. Az első néhány rétegképző paraméter, ami eszünkbe juthat, szinte már közhely számba megy, az interneten sok önmagát hirdető online tanfolyam hívószavai között szerepel. Az online kurzusokat sokszor a *munkahellyel rendelkezőknek* ajánlják, logikus várakozás, hogy az online képzést inkább ők választják. Esetenként szóba jön a hirdetésekben a potenciális résztvevők életkora. Főként azt hangsúlyozzák, hogy sok idősebb is jelentkezik a kurzusokra, még 50 év fölöttiek is. Szintén sokszor megemlített paraméter az iskolának, a tanfolyam helyszínének a lakóhelytől való *földrajzi távolsága* és ezzel szoros kapcsolatban az esetleges utazásra elpazarolt *idő* és pénz. [1], [2], [3], [4]

A fent említett triviális jellemzőkön kívül sok összetevője lehet még annak, hogy valaki egy online kurzust választ. Ezek közül említünk meg néhányat a várakozásaink, feltételezéseink között.

- A hallgató *neme* befolyással lehet a választásra.
- Az internet egyesek számára már teljesen hétköznapi eszközzé vált, míg mások számára teljesen idegen maradt. Az *IKT-eszközök mindennapi használata* otthon vagy a munkahelyen nagy előnyt jelenthet az internetes társadalomban, így azt vártuk, hogy az IKT-eszközöket intenzíven használók szívesebben végeznek online kurzust. [5], [6]
- Az előzőekkel szorosan összefügghet, hogy a közoktatásból már kikerült felnőttek nagy része egyáltalán nem részesült *informatikaoktatásban*,

[1] Ally, M. (2004): Foundations of educational theory for online learning. In: Anderson, T. (Ed.): *The theory and practice of online learning*. Edmonton: Athabasca University Press. Pp. 15–44.

[2] Barnard, L.–Lan, W. Y.–To, Y. M.–Paton, V. O.–Lai, S. L. (2009): Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *The Internet and Higher Education*. 12. Pp. 1–6.

[3] Nyíri K. (2006): Virtuális pedagógia – A 21. század tanulási környezete. *Új Pedagógiai Szemle*. 7. URL: <http://bit.ly/vqZoSQ> Hozzáférés ideje: 2014. február 20.

[4] Szűcs A. (2008): *Távoktatás és eLearning a felnőttképzésben*. Tanár Továbbképző Füzetek V. Budapest: NSZFI.

[5] Benedek A. (2014): A vizualitás új lehetőségei a felnőttkori tanulásban. *Neveléstudomány*. 2014/1. 21–28.
URL: http://nevelstudomany.elte.hu/downloads/2014/nevelstudomany_2014_1.pdf
Hozzáférés ideje: 2014. május 18.

[6] Cserné Adermann G. (2000): Az önirányított tanulás. *Tudásmenedzsment*. 1. Pp. 4–11.



[3] Nyíri K. (2006): Virtuális pedagógia – A 21. század tanulási környezete. *Új Pedagógiai Szemle*.
7. URL: <http://bit.ly/vqZoSQ>

[5] Benedek A. (2014): A vizualitás új lehetőségei a felnőttkori tanulásban. *Neveléstudomány*. 2014/1. 21–28.
URL: http://nevelestudomany.elte.hu/downloads/2014/nevelstudomany_2014_1.pdf

[7] Cserné Adermann G. (2006): A felnőttek tanulásának új, korszerű módszerei az élethosszig tartó tanulás aspektusából. In: *Az andragógia korszerű eszközeiről és módszereiről*. Budapest: NFI.

[8] Ollé J. (2012): A digitális állampolgárság értelmezése és fejlesztési lehetőségei. *Oktatás-Informatika*. 2012/1–2. URL: <http://bit.ly/13bJn6J>

mivel az alaptantervbe az informatika tantárgy 1995-ben került be kötelezően, azaz nem rendelkeznek mindazzal a kompetenciával, amellyel felvértezve igazán helytállhatnának egy online kurzus támasztotta követelményekkel szemben.

– A felsőoktatásban, elsősorban a reáltantárgyaknál, további szempontok is az előtérbe kerülhetnek. A kevesebb önbizalommal rendelkező diákoknak nagyobb esélye van a kibontakozásra, ha nem *kontaktórán* kell szembe nézni a tanárral, a tantárgy nehézségeivel. Olyan hallgatóknál még fokozottabban érvényes ez, akiknek esetleg a matematika, a fizika, vagy éppen az informatika nem a *kedvenc tantárgyai* közé tartozott középiskolában.

– Feltételezéseink alapján a hallgatókat nem mindig a tudás megszerzésével kapcsolatos valamilyen belső *tanulási motiváció* hajtja, amikor az online kurzust választják, hanem esetleg kényelmi szempontok is szerepet játszanak választásukban (*lustaság, kontaktórák nehézségei* stb.). [7]

– Felmerül az a kérdés is, hogy a tanulók hogyan reagálnak a hagyományos iskolai *tanulási környezet megváltozására*, tudnak-e alkalmazkodni a számítógéppel támogatott oktatás okozta tanulói szerepváltozáshoz? Az *eszközhasználaton* túl az *önállóság*, az *önirányítás*, a *tanulásszervezés* képességeinek különböző szintjei szintén rétegtképző paraméterek lehetnek. [5], [3], [8]

Az eredmények statisztikai elemzése

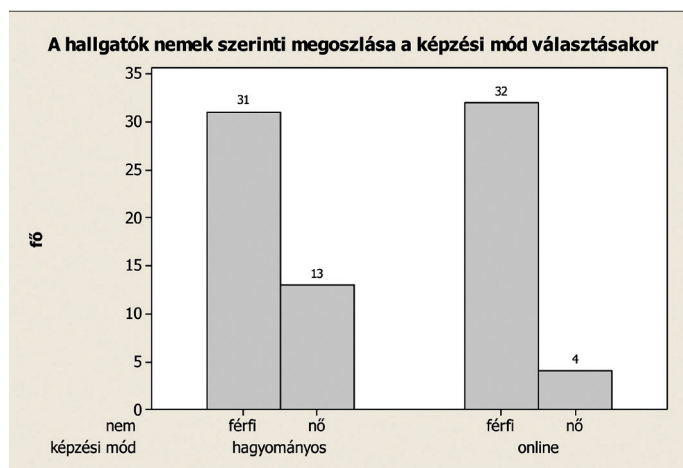
A kérdőívet végül nyolcvan hallgató töltötte ki és küldte vissza, közülük 44 fő a hagyományos és 36 fő az online képzésben vett részt. A 80 főből 28 nappalis, 52 fő levelezős munkarendben volt.

A HALLGATÓK SZEMÉLYES ADATAIVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK

A kérdőív 1. kérdését (*1. kérdés: Az Ön neme?*), illetve az erre adott választ a különböző képzési formákat választók nemek szerinti megoszlásának vizsgálatához használtuk fel. Az *1. ábrán* látható, hogy a hagyományos képzésnél a nő–férfi megoszlás 13:31, míg az online képzésnél ez az arány 4:32. Ez azt jelenti, hogy a hagyományos képzést választókat egy mintának tekintve a nők mintabeli aránya $13/44=0,295$, míg az online képzést választóknál ez $4/36=0,111$.



1. ábra. A hallgatók nemek szerinti megoszlása a képzési mód választásakor.



Annak eldöntésére, hogy a két mintabeli arány eltérése szignifikáns-e, azaz a nekik megfelelő sokaságoknál is található-e különbség a nemek aránya között, statisztikai hipotézisvizsgálatot végeztünk. Nullhipotézisként feltettük, hogy a két sokaságbeli arány azonos. A kétmintás, a sokasági arányokra vonatkozó t-próba megfigyelt szignifikancia szintjére $p=0,033$ adódott, ami szignifikáns eltérést jelent a sokasági arányokban. Bár a t-próba érvényességéhez szükséges normalitási feltételek formálisan teljesültek, a nők száma alacsony volt az online képzésnél (a szokásos minimális érték 5). Mivel a nagymintás feltételek teljesülése az alacsony mintabeli arány miatt kérdéses volt, ezért elvégeztük a Fisher-féle egzakt tesztet is, ami $p=0,057$ -es, szintén szignifikánsnak mondható értéket szolgáltatott.

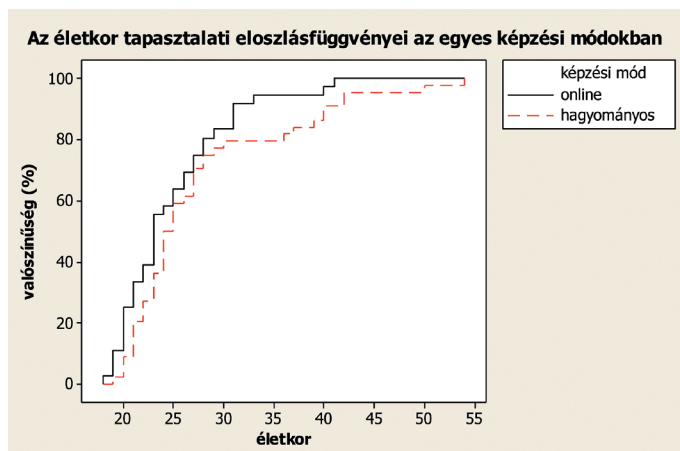
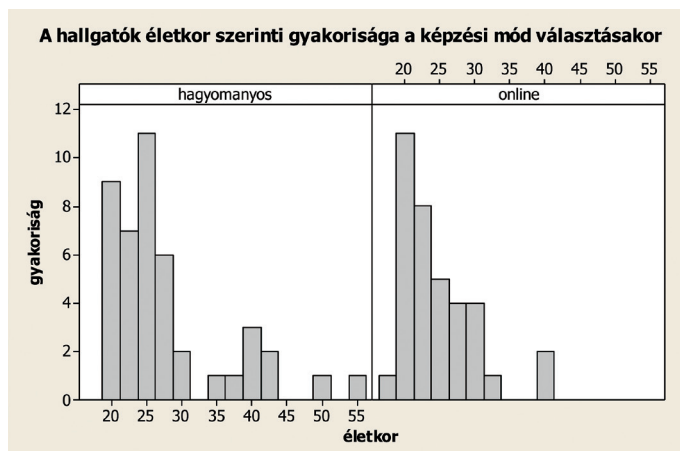
Ez azt jelenti, hogy a kísérletünkben azt találtuk, hogy a nők a férfiakkal összehasonlítva szívesebben választják a hagyományos tantermi képzést az online kurzussal szemben. Ennek a preferenciának a számszerűsítésére bináris logisztikus regressziót végeztünk el, ahol független változóként a képzés módját (bináris: hagyományos vagy online) választottuk, független paraméterként a hallgatók nemét vettük.

Ebben a vizsgálatban arra vonatkozóan, hogy a különböző nemű hallgatók egyenlő valószínűséggel választják-e a különböző képzési formákat, $p=0,053$ megfigyelt szignifikancia szint mellett utasíthatjuk el az egyenlőségre vonatkozó nullhipotézist. A nőknek a hagyományos képzés választására vonatkozó „odds ratio” értéke 3,35-nak adódott. Ez azt jelenti, hogy az a hallgató, aki nő, 3,35-ször nagyobb valószínűséggel választja a hagyományos képzést az online képzéssel szemben.



Az egyes képzési módokon belül az életkor szerinti megoszlást (2. kérdés: Az Ön életkora?) először a gyakorisági hisztogramok és tapasztalati eloszlásfüggvények formájában vizsgáltuk. A 2. ábrában mutatjuk be a két minta hisztogramjait és tapasztalati eloszlásfüggvényeit.

2. ábra. A hallgatók életkor szerinti gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei a képzési mód választásakor





Informatikai terek

Láthatóan a hisztogramok mindkét esetben jobbra ferde eloszlásokat mutatnak, és kérdéses volt, hogy tekinthetők-e ezek normális sokaságból vett mintaeloszlásoknak.

Ennek eldöntésére képzési módokként külön-külön normalitásvizsgálatot végeztünk, ami megmutatta, hogy a normalitási feltétel egyik esetben sem áll fenn. Ennek megfelelően a két képzési módhoz tartozó, az életkori adatokat tartalmazó statisztikai sokaságok eloszlásfüggvényeinek összehasonlítására nemparaméteres módszert kellett választanunk.

A Mann–Whitney-féle teszt szerint nincs szignifikáns eltérés a két sokaság mediánja között, annak ellenére, hogy a két mintaátlag 27,61 év (hagyományos képzés) és 24,78 év (online képzés) volt és ez azt sejtette, hogy jellemzően a fiatalabb korosztály választja az online kurzust.

A 3. kérdésnél (3. kérdés: *Az Ön érettségijének időpontja?*), mellyel a hallgatók érettségi időpontjának megoszlását elemeztük, a képzési módokként elvégzett normalitásvizsgálat ismét azt mutatta, hogy a normalitási feltételek nem teljesülnek.

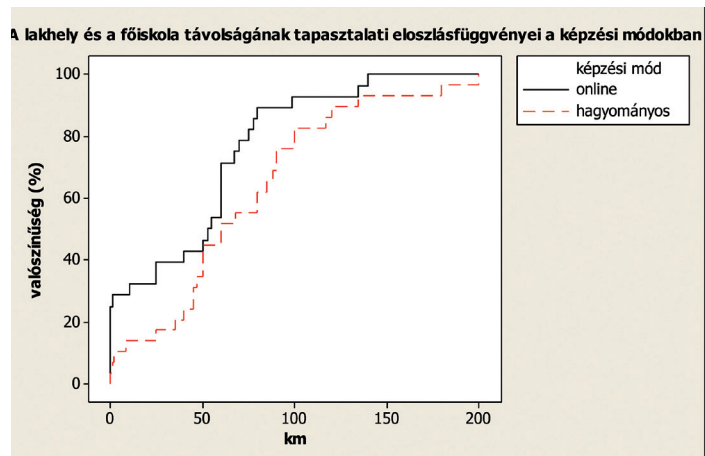
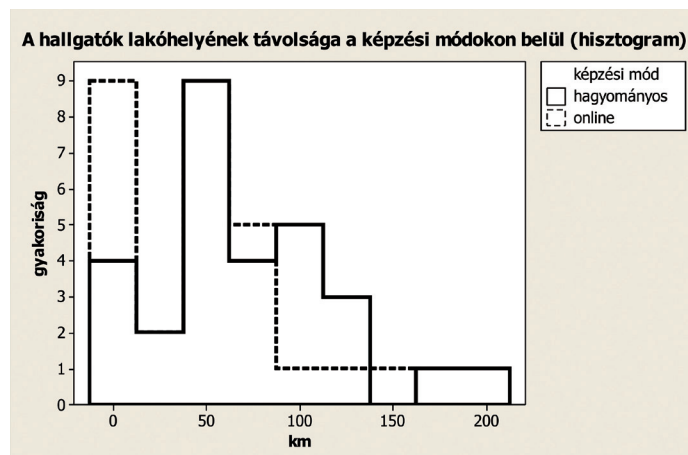
A Mann–Whitney-féle teszt ebben az esetben szignifikánsnak mondható eltérést mutatott ki ($p=0,0531$). Ez azt jelenti, hogy azt a nullhipotézist, miszerint a két sokaságbeli medián egyenlő, elvethetjük, azaz a hagyományos képzést választók jellemzően korábban érettségiztek (a mintabeli mediánok: hagyományos 2008; online 2010).

A következő két kérdésnél (4. kérdés: *Az Ön állandó tartózkodási helye hány kilométerre van Dunaújvárostól?*, 5. kérdés: *Önnek percben kifejezve mennyi idejébe kerül eljutni az állandó tartózkodási helyétől a Dunaújvárosi Főiskolára?*) adott válaszokat annak vizsgálatára használtuk fel, hogy vajon függ-e a hallgatók választása a képzési módok között attól, hogy a lakóhelyük milyen távol van térben és időben a Dunaújvárosi Főiskolától. Ezt először gyakorisági hisztogramok és tapasztalati eloszlásfüggvények segítségével elemeztük (3. és 4. ábra.).



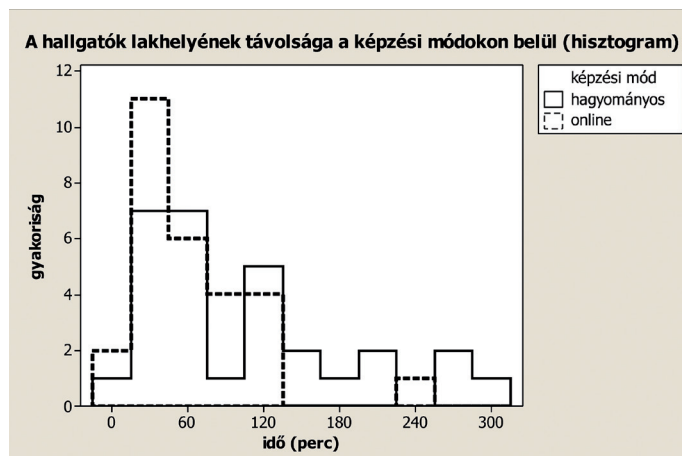
Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

3. ábra. A hallgatók lakóhelyének a Dunaújvárosi Főiskolától való távolsága gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei a képzési mód választásakor.





4. ábra. A hallgatók lakóhelyének a Dunaújvárosi Főiskolától való időbeli távolságának gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei a képzési mód választásakor.

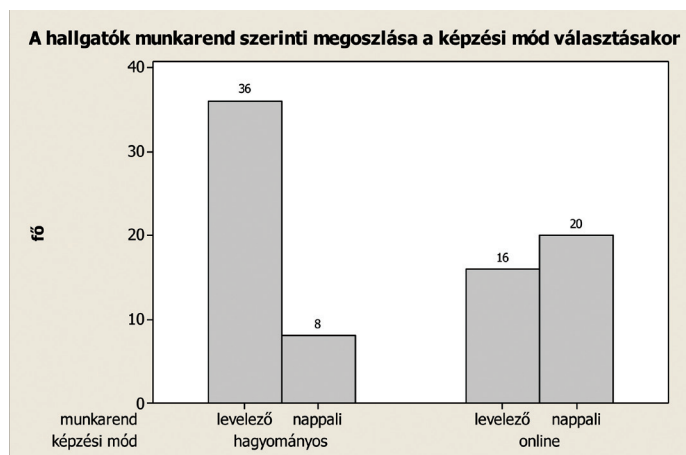


Láthatóan a hisztogramok mindkét kérdésnél mindkét képzési módnál jobbra ferde eloszlásokat mutatnak. A képzési módonként elvégzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a normalitási feltételek nem teljesülnek, ezért ismét a Mann–Whitney-féle tesztet választottuk. A teszt mindkét esetben szignifikánsnak mondható eltérést mutatott ki ($p=0,0596$ és $p=0,0225$). Azaz, mindkét esetben elvethetjük a nullhipotézist (miszerint a két sokaságbeli medián egyenlő). Ugyanakkor az eltérés iránya meglepő. Mindkét kérdésre adott válaszoknál a hagyományos levelező képzést választók esetében nagyobb a medián (a távolságnál a hagyományos képzés esetében 60 km, az online képzésnél 56 km, a percben kifejezett távolságnál 70 perc és 45 perc). Ez azt jelenti, hogy a vizsgált populációkban egy hallgató minél messzebb lakik az iskolától térben és időben, annál inkább választotta a hagyományos levelezős képzést!

A kérdőív 7. kérdésénél (7. kérdés: Az Ön hallgatói munkarendje?) arra voltunk kíváncsiak, hogy van-e különbség a különböző képzési formákat választók munkarend (nappali vagy levelező) szerinti megoszlása között. Az 5. ábrán látható, hogy a hagyományos képzésnél a nappali-levelező megoszlás 8:36, míg az online képzésnél ez az arány 20:16. Ez azt jelenti, hogy a hagyományos képzést választóknál a nappalisok mintabeli aránya $8/44=0,181$, míg az online képzést választóknál ez $20/36=0,556$.



5. ábra. A hallgatók munkarend szerinti megoszlása a képzési mód választásakor.



Annak eldöntésére, hogy az arányoknak ez a különbözősége vajon a sokaságokban is fennáll-e statisztikai hipotézisvizsgálatot végeztünk. Nullhipotézisként azt tettük fel, hogy a két sokaságbeli arány azonos. A kétmintás, a sokasági arányokra vonatkozó t-próba megfigyelt szignifikancia szintjére $p=0,000$ adódott, ami szignifikáns eltérést jelent (a t-próba érvényességéhez szükséges normalitási feltételek itt is teljesültek).

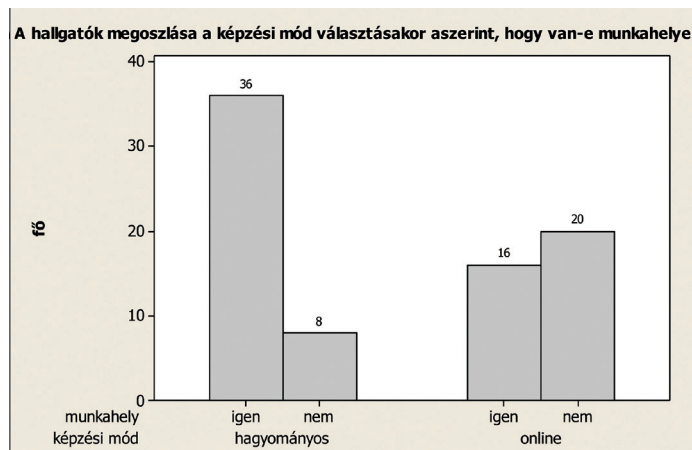
Azaz, a kísérletünknel azt találtuk, hogy a várakozással ellentétben, a nappalis hallgatók a levelezőkkel összehasonlítva szívesebben választják az online képzést a hagyományos tantermi kurzussal szemben. Az eredményünk számszerűsítésére végeztük el a bináris logisztikus regressziót, ahol független változóként a képzés módját (bináris: hagyományos vagy online) választottuk, független paraméterként a hallgatók munkarendjét vettük. Itt arra vonatkozóan, hogy a különböző munkarendű hallgatók egyenlő valószínűséggel választják-e a különböző képzési formákat, $p=0,001$ megfigyelt szignifikancia szint mellett utasíthatjuk el az egyenlőségre vonatkozó nullhipotézist. A nappali tagozatos hallgatóknak az online képzés választására vonatkozó „odds ratio” értéke 5,62-nak adódott. Ez azt jelenti, hogy, ha egy hallgató nappalis és nem levelezős, akkor 5,62-ször nagyobb valószínűséggel választja az online képzést a hagyományos képzéssel szemben.

A 11. kérdés (11. kérdés: Van-e munkahelye Önnek?) elemzésénél, amelyben azt vizsgáltuk, hogy van-e különbség a különböző képzési formákat választók között aszerint, hogy rendelkeznek-e munkahellyel vagy sem (6. ábra), hasonló eredményeket kaptunk, mint a 7. kérdés esetében, a képzési munkarend vizsgálatánál.



Informatikai terek

6. ábra. A hallgatók megoszlása a képzési mód választásakor aszerint, hogy van-e munkahelye.

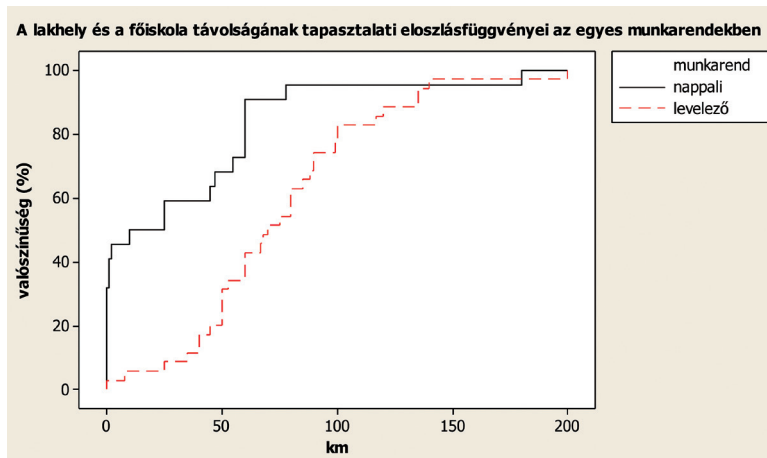
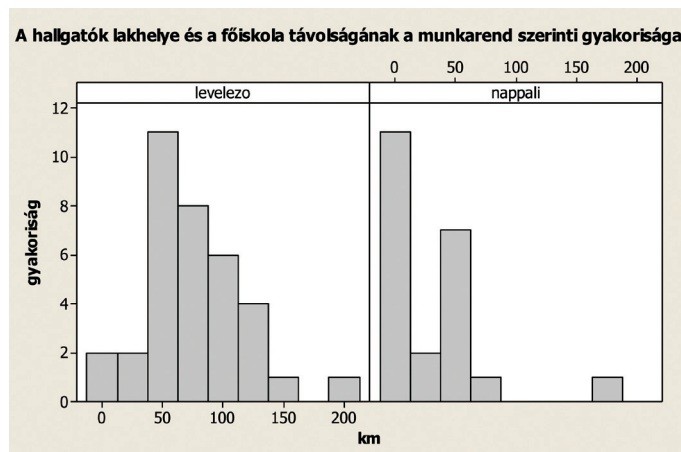


A részeredményeket mellőzve a következtetés az, hogy a munkahellyel nem rendelkező hallgatók szívesebben választják az online képzést a hagyományos tantermi kurzussal szemben. A munkahellyel nem rendelkező hallgatóknak az online képzés választására vonatkozó „odds ratio” értéke 5,62-nak adódott. Ez azt jelenti, hogy egy hallgató, akinek nincs munkahelye, 5,62-szor nagyobb valószínűséggel választja az online képzést a hagyományos képzéssel szemben.

A vizsgálatnak ebben a szakaszában az előző, a munkarendre és a munkahelyre vonatkozó meglepő eredmények miatt, újabb elemzéseket iktattunk közbe. A kérdőív két, a távolságra vonatkozó kérdését, más aspektusból is megvizsgáltuk. Azt szeretnénk volna igazolni, hogy a térbeli és időbeli távolságra vonatkozó eredmények mögött is (miszerint a távolabb lakók választják inkább a tantermi képzést) ugyanaz a furcsa tény húzódik meg, hogy elsősorban a nappali tagozatos hallgatók preferálják az online képzést. Ennek megfelelően a távolságokra vonatkozó összehasonlításokat is elvégeztük közvetlenül a nappali és a levelező munkarendű hallgatók között is.



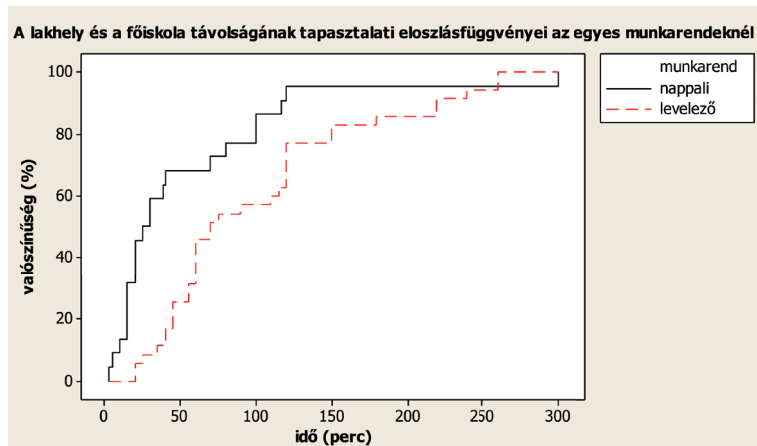
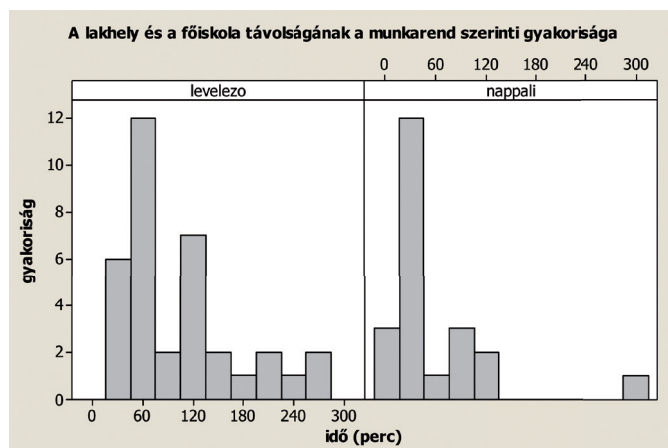
7. ábra. A hallgatók lakóhelyének a Dunaiújvárosi Főiskolától való távolsága gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei az egyes munkarendek esetén.





Informatikai terek

8. ábra. A hallgatók lakóhelyének a Dunaújvárosi Főiskolától való időbeli távolsága gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei az egyes munkarendek esetén.





A 7. és a 8. ábrából sejthető, hogy a normalitási feltételek nem állnak fenn. A tesztek be is bizonyították ezt, ezért ismét a Mann–Whitney-féle tesztet választottuk. Az eredmények itt is meggyőzőek: a teszt a távolság és az idő esetében is szignifikáns eltérést mutatott ki ($p=0,0001$ és $p=0,0007$). Azaz, mindkét esetben elvethetjük a nullhipotézist, miszerint a két sokaságbeli medián egyenlő.

A következtetés a várt, ugyanis a mindkét kérdésre adott válaszoknál a levelező munkarendű hallgatók esetében nagyobb a medián (a távolságnál a levelezősöknél 70 km, a nappalis hallgatóknál 17,5 km, a percben kifejezett távolságnál 70 perc és 27,5 perc).

Ez azt jelenti, hogy, ha egy hallgató nappali tagozatos, jellemzően közelebb lakik az iskolához térben és időben, mint a levelezős hallgató.

A HALLGATÓKNAK AZ INFORMATIKÁHOZ VALÓ VISZONYÁRA VONATKOZÓ KÉRDÉSEK

A kérdések következő csoportja (amelyek a felnőtt tanulók kapcsolatát az informatikával, a jártasságukat az IKT-eszközök mindennapi használatában, általában az internetes társadalomba való beilleszkedésüket vizsgálta), meglepő módon, a várakozással ellentétben, nem eredményezett szignifikáns eltérést a két képzési mód hallgatói között (pl. 12. *Tanult-e Ön középiskolában informatikát?*, 16. *Ön belépett-e Facebook-ba?*, 19. *Végzett-e már valamilyen online tanfolyamot vagy kurzust?*, 26. *Mennyire szimpatikus tárgy általában Önnek az informatika?*).

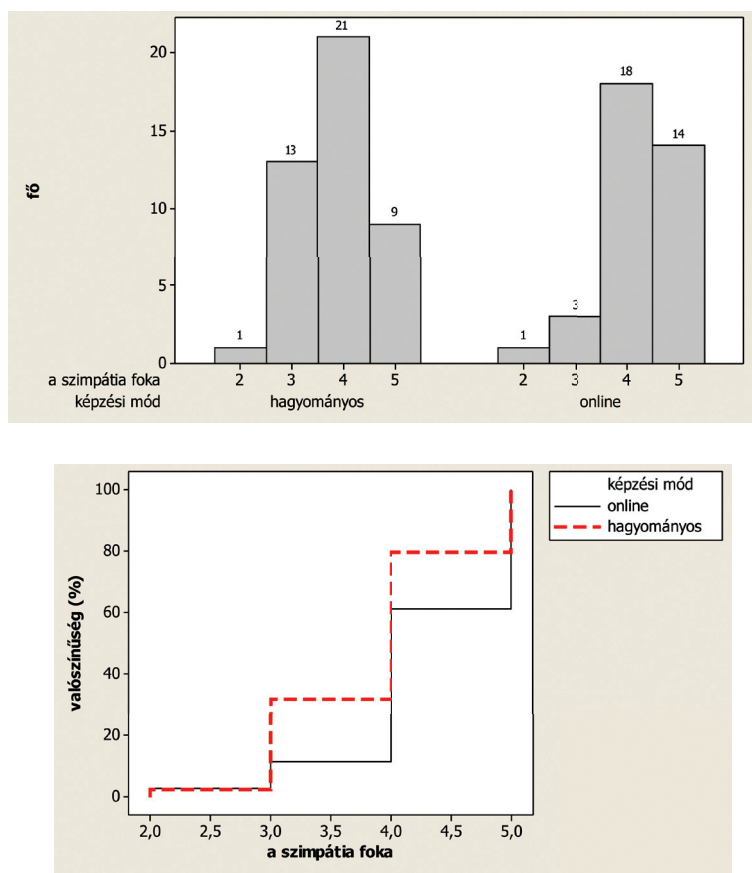
Egyetlen kivétel volt, a 27. kérdés (27. kérdés: *Általában mennyire szimpatikus Önnek egy olyan tantárgy, amelynél informatikai eszközöket használnak? 1-egyáltalán nem, 5-kedvenc tantárgyaim*). Az egyes képzési módokon belül a szimpátia foka szerinti megoszlást először a gyakorisági hisztogramok és tapasztalati eloszlásfüggvények formájában vizsgáltuk.

A 9. ábrán mutatjuk be a két minta hisztogramjait és tapasztalati eloszlásfüggvényeit.



Informatikai terek

9. ábra. A hallgatók IKT-eszközöket használó tantárgyakhoz fűződő szimpátiájának gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei az egyes képzési módok esetén.

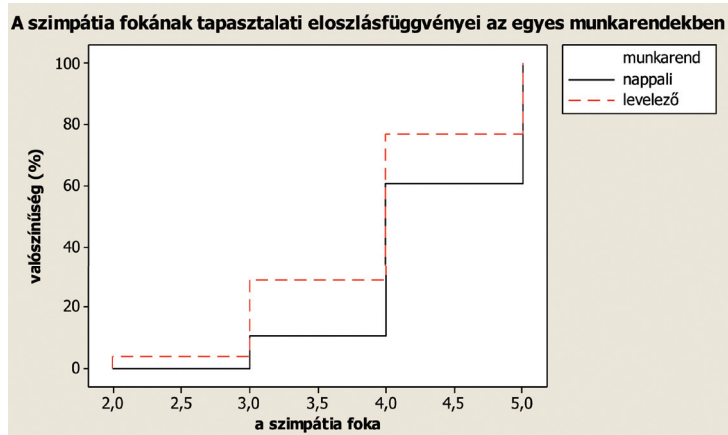
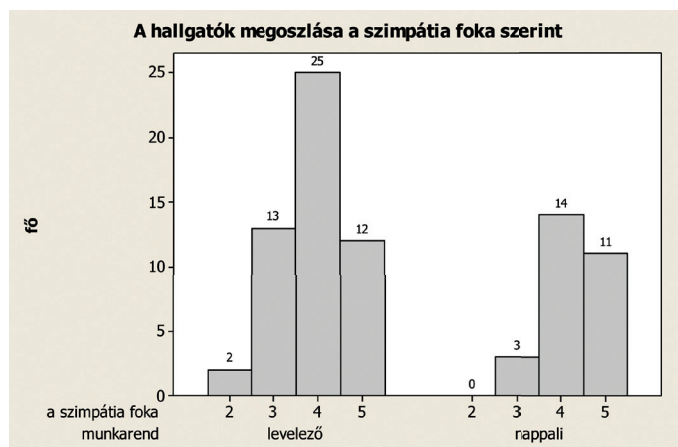


Képzési módonként külön-külön normalitásvizsgálatot végeztünk, ami megmutatta, hogy a normalitási feltétel nem áll fenn. A Mann–Whitney-féle teszt szerint az eltérés szignifikáns a két sokaság mediánja között ($p=0,0299$). Ennek alapján elvethetjük a nullhipotézist, miszerint a két sokaságbeli medián egyenlő, azaz jellemzően azok választották az online kurzust, akiknek szimpatikusabb a számítógéppel támogatott oktatás.



Ennél a kérdésnél is megvizsgáltuk, hogy a nappali munkarendű hallgatóknak szimpatikusabbak-e az olyan tantárgyak, amelyekben informatikai eszközöket használnak (10. ábra).

10. ábra. A hallgatók IKT-eszközöket használó tantárgyakhoz fűződő szimpátiájának gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei az egyes munkarendek esetén.





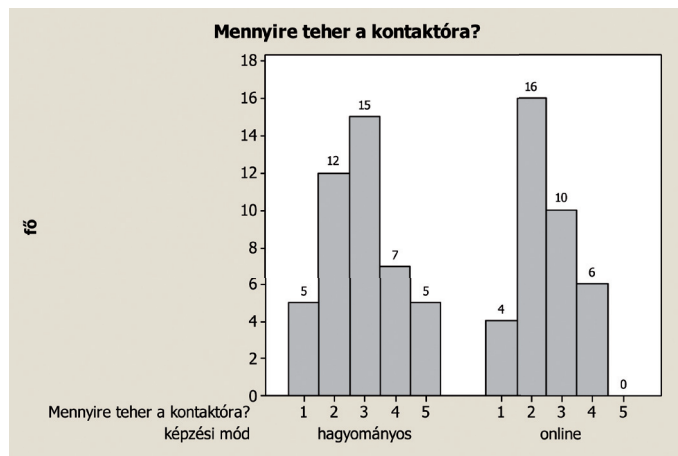
Informatikai terek

A Mann–Whitney-féle teszt szerint az eltérés szignifikáns ($p=0,0579$). Ennek alapján elvethetjük a nullhipotézist, miszerint a két sokaságbeli medián egyenlő, azaz jellemzően a nappalis hallgatóknak szimpatikusabb a számítógéppel támogatott oktatás.

A HALLGATÓK TANULÁSI SZOKÁSAIVAL, MOTIVÁCIÓIVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK

A kérdések harmadik csoportja a felnőtt tanulók tanulási szokásaival, motivációjával, motivációs szintjével, illetve az online kurzuson való részvételhez, az online tanuláshoz nélkülözhetetlen tulajdonságok, kompetenciák vizsgálatával foglalkozott. Várakozásunkkal ellentétben a kérdésekre adott válaszok képzési mód szerinti összehasonlítása nem mutatott ki szignifikáns eltéréseket (pl. 30. kérdés: *Mennyire érezte tehernek a tantárgy kontaktóráit, azaz, szívesen ült-e a tanteremben a matematika órákon?*, 31. kérdés: *Ön a matematika órák hány százalékán vett részt az elmúlt félévben?*, 32. kérdés: *Az előző félévben az Ön által átlagosan hetente a matematika tanulására fordított idő szorgalmi időszakban?*). A 11. ábrán például a hallgatók kontaktórákhoz való viszonyulását láthatjuk. A képzési módok szerint nem mutatható ki szignifikáns eltérés.

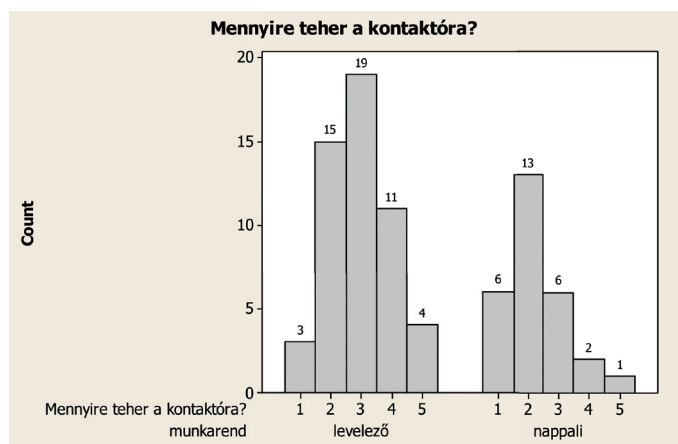
11. ábra. A hallgatók megoszlása a képzési mód választásakor abban a tekintetben, hogy mennyire érezte tehernek a tantárgy kontaktóráit.





Ugyanakkor, ha azt vizsgáljuk, hogy a különböző munkarendű (nappali, levelezős) hallgatók mit választak erre a kérdésre, szignifikáns különbséget tapasztalunk (12. ábra).

12. ábra. A különböző munkarendű hallgatók gyakorisági hisztogramjai és tapasztalati eloszlásfüggvényei abban a tekintetben, hogy mennyire érezte tehernek a tantárgy kontaktóráit.





Informatikai terek

A Mann–Whitney-féle teszt szerint $p=0,0044$. Ennek alapján elvethetjük a nullhipotézist, miszerint a két sokaságbeli medián egyenlő, azaz jellemzően a nappalis hallgatóknak jelentenek nagyobb terhet a tantárgy kontaktórai.

A 33. kérdésnél (33. kérdés: *Az Ön véleménye szerint miért nem sikerült teljesíteni eddig a Matematika 1. tantárgyat?*) azt vizsgáltuk, hogy a hallgató szerint a külső körülmények nem tették lehetővé, hogy sikeres legyen a tantárgyban, vagy saját magában kell keresnie a sikertelenség okát.

A megadott válaszok alapján nem lehetett szignifikáns eltérést kimutatni a két képzési mód hallgatói között, a hagyományos képzésben résztvevők 34%-a és az online képzést választó hallgatók 44%-a nyilatkozott úgy, hogy saját hibából nem sikerült teljesíteni a kurzust.

Itt is megvizsgáltuk, hogy a munkarend szempontjából van-e lényeges eltérés. A levelező munkarendű hallgatóknál a saját hibából-külső körülmények miatt megoszlás 13:39, míg a nappalisoknál ez az arány 18:10 lett.

Ez azt jelenti, hogy a levelezős hallgatók között azok aránya, akik szerint a sikertelenség oka saját hibára vezethető vissza $13/52=0,25$, míg ez arány a nappalis hallgatóknál $18/28=0,643$.

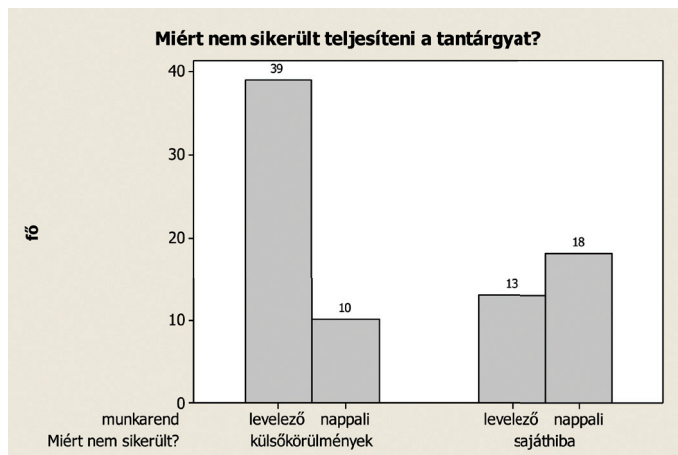
A kétmintás, a sokasági arányokra vonatkozó t-próba megfigyelt szignifikancia szintjére $p=0,000$ adódott. (A t-próba érvényességéhez szükséges normalitási feltételek teljesültek.) Ez azt jelenti, hogy akik saját magukban látták a sikertelenség okát, jellemzően nappali munkarendű hallgatók.

Ennek a számszerűsítésére bináris logisztikus regressziót végeztünk el, ahol független változóként a hallgatói munkarendet (bináris: levelező vagy nappali) választottuk, független paraméterként a sikertelenség okát (saját hiba-külső körülmények) vettük.

A sikertelenség okát saját magukban kereső hallgatók munkarendjére vonatkozó „odds ratio” értéke 5,4-nek adódott ($p=0,001$). Ez azt jelenti, hogy, ha egy hallgató saját magában látja a hibát és nem a külső körülményekben, akkor 5,4-szer nagyobb valószínűséggel nappalis munkarendű (13. ábra).



13. ábra. A különböző munkarendű hallgatók megoszlása abban a tekintetben, hogy miért nem sikerült teljesíteni a Matematika 1. tantárgyat.



Ezt támasztják alá a 34. kérdésre adott válaszok is (34. *Hogyan jellemezné önmagát? (impulzív típus, inkább kitartó, kicsit lusta)*). Ennél a kérdésnél a hallgatóknak a tanuláshoz való hozzáállását, attitűdjét vizsgáltuk, és azt elemeztük, hogy vajon ez összefügg-e azzal, hogy a hallgató milyen képzési módot választott vagy, hogy milyen munkarendű (nappali vagy levelező) képzésre jár.

Az 1. táblázatban a képzési mód–tanulási attitűd-változók szerint készítettük el a kontingencia táblát.

1. táblázat. Kétutas kontingencia tábla a képzési mód és a hallgatói tanulási attitűd függetlenségének vizsgálatához.

Képzési mód	A hallgatói tanulási attitűd			összesen
	impulzív típus vagyok	inkább kitartó vagyok	kicsit lusta vagyok	
hagyományos	9	10	25	44
online	6	10	20	36
összesen	15	20	45	80



Informatikai terek

A két változó közötti függetlenségvizsgálatot khi-négyzet-próbával végeztük. A $p=0,836$ megfigyelt szignifikanciaszint szerint nincs elegendő bizonyítékunk arra, hogy a két változó – vagyis, hogy valakinek milyen a tanuláshoz való viszonyulása, illetve melyik képzési módot választja – összefüggene egymással. Ugyanakkor egyértelmű, szignifikáns összefüggést találtunk a képzési munkarend és a tanulási attitűd között. A $p=0,002$ megfigyelt szignifikanciaszint erős bizonyítékot jelent arra nézve, hogy a nappali munkarendben tanuló hallgatók sokkal lustábbnak, kevésbé kitartónak tartják magukat, mint a levelező hallgatók (2. táblázat).

2. táblázat. Kétutas kontingencia tábla a képzési munkarend és a hallgatói tanulási attitűd függetlenségének vizsgálatához.

Munkarend	A hallgatói tanulási attitűd			összesen
	impulzív típus vagyok	inkább kitartó vagyok	kicsit lusta vagyok	
levelező	13	17	22	52
nappali	2	3	23	28
összesen	15	20	45	80

Eredmények, összefoglalás

NEM RÉTEGKÉPZŐ PARAMÉTEREK

Először a kutatás azon eredményeit tekintjük át röviden, ahol az előzetes várakozásainkkal ellentétben a vizsgált jellemzőnél nem lehetett kimutatni szignifikáns eltérést, vagyis ahol az általunk rétegeképzőnek gondolt paraméter, illetve hallgatói preferencia nem bizonyult rétegeképzőnek.

A hallgatók személyes adataival kapcsolatos kérdéseknél, fontos kiemelni a hallgató szakjára vonatkozó kérdést, ahol nem kaptunk szignifikáns különbséget, pedig azt hittük, hogy ez egy markáns paraméter lehet. A kísérletben ugyanis több műszaki informatika vagy gazdaságinformatika szakos hallgató is részt vett, akiknek tanulmányai szorosan kapcsolódnak az informatikához.



Az volt az előzetes feltételezésünk, hogy ezek a hallgatók jellemzően az online képzési módot választják. De várakozásunk nem teljesült.

Egy kivételtől eltekintve (*Általában mennyire szimpatikus Önnek egy olyan tantárgy, amelynél informatikai eszközöket használnak?*) a kérdések második csoportjánál – a hallgatóknak az informatikához való viszonyukra vonatkozó kérdéseknél – sem kaptunk szignifikáns eltérést a két különböző képzési módot választók vagy akár a két különböző munkarendben tanulók között.

Pedig azt vártuk, hogy azok választják inkább az online képzési módot, akik jártasabbak az informatikában, jobban beilleszkedtek a digitális társadalomba.

Ezt talán azzal lehet magyarázni, hogy a munkahellyel rendelkező idősebb korosztályban sokan rákényszerültek az alapvető informatikai programok, az egyes IKT-eszközök használatának elsajátítására (pl. okostelefon, hivatalos iratok elkészítése, a magán- és munkahelyi levelezés emailben, sms-ben, stb.).

A kérdések harmadik csoportja a felnőtt tanulók *tanulási szokásaival, motivációjával, az online tanulás*hoz nélkülözhetetlen tulajdonságok, kompetenciák vizsgálatával foglalkozott.

Ezeknél sem lehetett kimutatni szignifikáns különbséget a két különböző képzési módot választó hallgatók preferenciái között. Olyan kérdések esetében sem, ahol előzetesen ezt feltételeztük (pl. *Mennyire érezte tehernek a tantárgy kontaktórait, azaz, szívesen ült-e a tanteremben a matematika órákon?, Ön a matematika órák hány százalékán vett részt az elmúlt félévben?, Az előző félév szorgalmi időszakában az Ön által a matematika tanulására fordított idő hetente átlagosan?*).

RÉTEGKÉPZŐ PARAMÉTEREK

A következőkben azokról a jellemzőkről írunk, amelyek a vizsgálatok alapján rétegképző paraméternek bizonyultak abban a tekintetben, hogy a hallgatók melyik képzési módot választották.

Rögtön a hallgatók nemének elemzésénél meglepő eredményt kaptunk. Azt találtuk, hogy a nők a férfakkal összehasonlítva szívesebben választják a hagyományos tantermi képzést. Bár maga a tény is érdekes, a meglepetést az arány okozta, miszerint a nők 3,35-szor nagyobb valószínűséggel választják a hagyományos képzést az online képzéssel szemben.

A hallgatók életkorának vizsgálatánál nem kaptunk szignifikáns különbséget a képzési módok között, pedig a mintaátlagok közötti különbség azt sejtette, hogy jellemzően a fiatalabb generáció választja az online kurzust. A hallgatók érettségi időpontját áttekintve azt tapasztaltuk, hogy a hagyományos képzést választók jellemzően korábban érettségiztek. A hallgatók életkorát és érettségijük megszerzésének időpontját együtt vizsgálva, talán azért nem kaptunk szignifikáns különbséget a két képzési módot választók életkora között, mert az idősebb korosztályból is sokan az elmúlt néhány évben érettségiztek, tanultak informatikát középiskolában, ezért nagyobb hajlandósággal vették fel az online kurzust.



Informatikai terek

A lakóhely főiskolától való távolságát, a főiskolára való utazás idejét, a képzés munkarendjét és a hallgató munkaviszonyát a képzési mód megválasztása szempontjából rétegeképző paramétereknek gondoltuk. Várakozásunk az volt, hogy az a hallgató választja az online kurzust, aki jellemzően távolabb lakik az iskolától, levelezős munkarendű és munkahellyel rendelkezik.

A vizsgálatokban ugyan az eltérések szignifikánsnak bizonyultak, csak hogy az eltérések iránya a várakozással ellentétes lett. Inkább a Dunaújvároshoz közel élő, nappali tagozatos hallgatók vették fel az online kurzust.

A vizsgálatnak ebben a szakaszában – a munkarendre és a munkahelyre vonatkozó meglepő eredmények miatt – közbeiktattunk olyan elemzéseket is, ahol a nappali és a levelező munkarendű hallgatókat hasonlítottunk össze. Ezek az összehasonlítások megmutatták, hogy azért laknak távolabb a hagyományos tantermi képzést választók, mert ezt a képzést inkább a levelezős hallgatók preferálják, akik messzebb laknak. Valószínűleg ez tükröződik vissza a képzési módnak a távolsággal való összevetésénél is.

A kérdések második csoportjával – *a hallgatóknak az informatikához való viszonyukra vonatkozó kérdéseknél* – kapcsolatban már említettük, hogy nem találtunk (egy kivételtől eltekintve) szignifikáns eltérést a két különböző képzési módot választók, vagy akár a két különböző munkarendben tanulók között. Persze ez valószínűleg nem azt jelenti, hogy mindenki „otthon van” a digitális társadalomban, mindenki elfogadja az IKT-eszközök hasznosságát, mindenki kihasználja az IKT-eszközök nyújtotta előnyöket, és akár tanulmányaiban is szívesen alkalmazza ezeket.

Erre példa a következő kérdés (*Általában mennyire szimpatikus Önnek egy olyan tantárgy, amelynél informatikai eszközöket használnak?*). Ennek vizsgálatánál a várt eredményeket kaptuk, jellemzően azok a nappalis munkarendű hallgatók választották az online kurzust, akiknek szimpatikusabb a számítógéppel támogatott oktatás.

A hallgatók tanulási szokásaival, motivációival kapcsolatos kérdésekre adott válaszok elemzésénél a képzési mód szerinti összehasonlításoknál nem kaptunk szignifikáns különbségeket, de a nappali és a levelező munkarendű hallgatók között igen. Megállapítottuk például, hogy a nappalis diákok érezték tehernek a kontaktórák kihívásait.

Annál a kérdésnél, amelyiknél arra voltunk kíváncsiak, hogy a hallgató véleménye szerint miért nem sikerült teljesíteni a *Matematika 1.* tantárgyat az eredmény az lett, hogy a nappali munkarendű hallgatók úgy gondolják, hogy saját magukban kell keresni a hibát, a levelezős hallgatók a külső körülményekben találták meg a sikertelenség okát. A hallgatók tanulási attitűdjére vonatkozó kérdésre adott válaszokból az volt kiolvasható, hogy a nappali munkarendben tanuló hallgatók sokkal lustábbnak, kevésbé kitartónak tartják magukat, mint a levelező hallgatók.

Statisztikailag érdekes kérdés, hogy vajon, ha a nappalis hallgatók a „lustábbak”, és a nappalis hallgatók választják inkább az online képzési módot, akkor a képzési mód és a tanulási attitűd függetlenségének



vizsgálatokor miért nem találtunk szignifikáns összefüggést a „lustaság” és az online kurzus választása között? A magyarázat abban rejlik, hogy a képzési mód–tanulási attitűd vizsgálatokor az egyes változók kategóriáin belül vegyesen szerepelnek nappalis és levelezős hallgatók, így a változók közötti jellegzetes összefüggés némileg „felhígul”.

Ha egy mondatban akarunk válaszolni arra kérdésre, hogy milyen preferenciák játszottak szerepet a hagyományos és az online kurzusok közötti választásnál a Dunaújvárosi Főiskola hallgatói esetében, akkor a válasz a következő lehet:

Jellemzően azok vették fel inkább az online kurzust, akik nemrég érettségiztek, az iskolához közelebb élnek, munkahellyel nem rendelkeznek, nappalis munkarendben tanulnak és az átlagosnál lustábbak.

A tanulmány rávilágított arra, hogy a képzési módok közötti választásnál a főiskolai hallgatókat nem tekinthetjük homogén sokaságnak.

Az eredmények azt mutatják, hogy a főiskolai hallgatók sokaságát további csoportokra lehet és kell bontani a különböző rétegképző jellemzők segítségével. Ezen szempontokat célszerű figyelembe venni a felsőoktatásban az online kurzusok fejlesztésénél, meghirdetésénél és az oktatásnál.

Ugyanakkor ismételten fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy vizsgálataink körülményei speciálisak voltak (ismételt kurzusfelvétel, matematika tantárgy, stb.), ezért ahhoz, hogy a tanulmány megállapításait kiterjeszthessük a vizsgált esettől lényegesen eltérő körülményekre is, további kutatások szükségesek.



KIRCHNER ISTVÁN *

Az iteráció konvergenciájának gyorsítása lineáris egyenletrendszerek megoldásakor

Összefoglalás: Eljárást adunk lineáris egyenletrendszereket megoldó iteratív eljárások legtöbbjének konvergencia-gyorsítására. Ehhez mindössze egy olyan algoritmus szükséges, amely tetszőleges konstansok vektorához az egyenletrendszer egy közelítő megoldását szolgáltatja.

Kulcsszavak: Lineáris egyenletrendszer, lineáris egyenletrendszer megoldása, lineáris egyenletrendszer iteratív megoldása, altér iteráció, konvergencia-gyorsítás.

Abstract: We developed a method for speeding up convergence of most of the iterative solver of linear equations' systems. It uses an algorithm that provides an approximate solution for the arbitrary vector of constants.

Keywords: System of linear equations, solver of linear equations' system, iterative solver of linear equations' system, subspace iteration, speeding up convergence.

A mérnöki gyakorlatban előforduló tervezési feladatok, megoldandó problémák igen nagy hányada vezet lineáris egyenletrendszerre, közismert példa erre a végeselem-módszer. Ezért fontos a nagyméretű lineáris egyenletrendszerek minél hatékonyabb, egyre gyorsabb megoldása. Az alábbiakban egy olyan eljárást mutatunk be, amely alkalmas iteratív úton működő lineáris egyenletrendszer-megoldások gyorsítására.

Tekintsük az n ismeretlenes

$$\mathbf{Ax}=\mathbf{b} \quad (1)$$

* Dunaújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: kirchner@mail.duf.hu



[1] Bronstejn I. N.–Szemengyajev K. A. –Musiol G.–Mühlig H. (2002): *Matematikai kézikönyv*. Budapest: TypoTEX.

[2] Galántai, A. (2003): *Projection Methods for Linear and Nonlinear Equations*. MTA doktori értekezés. Miskolc.

[3] Rózsa P. (1991): *Lineáris algebra és alkalmazásai*. Budapest: Tankönyvkiadó.

[4] Popper Gy.–Csizmás F. (1993): *Numerikus módszerek mérnököknek*. Budapest: TypoTEX.

lineáris egyenletrendszert, melynek n -edrendű $\mathbf{A}$ együtthatómátrixa legyen teljes rangú, azaz a feladatnak egy, egyértelmű megoldása van.

Tegyük föl, hogy ismerjük az $\mathbf{A}$ együtthatómátrix egy közelítő inverzét. Jelölje ezt $\hat{\mathbf{A}}$. Ennek fölhasználásával az alábbi iteratív eljárást építhetjük föl az $\mathbf{x}$ ismeretlenek vektorának meghatározására. Jelölje $\mathbf{x}_i$ az $\mathbf{x}$ vektor i -edik iterációs lépésben adódó közelítését, $\mathbf{v}_i$ pedig a hozzá tartozó hibavektort ($\mathbf{v}_i = \mathbf{b} - \mathbf{A}\mathbf{x}_i$). Az eljárás kezdő lépése: $\mathbf{x}_0 = 0$, $\mathbf{v}_0 = \mathbf{b}$. Egy közbenső, i -edik ($i \geq 1$) iterációs lépésben számítandó mennyiségek:

$$\mathbf{u} = \hat{\mathbf{A}}\mathbf{v}_{i-1}, \quad (2)$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{A}\mathbf{u}, \quad (3)$$

$$\mathbf{x}_i = \mathbf{x}_{i-1} + \mathbf{u}, \quad (4)$$

$$\mathbf{v}_i = \mathbf{v}_{i-1} - \mathbf{r}. \quad (5)$$

Az $\mathbf{x}_i$ vektort például akkor tekinthetjük a feladat megfelelően pontos megoldásának, ha a $\mathbf{v}_i$ hibavektor hossza egy előre meghatározott ε relatív hibánál kisebb. A megoldás tehát akkor elegendően pontos, ha

$$\frac{|\mathbf{v}_i|}{|\mathbf{b}|} < \varepsilon. \quad (6)$$

Ilyen jellegű iterációs eljárás az irodalomból már ismert [1, 2, 3, 4] konvergenciájának sebessége, illetve az, hogy egyáltalán konvergál-e az eljárás, természetesen az $\hat{\mathbf{A}}$ közelítő inverz közelítésétől függ.

A következőkben a fenti iterációs gondolatmenet egy módosított változatát mutatjuk be. Az eljárás kezdő (inicializáló) lépése most is: $\mathbf{x}_0 = 0$, $\mathbf{v}_0 = \mathbf{b}$. Egy közbenső, k -adik ($k \geq 1$) iterációs lépés során az alábbi számításokat hajtjuk végre.

A $\mathbf{v}_{k-1}$ hibavektor és a közelítő inverz alapján:

$$\tilde{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{A}}\mathbf{v}_{k-1}, \quad (7)$$



$$\tilde{\mathbf{r}} = \mathbf{A}\tilde{\mathbf{u}} . \quad (8)$$

A (valós) t_j ($j=1, 2, \dots, k$) lineáris kombinációs együtthatókra nézve végrehajtjuk a következő (főltétel nélküli) optimalást:

$$\min_{(t_1, t_2, \dots, t_k)} \left\| \sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j + t_k \tilde{\mathbf{r}} - \mathbf{v}_{k-1} \right\|^2 . \quad (9)$$

A lineáris kombináció együtthatóit ismerve az $\mathbf{u}_j$ ($j=1, 2, \dots, k-1$), $\tilde{\mathbf{u}}$ vektorok lineáris kombinációjaként kapjuk az $\mathbf{u}_k$, míg az ($j=1, 2, \dots, k-1$), $\tilde{\mathbf{r}}$ vektorok lineáris kombinációjaként az $\mathbf{r}_k$ vektort:

$$\mathbf{u}_k = \sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{u}_j + t_k \tilde{\mathbf{u}}, \mathbf{r}_k = \sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j + t_k \tilde{\mathbf{r}}. \quad (10)$$

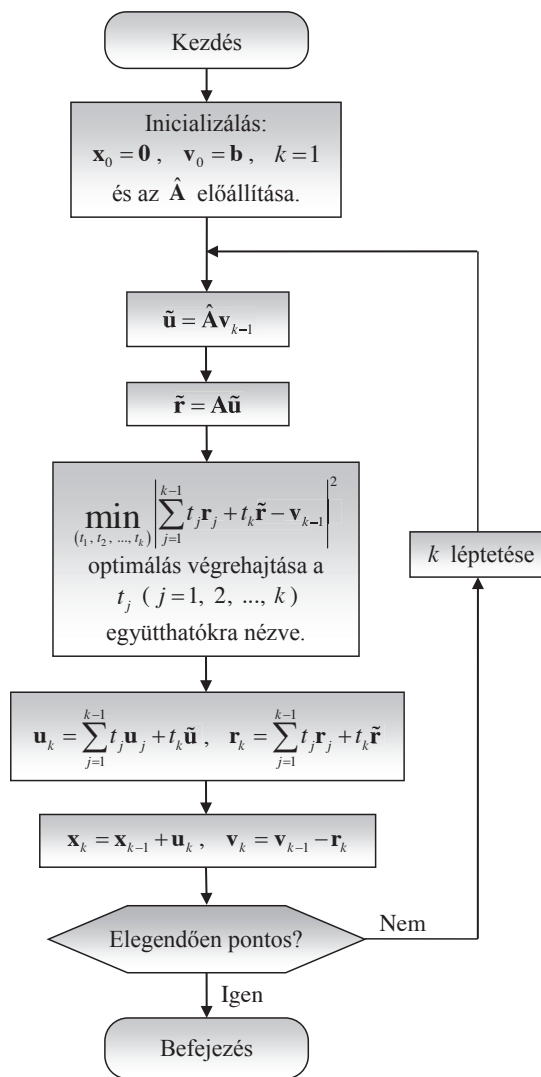
Az $\mathbf{u}_k$ és $\mathbf{r}_k$ vektorok közötti összefüggés: $\mathbf{A}\mathbf{u}_k = \mathbf{r}_k$. A k -adik iterációs lépés $\mathbf{x}_k$ közelítő megoldása és a hozzá tartozó $\mathbf{v}_k$ hibavektor:

$$\mathbf{x}_k = \mathbf{x}_{k-1} + \mathbf{u}_k, \quad \mathbf{v}_k = \mathbf{v}_{k-1} - \mathbf{r}_k. \quad (11)$$

A leállási kritérium alapján dönthetünk az iteráció folytatásáról vagy leállításáról. Az eljárást az 1. ábrán egy folyamatábrával szemléltettük.



1. ábra.





Informatikai terek

Az optimálással az $\mathbf{r}_j$ ($j=1, 2, \dots, k-1$), $\tilde{\mathbf{r}}$ vektorok által kifeszített altér (k -dimenziós sík) azon pontjának a megkeresése a cél, amely a lehető legközelebb van a $\mathbf{v}_{k-1}$ hibavektor végpontjához, ebbe a pontba fog mutatni az altérben az $\mathbf{r}_k$ vektor. Ezért az iterációs lépés végén számított $\mathbf{v}_k$ hibavektor bizonyosan merőleges lesz a teljes (továbbiakban pásztázó) altérre, így valamennyi $\mathbf{r}_j$ ($j=1, 2, \dots, k$) vektorra is. A következő iteráció megkezdésekor, k léptetését követően a számított $\tilde{\mathbf{r}}$ vektor tulajdonképpen e pásztázó altér dimenziószámát növeli meg progresszíven eggyel.

Az $\mathbf{r}_k$ a $\mathbf{v}_{k-1}$ hibavektor pásztázó altérre (k -dimenziós síkra) vonatkozó merőleges vetülete:

$$(\mathbf{v}_{k-1} - \mathbf{r}_k) \cdot \mathbf{r}_j = 0 \quad j=1, 2, \dots, k-1, \quad (12)$$

ahonnan (nem feledve, hogy a korábbiak értelmében $\mathbf{v}_{k-1} \cdot \mathbf{r}_j = 0$ ($j=1, 2, \dots, k-1$))

$$\mathbf{v}_{k-1} \cdot \mathbf{r}_j - \mathbf{r}_k \cdot \mathbf{r}_j = 0, \text{ és így } \mathbf{r}_k \cdot \mathbf{r}_j = 0 \quad j=1, 2, \dots, k-1 \quad (13)$$

adódik, ami éppen az $\mathbf{r}_k$ vektor merőlegességét jelenti az összes, őt megelőző $\mathbf{r}_j$ ($j=1, 2, \dots, k-1$) vektorra, vagyis minden iterációs lépés végén az $\mathbf{r}_j$ ($j=1, 2, \dots, k$) vektorok a pásztázó altér ortogonális bázisát alkotják.

Egy bekezdés erejéig térjünk vissza az (9) szerinti optimálás végrehajtására. Hamarosan meglátjuk, hogy az optimumhoz tartozó $\mathbf{t}_j$ ($j=1, 2, \dots, k$) együtthatókat zárt alakban is föl fogjuk tudni írni. Ennek érdekében képezzük az

$$F(t_1, t_2, \dots, t_k) = \left| \sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j + t_k \tilde{\mathbf{r}} - \mathbf{v}_{k-1} \right|^2 = \left(\sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j + t_k \tilde{\mathbf{r}} - \mathbf{v}_{k-1} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{k-1} t_j r_{ji} + t_k \tilde{r}_i - v_{k-1,i} \right)^2 \quad (14)$$

függvény $\mathbf{t}_j$ ($l=1, 2, \dots, k$) szerinti parciális deriváltjait, majd tegyük azokat nullával egyenlővé:

$$\frac{\partial F}{\partial t_l} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{k-1} t_j r_{ji} + t_k \tilde{r}_i - v_{k-1,i} \right) r_{li} = 0, \quad l=1, 2, \dots, k-1 \quad (15a)$$

$$\frac{\partial F}{\partial t_k} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{k-1} t_j r_{ji} + t_k \tilde{r}_i - v_{k-1,i} \right) \tilde{r}_i = 0. \quad (15b)$$



Utóbbiakban $\mathbf{r}_{ji}$ az $\mathbf{r}_j$, $\tilde{\mathbf{r}}_i$ az $\tilde{\mathbf{r}}$, $\mathbf{v}_{k-1,i}$ pedig a $\mathbf{v}_{k-1}$ vektor i -edik koordinátáját jelenti. (15) összefüggéseket rendezve:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{k-1} t_j r_{ji} r_{li} + t_k \tilde{\mathbf{r}}_i r_{li} - v_{k-1,i} r_{li} \right) = 0 \quad l = 1, 2, \dots, k-1,$$

$$\sum_{j=1}^{k-1} \left(t_j \sum_{i=1}^n r_{ji} r_{li} \right) + t_k \sum_{i=1}^n \tilde{\mathbf{r}}_i r_{li} = \sum_{i=1}^n v_{k-1,i} r_{li} \quad l = 1, 2, \dots, k-1, \quad (16a)$$

és ugyanígy:

$$\sum_{j=1}^{k-1} \left(t_j \sum_{i=1}^n r_{ji} \tilde{\mathbf{r}}_i \right) + t_k \sum_{i=1}^n \tilde{\mathbf{r}}_i \tilde{\mathbf{r}}_i = \sum_{i=1}^n v_{k-1,i} \tilde{\mathbf{r}}_i. \quad (16b)$$

(16) skaláris szorzatokkal fölírva:

$$\sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j^T \mathbf{r}_l + t_k \tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_l = \mathbf{v}_{k-1}^T \mathbf{r}_l \quad l = 1, 2, \dots, k-1, \quad (17a)$$

$$\sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j^T \tilde{\mathbf{r}} + t_k \tilde{\mathbf{r}}^T \tilde{\mathbf{r}} = \mathbf{v}_{k-1}^T \tilde{\mathbf{r}}. \quad (17b)$$

(17) egy lineáris egyenletrendszer t_j ($j=1, 2, \dots, k$) ismeretlenekkel. Részletesen:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_1 & \mathbf{r}_2^T \mathbf{r}_1 & \mathbf{r}_3^T \mathbf{r}_1 & \dots & \tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_1 \\ \mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_2 & \mathbf{r}_2^T \mathbf{r}_2 & \mathbf{r}_3^T \mathbf{r}_2 & \dots & \tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_2 \\ \mathbf{r}_1^T \mathbf{r}_3 & \mathbf{r}_2^T \mathbf{r}_3 & \mathbf{r}_3^T \mathbf{r}_3 & \dots & \tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mathbf{r}_1^T \tilde{\mathbf{r}} & \mathbf{r}_2^T \tilde{\mathbf{r}} & \mathbf{r}_3^T \tilde{\mathbf{r}} & \dots & \tilde{\mathbf{r}}^T \tilde{\mathbf{r}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ \dots \\ t_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{k-1}^T \mathbf{r}_1 \\ \mathbf{v}_{k-1}^T \mathbf{r}_2 \\ \mathbf{v}_{k-1}^T \mathbf{r}_3 \\ \dots \\ \mathbf{v}_{k-1}^T \tilde{\mathbf{r}} \end{bmatrix}. \quad (18)$$



Informatikai terek

Az együtthatómátrix az $\mathbf{r}_j$ ($j=1, 2, \dots, k-1$), $\tilde{\mathbf{r}}$ vektorokból képzett Gram-féle mátrix. Itt fölhasználjuk a korábban már bebizonyítottakat, miszerint $\mathbf{v}_{k-1} \perp \mathbf{r}_i$, vagyis

$$\mathbf{v}_{k-1}^\top \mathbf{r}_i = 0, \text{ ha } i = 1, 2, \dots, k-1, \quad (19)$$

továbbá $\mathbf{r}_i \perp \mathbf{r}_j$, és így

$$\mathbf{r}_i^\top \mathbf{r}_j = 0, \text{ ha } i, j = 1, 2, \dots, k-1 \text{ és } i \neq j. \quad (20)$$

Ezeket kihasználva az (18) lineáris egyenletrendszer jelentősen egyszerűbb, speciálisabb szerkezetű lesz, úgynevezett nyílhegy alakú szimmetrikus együtthatómátrixszal:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{r}_1^\top \mathbf{r}_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \tilde{\mathbf{r}}^\top \mathbf{r}_1 \\ 0 & \mathbf{r}_2^\top \mathbf{r}_2 & 0 & \dots & 0 & \tilde{\mathbf{r}}^\top \mathbf{r}_2 \\ 0 & 0 & \mathbf{r}_3^\top \mathbf{r}_3 & \dots & 0 & \tilde{\mathbf{r}}^\top \mathbf{r}_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \mathbf{r}_{k-1}^\top \mathbf{r}_{k-1} & \tilde{\mathbf{r}}^\top \mathbf{r}_{k-1} \\ \mathbf{r}_1^\top \tilde{\mathbf{r}} & \mathbf{r}_2^\top \tilde{\mathbf{r}} & \mathbf{r}_3^\top \tilde{\mathbf{r}} & \dots & \mathbf{r}_{k-1}^\top \tilde{\mathbf{r}} & \tilde{\mathbf{r}}^\top \tilde{\mathbf{r}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ \dots \\ t_{k-1} \\ t_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \mathbf{v}_{k-1}^\top \tilde{\mathbf{r}} \end{bmatrix}. \quad (21)$$

E fölépítés lehetőséget ad a t_j ($j=1, 2, \dots, k$) ismeretlenek közvetlen fölírására. Az első $k-1$ egyenletből:

$$t_j = -t_k \frac{\tilde{\mathbf{r}}^\top \mathbf{r}_j}{\mathbf{r}_j^\top \mathbf{r}_j} \quad j = 1, 2, \dots, k-1, \quad (22)$$

míg a k -adik egyenlet, (22) fölhasználásával:

$$-t_k \sum_{j=1}^{k-1} \frac{(\tilde{\mathbf{r}}^\top \mathbf{r}_j)^2}{\mathbf{r}_j^\top \mathbf{r}_j} + t_k \tilde{\mathbf{r}}^\top \tilde{\mathbf{r}} = \mathbf{v}_{k-1}^\top \tilde{\mathbf{r}},$$



amelyből

$$t_k = \frac{\mathbf{v}_{k-1}^T \tilde{\mathbf{r}}}{\tilde{\mathbf{r}}^T \tilde{\mathbf{r}} - \sum_{j=1}^{k-1} \frac{(\tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_j)^2}{\mathbf{r}_j^T \mathbf{r}_j}}. \quad (23)$$

Tehát az optimumhoz tartozó t_j ($j=1, 2, \dots, k$) lineáris kombinációs együtthatók számítása lineáris egyenletrendszer megoldása nélkül végrehajtható. Először az (23) szerint t_k , majd ezt követően, ennek fölhasználásával a többi t_j ($j=1, 2, \dots, k-1$) kombinációs együttható határozható meg az (22) alapján.

A pásztázó alter dimenziószáma minden egyes iterációs lépésben eggyel növekedett. Ez a pásztázó alter a képtér altere. A rendelkezésre álló számítógépes memóriakapacitás véges, ezért szükség lehet a dimenziószám korlátozására. Amikor e dimenziószám-korlátot elérjük, elhagyunk egy dimenziót. Ahhoz, hogy melyik dimenziót hagyjuk el, meg kell keresnünk azt az l indexet, amelyhez tartozó t_l és $\mathbf{r}_l$ elhagyása a legkevésbé növeli meg az (14) függvény értékét. l -t megtalálva természetesen $\mathbf{u}_l$ -t is mellőznünk kell a további számításokból. Meghatározandó tehát az az l $1 \leq l \leq k-1$ index, amely a

$$T(l) = \left| \sum_{j=1}^{k-1} t_j \mathbf{r}_j + t_k \tilde{\mathbf{r}} - t_l \mathbf{r}_l - \mathbf{v}_{k-1} \right|^2 \quad (24a)$$

függvény minimumát adja,

$$t_k = \frac{\mathbf{v}_{k-1}^T \tilde{\mathbf{r}}}{\tilde{\mathbf{r}}^T \tilde{\mathbf{r}} + \frac{(\tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_l)^2}{\mathbf{r}_l^T \mathbf{r}_l} - \sum_{j=1}^{k-1} \frac{(\tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_j)^2}{\mathbf{r}_j^T \mathbf{r}_j}} \quad \text{és} \quad t_j = -t_k \frac{\tilde{\mathbf{r}}^T \mathbf{r}_j}{\mathbf{r}_j^T \mathbf{r}_j} \quad j = 1, 2, \dots, k-1 \quad (24b)$$

egyenlőségek teljesülése mellett. Ennek legegyszerűbb módja az (tekintettel a számítógépes megvalósításra), ha végigpróbáljuk az összes indexet, és kiválasztjuk a célunknak legmegfelelőbbet.



Megállapíthatók a következők:

– Dimenziószám korlátozás nélküli progresszív altérrel történő pásztázás esetén az algebrai értelemben vett pontos megoldást elméletileg legfőljebb n iterációs lépésben megkapjuk, függetlenül a közelítő inverz mátrix fölépítésétől. (A számítógép véges számábrázolása a gyakorlatban azonban ennél több iterációs lépést is elképzelhetővé tesz.)

– Az eljárás stagnál, ha a $\mathbf{v}_{k-1}^T \tilde{\mathbf{r}}$ skaláris szorzat zérus, azaz, ha az $\tilde{\mathbf{r}}$ éppen merőleges a $\mathbf{v}_{k-1}$ vektorra.

Minden egyéb esetben az aktuális iterációs lépésben bizonyosan közelebb kerülünk a megoldáshoz.

Az eljárás szempontjából érdektelen az $\hat{\mathbf{A}}$ közelítő inverz fölépítése, pontosabban a $\mathbf{v}_{k-1}$ aktuális hibavektorhoz tartozó $\tilde{\mathbf{u}}$ közelítő megoldás fölvétele. Ennek köszönhető, hogy a gyorsító eljárás a legkülönbözőbb iterációs alapon működő lineáris egyenletrendszer-megoldó algoritmusokhoz, pl. Traub, J. F. (1964) [5] kiegészítő eljárásként használható. Ezen algoritmusnak mindössze egyetlen kritériumnak kell megfelelnie: az aktuális $\tilde{\mathbf{u}}$ közelítő megoldás alapján számított $\tilde{\mathbf{r}} = \mathbf{A}\tilde{\mathbf{u}}$ vektor nem szabad, hogy merőleges legyen a $\mathbf{v}_{k-1}$ hibavektorra.

A bemutatott gyorsító eljárásban lényegében egy olyan $\mathbf{x}$ vektor meghatározása volt a cél, amely az $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ hibavektor hosszénegyzetét a legkisebbé teszi.

Vizsgáljuk meg közelebbről e

$$Q(\mathbf{x}) = |\mathbf{Ax} - \mathbf{b}|^2 \quad (25)$$

skalár-vektor függvény fölépítését:

$$\begin{aligned} Q(\mathbf{x}) &= |\mathbf{Ax} - \mathbf{b}|^2 = (\mathbf{Ax} - \mathbf{b})^T (\mathbf{Ax} - \mathbf{b}) = (\mathbf{x}^T \mathbf{A}^T - \mathbf{b}^T) (\mathbf{Ax} - \mathbf{b}) = \\ &= \mathbf{x}^T \mathbf{A}^T \mathbf{Ax} - \mathbf{x}^T \mathbf{A}^T \mathbf{b} - \mathbf{b}^T \mathbf{Ax} + \mathbf{b}^T \mathbf{b} = \mathbf{x}^T \mathbf{A}^T \mathbf{Ax} - 2\mathbf{x}^T \mathbf{A}^T \mathbf{b} + \mathbf{b}^T \mathbf{b} \end{aligned} \quad (26)$$

Ennek gradiense:

$$\text{grad } Q(\mathbf{x}) = 2\mathbf{A}^T \mathbf{Ax} - 2\mathbf{A}^T \mathbf{b} = 2\mathbf{A}^T (\mathbf{Ax} - \mathbf{b}). \quad (27)$$

[5] Traub, J. F. (1964): *Iterative Methods for the Solution of Equations*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.



Azon $\mathbf{x}$ vektorra, amely $Q(\mathbf{x})$ minimumát adja, e gradiens nullává válik, így ekkor teljesül az

$$\mathbf{A}^T (\mathbf{Ax} - \mathbf{b}) = \mathbf{0} \quad (28)$$

egyenlőség.

Reguláris $\mathbf{A}$ mátrix esetén (28) azt jelenti, hogy a $Q(\mathbf{x})$ -et minimalizáló $\mathbf{x}$ éppen az $\mathbf{Ax}=\mathbf{b}$ lineáris egyenletrendszer megoldása. Szinguláris $\mathbf{A}$ mátrix esetén viszont csak annyit mondhatunk, hogy a $Q(\mathbf{x})$ -et minimalizálva egy olyan $\mathbf{x}$ vektort kapunk, amelyre $\mathbf{A}^T(\mathbf{Ax}-\mathbf{b})=\mathbf{0}$. Vizsgáljuk meg ennek geometriai jelentését. Az $\mathbf{Ax}-\mathbf{b}$ hibavektor $Q(\mathbf{x})$ minimumánál merőleges az $\mathbf{A}$ mátrix valamennyi oszlopvektorára (és így az oszlopvektorok által kifeszített altér egészére), hiszen az oszlopvektorokkal képzett skaláris szorzatai valamennyien nullák. Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy szinguláris $\mathbf{A}$ együtthatómátrix esetén $Q(\mathbf{x})$ minimalizálása egy olyan $\mathbf{x}$ vektort szolgáltat, amelyhez tartozó $\mathbf{Ax}$ képvektor az $\mathbf{A}$ oszlopvektorai által kifeszített altér azon vektorát adja, amely a legközelebb van az egyenletrendszer $\mathbf{b}$ konstansok vektorához.

A kidolgozott eljárást, annak tesztelése érdekében három különböző iteratív eljárással építettük össze. Az első esetben a közelítő inverz mátrixot $\hat{\mathbf{A}} = \mathbf{DA}^T$ alakban vettük föl, ahol a $\mathbf{D}$ diagonálmátrix rendre az $\mathbf{A}$ oszlopvektorai hosszánegyzeteinek reciprokait tartalmazza. (Ez a közelítő inverz akkor egyezik meg a ténylegessel, ha az $\mathbf{A}$ oszlopai mint vektorok páronként merőlegesek egymásra.)

Az eljárást a konvergencia érdekében még ki kellett egészíteni egy 1-dimenziós pásztázó altérrel. Ez volt az első iteratív algoritmus, amit többdimenziós pásztázó altérrel egészítettünk ki. A második iteratív algoritmus a gradiens-módszer, míg a harmadik a konjugált irányok módszere volt. Az 1. táblázatban foglaltuk össze a kapott eredményeket.

A táblázat három építőmérnöki szerkezet végelelemes vizsgálatakor adódó lineáris egyenletrendszer megoldásához szükséges iterációk számát tartalmazza. Szürkével látható az eredeti iterációs eljárások használata esetén szükséges iterációk száma, míg feketével a pásztázó altér alkalmazásával fölgyorsított eljárások által igényelt iterációk száma a kellően pontos megoldás eléréséhez.

A közelítő megoldást 10^{-5} -nél kisebb relatív hiba esetén tekintettük elegendően pontosnak. Az együtthatómátrix mindhárom esetben pozitív definit, az ismeretlenek száma pedig rendre 75 (első sor), 921 (második sor) és 2643 (harmadik sor). A pásztázó altér maximális dimenziószámát 300-ban határoztuk meg, melyet jól láthatóan csak egy esetben értünk el, hiszen mindössze egy helyen találunk a táblázatban 300-nál nagyobb fekete számot.



1. táblázat

n ismeretlenek száma	Szükséges iterációk száma					
	$\hat{A} = DA^T$ 1-dimenziós pásztázó altérrel	$\hat{A} = DA^T$ max. 300-dimenziós pásztázó altérrel	Gradiens- módszerrel	Gradiens-módszer max. 300-dimenziós pásztázó altérrel	Konjugált irányok módszerével	Konjugált irányok módszere max. 300-dimenziós pásztázó altérrel
75	12674	20	20956	24	27	24
921	14697	232	89562	66	98	66
2643	45481	545	9987	146	273	146

A (2)-(5) összefüggésekkel definiált iterációhoz képest a pásztázó altér alkalmazása a k -adik iterációban $(3k+2)n$ (valós szám) szorzást és $3kn$ összeadást mint többlet műveletet igényel, továbbá a t_j ($j=1, 2, \dots, k$) lineáris kombinációs együtthatók elenyésző műveletigényű számítását, amelyek elhanyagolhatók az egy iterációs lépésben egyébként általában elvégzendő műveletek mennyiségéhez képest.

A tényleges, iterációnkénti futásidő növekedés függ a módszertől, ami kiegészítésre kerül e gyorsító eljárással, függ az ismeretlenek számától, függ attól, hogy melyik iterációban járunk, függ attól, hogy figyelembe vesszük-e az együtthatómátrix (általában) ritka jellegét, függ az együtthatómátrix kondicionáltságától, stb. A futtatási tapasztalatok alapján azonban mégis kimondható, hogy hozzávetőleg 50–100 ismeretlen esetén az egy iteráción belüli futásidő-növekedés 5–10%, ami néhány ezer ismeretlen esetén lecsökken 1–3%-ra, míg ennél több ismeretlent tartalmazó lineáris egyenletrendszerre nézve elhanyagolható.

A legdominánsabb hatása tehát az ismeretlenek számának van, továbbá megállapítható, hogy annak növekedésével a kidolgozott módszer egyre hatékonyabb. Ez pedig azt jelenti, hogy néhány ezer ismeretlen fölött a szükséges iterációk számának csökkenési aránya jó közelítéssel a megoldáshoz szükséges tényleges időcsökkenés arányát is reprezentálja. Tehát túlzások nélkül kijelenthetjük, hogy *e cikkben ismertetett eljárás a legtöbb esetben megdöbbentően hatékony.*



FANCSIKNE HAMAR EVA *–TÓTH GYULA **

Függőleges gravitációs gradiens számításával kapcsolatos integrál csonkítási együtthatóinak meghatározása

* Dunaiújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet

E-mail: fhamare@mail.duf.hu

** Budapesti Műszaki Egyetem,
Általános és Felsőgeodézia
Tanszék

E-mail: gtoth@agt.bme.hu

[1] Sprlak, M.– Sebera, J.– Valko, M. (2014): Spherical integral formulas for upward/downward continuation of gravitational gradients onto gravitational gradients. *Journal of Geodesy*. Volume. 88. Issue: 2. Pp. 179–197. DOI: 10.1007/s00190-013-0676-6

[2] Völgyesi L. (2012): Az Eötvös-inga mérések alkalmazása és jelentősége a geodéziában. *Geomatikai Közlemények* XV. Pp. 9–26.

[3] Tóth Gy. (2002): Az Eötvös geodéziai peremértékfeladat. *Geomatikai Közlemények*. V. Pp. 163–174.

Összefoglalás: Megvizsgáltuk annak az integrálnak a csonkítási tulajdonságait, amellyel az Eötvös-inga segítségével mért szintfelületi görbületi mennyiségeket felhasználva meghatározható a függőleges gradiens értéke. A kiindulásként használt magfüggvény zárt alakját levezettük és összevetettük a szakirodalomban Sprlak et al. által kiszámított sorösszeggel. [1] Bizonyítottuk a két alak azonosságát. Ismertetjük a csonkítási együtthatók számításának rekurzív összefüggéseit.

Kulcsszavak: Eötvös-inga, csonkítási együtthatók, Legendre-függvények, görbületi mennyiségek.

Abstract: We examined truncation properties of the integral which gives vertical gravity gradients from measured curvature gradients of a level surface yielded by the Eötvös torsion balance. A closed expression of the kernel function was derived and compared with the expression obtained by Sprlak et al. by summing infinite series. The equivalence of the two expressions was proved. Recursive formulas for the computation of truncation coefficient are presented.

Keywords: Eötvös torsion balance, truncation coefficients, Legendre functions, curvature gradients.

Az Eötvös-inga segítségével mérhetőek helyi térbeli derékszögű $\dot{E}$ (Észak), $\dot{K}$ (Kelet), $\dot{L}$ (Le) koordináta rendszerben a nehézségi erő $V(\vec{r})$ potenciáljának $(\partial_{\dot{E}\dot{E}} - \partial_{\dot{K}\dot{K}}) V(\vec{r})$ illetve $2\partial_{\dot{E}\dot{K}} V(\vec{r})$ görbületi mennyiségei (második deriváltak). [2] A nehézségi erő $V_{LL}(\vec{r}) = \partial_{LL} V(\vec{r})$ függőleges gradiensét az alábbi integrállal számíthatjuk ki. [3]



$$V_{LL}(\vec{r}) \frac{1}{4\pi} \iint_{\Omega} [(\partial_{\dot{E}\dot{E}} - \partial_{KK}) V(\vec{r}^*) \cos 2\alpha^* + 2\partial_{\dot{E}K} V(\vec{r}^*) \sin 2\alpha^*] K_{(2)}(\hat{r}\hat{r}^*) d\Omega^*$$

Az itt szereplő $K_{(2)}(\hat{r}\hat{r}^*)$ magfüggvény spektrális alakja:

$$K_{(2)}(\hat{r}\hat{r}^*) = \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{\hat{r}^*}{r}\right)^{n+3} \frac{2n+1}{(n-1)^n} P_{n,2}(\hat{r}\hat{r}^*)$$

Jelölések:

$\vec{r}, \hat{r}$: a számítási pont helyvektora, $\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$ egységvektor

$\vec{r}^*, \hat{r}^*$: az adatpont helyvektora, $\hat{r}^* = \frac{\vec{r}^*}{|\vec{r}^*|}$ egységvektor

∂ : mért szintfelületi görbületi mennyiségek

$\dot{E}, K, L$: a helyi térbeli derékszögű koordináta rendszer tengelyirányai (Észak, Kelet, Le)

Ω : térszög tartomány (a teljes)

$d\Omega^*$: térszög elem

α^* : ellen-azimut (az adatpontból a számítási pontba menő legnagyobb gömbi kör $\dot{E}$ -i iránnyal bezárt szöge)

$P_{n,2}(\hat{r}\hat{r}^*)$: n -ed fokú, másodrendű Legendre-függvény

$\vec{r}^* \cdot \hat{r}^* = \cos \psi$: skaláris szorzat (ψ : a két vektor által bezárt szög, gömbi szögtávolság)

A gyakorlatban az integrálást nem a teljes térszög tartományra (egység gömb felszíne), hanem a számítási pont $\vec{r}$ körüli adott sugarú területre (gömbsüveg) végezzük el (csonkítás). [4]

[4] Tóth Gyula–Fáncsikné Hamar Éva (2013): A kibővített Stokes-féle függvény csonkítási együtthatóinak hatékony számítása. *Geomatikai Közlemények*. XVI. Pp. 51–62.



Feladatunk a csonkítás hatásának számszerű vizsgálata.

Ezt két lépésben végezzük el:

- A magfüggvény zárt alakjának levezetése;
- A magfüggvény csonkítási integráljának meghatározása.

A magfüggvény zárt alakjának levezetése

Alkalmazzuk a következő segédösszefüggést:

$$P_{n,2}(x) = \frac{n}{1-x^2} \{2xP_{n-1}(x) - [(n+1)(1-x^2) + 2x^2]P_n(x)\}$$

behelyettesítve, tagonként szummázva és résztörtekre bontva:

$$\begin{aligned} K(\sigma, x) &= \frac{2x}{1-x^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+3}{n} \sigma^{n+4} P_n(x) - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(2n+1)(n+1)}{n-1} \sigma^{n+3} P_n(x) \\ &\quad - \frac{2x^2}{1-x^2} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(2n+1)}{n-1} \sigma^{n+3} P_n(x) \end{aligned}$$

Az itt szereplő végtelen sorok összegfüggvényei ismertek (Moritz, 1980).

Ezeket figyelembe véve a végeredmény:

$$K(\sigma, x) = \left[\frac{4x(\sigma-x)}{1-x^2} - 5 \right] \sigma^3 \left(\frac{1}{L} - 1 - \sigma x \right) - 2\sigma^4 \left(\frac{x-\sigma}{L^3} - x \right) - \frac{6\sigma^3}{1-x^2} (1 - \sigma x - L) + \frac{4x^2\sigma^5}{1-x^2}$$

ahol $L = \sqrt{1 - 2\sigma x + \sigma^2}$.



A magfüggvény csonkítási integráljának meghatározása

A csonkítás vizsgálatához a magfüggvény másodrendű $P_{n,2}(x)$ Legendre-függvényekkel vett szorzatának integráljait szükséges kiszámítani:

$$G_n(\sigma, t_0) = \int_{-1}^{t_0} K_{(2)}(\sigma, x) P_{n,2}(x) dx$$

ahol $n=2,3,\dots$, $t_0 = \cos \psi_0$ és ψ_0 az a gömbi szögtávolság, amelyen belül adatokkal rendelkezünk.

Elvi megoldás menete:

Figyelembe vesszük a másodrendű Legendre-függvények definiáló összefüggéseit:

$$P_{n,2}(x) = (1-x^2) \frac{d^2 P_n(x)}{dx^2} \quad n=2,3,\dots$$

- ezzel eltüntetjük a nevezőben található $(1-x^2)$ szorzókat.
- parciális integrálásokkal eltüntetjük a derivált $P_n''(x)$ Legendre-polinomokat,
- felhasználjuk az alábbi, már kiszámított integrálokat: (*)

$$I_n(t_0) = \int_{-1}^{t_0} P_n(x) dx \quad J_n(t_0) = \int_{-1}^{t_0} x P_n(x) dx$$

$$A_n(\sigma, t_0) = \int_{-1}^{t_0} \frac{P_n(x)}{L} dx \quad N_n(\sigma, t_0) = \int_{-1}^{t_0} \frac{P_n(x)}{L^3} dx$$

$$O_n(\sigma, t_0) = \int_{-1}^{t_0} \frac{x P_n(x)}{L^3} dx \quad n = 0, 1, \dots$$



segédösszefüggések:

$$xP_n'(x) = nP_n(x) + P_{n-1}'(x)$$

$$P_{n+1}'(x) - P_{n-1}'(x) = (2n+1)P_n(x)$$

$$\frac{d}{dx}[(1-x^2)P_n'(x)] + n(n+1)P_n(x) = 0$$

$$P_n(-x) = (-1)^n P_n(x) P_n'(1) = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$P_n''(1) = \frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{8}$$

$$(1-x^2)P_{n,2}'(x) = (n+2)P_{n-1,2}(x) - nxP_{n,2}(x)$$

$$(1-x^2)P_{n,2}'(x) = (n+1)P_{n,2}(x) - (n-1)P_{n,2}(x)$$

– végül az összes részintegrál tetszőleges n -re kiszámítható lesz (rekurzióval)

Legyen $K = \{-3; -1; 0; 1; 2; 4; 6\}$, ekkor:

$$G_n(\sigma, t_0) = \sum_{k \in K} C_k(\sigma) [L^k(\sigma, t_0) P_n'(t_0) - (1 + \sigma)^k P_n'(-1)] + \sum_{k \in K} k \sigma C_k(\sigma) \int_{-1}^{t_0} L^{k-2} P_n'(x) dx$$

ahol a $C_k(\sigma)$ -k σ ismert függvényei, illetve az alábbi integrálok meghatározhatók:

$$V_n(\sigma; t_0) = \int_{-1}^{t_0} L^{-5} P_n'(x) dx$$

$$U_n(\sigma; t_0) = \int_{-1}^{t_0} L^{-3} P_n'(x) dx$$

$$T_n(\sigma; t_0) = \int_{-1}^{t_0} L^{-1} P_n'(x) dx$$

$$Y_n(\sigma; t_0) = \int_{-1}^{t_0} L^2 P_n'(x) dx Z_n(\sigma; t_0)$$



Informatikai terek

$$= \int_{-1}^{t_0} L^4 P_n'(x) dx \quad (**)$$

Látható, hogy a magfüggvény csonkítási integráljai kiszámíthatók. A gyakorlatban a számítás rekurzív összefüggések alkalmazását jelenti a (*), (**) együtthatók előállításán keresztül.

További terveink között szerepel a rekurzív számítás numerikus ellenőrzése és annak a stabilitás-vizsgálata magas n fokszámokra (n = 2190).



Az intézményi struktúra és a gazdasági fejlettség kapcsolatának vizsgálata matematikai-statisztikai eszközökkel

* Széchenyi István Egyetem,
Regionális- és Gazdaságtudo-
mányi Doktori Iskola

E-mail: voros.tunde@sze.hu

[1] Hayek, F. (1974): *The Pre-
sence of Knowledge*. (Nobel
Prize Lecture)
[http://www.nobelprize.org/
nobel_prizes/economic-sci-
ences/laureates/1974/hayek-
lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1974/hayek-lecture.html) (Letöltve: 2014.
03. 25.)

[2] North, D. (1993): *Econo-
mic Performance through
Time*. (Nobel Prize Lecture)
[http://www.nobelprize.org/
nobel_prizes/economic-sci-
ences/laureates/1993/north-
lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1993/north-lecture.html) (Letöltve: 2014.
03. 25.)

Összefoglalás: A gazdasági, politikai, jogi és társadalmi intézmények gazdasági teljesítményre gyakorolt hatásával foglalkozó kutatások számának robbanásszerű növekedését Friedrich Hayek (1974) [1] és Douglas North (1993) [2] Nobel-díjas munkái indukálták a huszadik század végén. Az új intézményi közgazdaságtan irányzata szerint a gazdasági teljesítmény magyarázatához nem elegendő a tőke akkumulációjának és a demográfiai változásoknak a figyelembevétele. Jelen tanulmány célja ennek megfelelően az intézményi hatásmechanizmust értékelő modellek vizsgálata mellett az intézmények és a gazdasági teljesítmény kapcsolatának elemzése matematikai-statisztikai eszközökkel.

Kulcsszavak: Intézményi közgazdaságtan, gazdasági fejlődés, matematikai statisztika.

Abstract: Friedrich Hayek's (1974) and Douglass North's (1993) Nobel Prize winner works have induced the increase of researches on political, legal, social and economic institutions' role in economic performance. The perspective of new institutional economics claims that considering only the accumulation of capital and demographical change is not sufficient to the explanation of economic growth. This paper aims to examine the theoretical models of institutional mechanisms and analyse the relationship between institutions and economic development by statistical methods.

Keywords: Institutional economics, economic development, mathematical statistics.



Bevezetés

Az egészen napjainkig uralkodó elméleti irányzatnak számító neoklasszikus közgazdaságtan dominanciáját az 1929–1933-as világgazdasági válság, majd a második világháború következtében kialakuló gazdasági problémák kezelése révén szerezte. Az alkalmazott korlátozó feltételek és a valóságtól eltérő ideális körülmények feltételezése, valamint a 20. század második felében jelentkező, addig ismeretlen gazdasági jelenségek azonban a neoklasszikus közgazdaságtannal szemben megfogalmazott kritikák előtérbe kerülését eredményezték. (Megjegyzés: A világgazdasági rendszer teljes átalakulása, az olajárak emelkedése, az aranydeviza-rendszer felbomlása, a keleti blokk megszűnése és az ismétlődő pénzügyi válságok új magyarázatot igényeltek.) Számos új, alternatív irányzat jelent meg, amelyek többek között megkérdőjelezték a tökéletes racionalitást, a teljes és szimmetrikus információk létét, az optimalizáló magatartást, a zérus tranzakciós költségeket, a tökéletesen versenyző piacokat vagy a termelési tényezők homogenitását.

A gazdasági növekedést érintő kérdésekre a neoklasszikus növekedési modellek újragondolásával, az úgynevezett új növekedésméletek létrejöttével születtek válaszok [3, 4, 5, 6] amelyek a neoklasszikus Solow-modell [7] kritikájaként, vagy annak továbbfejlesztéseként bontakoztak ki. (Megjegyzés: Az új növekedésméletként jellemzett irányzat a gazdasági növekedés szempontjából jelentős technikai haladást endogén tényezőként értelmezi. [8]) Ezeket az elméleteket bírálva került előtérbe számos interdiszciplináris irányzat, mint például az intézményi közgazdaságtan, az evolucionista közgazdaságtan, a politikai gazdaságtan, a viselkedésgazdaságtan, a környezet-gazdaságtan, vagy a jog és a közgazdaságtan kölcsönhatását kiemelő irányzatok. Közös jellemzőjük, hogy az új növekedésméleteket az intézményi környezet figyelmen kívül hagyása miatt illetik kritikával, valamint felismerik a gazdasági-, politikai és társadalmi intézmények gazdasági teljesítményt befolyásoló szerepét. Jelen tanulmányban az intézményi közgazdaságtan szemléletmódjához illeszkedve, azon belül is az új intézményi közgazdaságtan elméleti keretében vizsgálom az intézmények és a gazdasági fejlettség kapcsolatát. Az irányzat az 1970-es évek végén különül el a régi intézményi közgazdaságtantól, bírálva a holisztikus megközelítést és a formalizmus hiányát.

[3] Romer, P. M. (1986): Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*. Vol. 94. Pp. 1002–1037.

[4] Romer, P. M. (1990): Endogenous Technical Change. *Journal of Political Economy*. Vol. 98. Pp. 71–102.

[5] Lucas, R. E. (1988): On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 22. Pp. 3–42.

[6] Mankiw, G. N.–Romer, D.–Weil, D. N. (1992): A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. CVII. Pp. 407–437.

[7] Solow, R. M. (1956): A contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70. No. 1

[8] Meyer, D. (1995): Az új növekedésmélet. *Közgazdasági Szemle*. 1995/4. Pp. 387–398.



[1] Hayek, F. (1974): *The Pretence of Knowledge*. (Nobel Prize Lecture) http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1974/hayek-lecture.html (Letöltve: 2014. 03. 25.)

[2] North, D. (1993): *Economic Performance through Time*. (Nobel Prize Lecture) http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1993/north-lecture.html (Letöltve: 2014. 03. 25.)

[9] Barro, R. J. (1991): Economic Growth in a Cross-Section of Countries. *Quarterly Journal of Economics*. 106. Pp. 407–443.

[10] Acemoglu, D. (1995): Reward Structures and the Allocation of Talent. *European Economic Review*. 39. Pp. 17–33.

[11] Glaeser, E. L.–Rafael La Porta–Silanes, F. L.–Shleifer, A. (2004): Do Institutions Cause Growth? *Journal of Economic Growth*. 9. Pp. 271–303.

[12] Temple, J. (1999): The New Growth Evidence. *Journal of Economic Literature*. 37. Pp. 112–156.

Az intézményeket elsősorban az emberi tevékenységet befolyásoló döntési korlátként értelmezi, elfogadva az önérdékkövetés elvét. Módszertani individualizmus, formalizált megközelítés jellemzi: matematikai-statisztikai, ökonometriai és játékelméleti eszközöket is alkalmaz.

A dolgozat első részében az intézményi hatásmechanizmust leíró elméleteket, majd az intézményi környezet számszerűsítési lehetőségeit vizsgálom. Ezt követően egy empirikus elemzés keretében matematikai-statisztikai eszközökkel elemzem az intézményi környezet és a gazdasági teljesítmény kapcsolatát különböző nemzetgazdaságok vonatkozásában. Jelen dolgozat a klaszteranalízist, mint gyakorlati problémamegoldó eszközt alkalmazza. A klasszifikáció által létrehozott országcsoportok jellemzőit statisztikai hipotézisvizsgálatokkal elemzem tovább. A kvantitatív eredmények publikálásával párhuzamosan azok interpretációjára, lehetséges elméleti magyarázataira is hangsúlyt fektetek.

Intézményi hatásmechanizmus és gazdasági növekedés

A gazdasági, politikai, jogi és társadalmi intézmények gazdasági teljesítményre gyakorolt hatásával foglalkozó kutatások számára robbanásszerű növekedését Friedrich Hayek (1974) [1] és Douglass C. North (1993) [2] Nobel-díjas munkái indukálták a huszadik század végén. Az új intézményi közgazdaságtan képviselői különös figyelmet szenteltek a téma iránt, számos tanulmány született a különböző intézmények gazdasági növekedésben betöltött szerepéről az elmúlt évtizedekben. [9, 10, 11, 12] A kapcsolat tényének és mértékének vizsgálata mellett erőteljes vita övezi a hatásmechanizmust érintő kérdéseket is. Miként fejtik ki az egyes intézmények hatásukat a gazdasági teljesítményre? Hogyan írható le ez a hatásmechanizmus, és mely intézmények bírnak kulcsfontosságú szereppel?

A következőkben időrendi sorrendben mutatom be az intézmények gazdasági teljesítményt alakító hatását magyarázó elméleteket. Elsőként North (1981, 1990, 1991, 2005) [13, 14, 15, 16], majd Williamson (2000) [17], Acemoglu (2004) [18], végül Bjørnskov és Foss (2012) [19] elméletét mutatom be.

Az új intézményi közgazdaságtan atyjának tekintett North az első között érvelt a neoklasszikus növekedési elmélet hiányossága mellett. Véleménye szerint a hagyományos növekedési elmélet azért szorul finomításra, mert a gazdasági teljesítmény magyarázatához nem elegendő a tőke akkumulációjának és a demográfiai változások vizsgálata, hanem az intézményekre is szükség van. [13] A Nobel-díjas közgazdász elmélete szerint az intézmények a tranzakciós költségek (mérési és érvényesítési költségek) módosításán keresztül befolyásolják az egyes döntési alternatívák relatív árait.

A tranzakciós költségekre gyakorolt hatás által a társadalmi és gazdasági interakciókat jellemző információs aszimmetriából eredő bizonytalanság csökkentése révén érvényesül az intézmények szerepe. A gazdasági szereplők döntési helyzeteinek összetettsége, a döntéshozó tökéletlen informáltsága és kognitív képességei egyaránt hozzájárulhatnak a bizonytalanság növeléséhez.

A kialakult intézményi keret a döntési alternatívákat szerkezetbe foglalva korlátozza tehát a választási lehetőségeket csökkentve az egyes alternatívákhoz kapcsolódó bizonytalanság szintjét. Különböző intézményi szerkezet eltérő tranzakciós költségeket eredményez, más és más választási lehetőséget téve ezáltal kívánatosabbá a gazdasági rendszer szereplői számára. [14]

Így az intézményi keret egy ösztönzőrendszert is meghatároz, kijelölve a gazdasági és társadalmi fejlődés irányát is azáltal, hogy meghatározza, mely ismeretek és készségek bizonyulnak fontosnak.

Az alábbi ábra az intézményi környezet, mint ösztönző rendszer hatásmechanizmusát mutatja be North (1990) [14] elméletéből kiindulva.

[13] North, D. C. (1981): *Structure and Change in Economic History*. New York: W. W. Norton&Company.

[14] North, D. C (1990): *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press. (Magyarul: Intézmények, intézményi változás és gazdasági teljesítmény. Budapest: Helikon.)

[15] North, D. C. (1991): *Institutions. Journal of Economic Perspectives*. 5(1). Pp. 97–112.

[16] North, D. C. (2005): *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton: Princeton University Press.

[17] Williamson, O. E. (2000): *The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. Journal of Economic Literature*. 38. 3. Pp. 595–613.

[18] Acemoglu, D.–Johnson, S.–Robinson, J. (2004): *Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth*. NBER Working Paper 10481. Cambridge: NBER.

[19] Bjørnskov, C.–Foss, N. J. (2010): *Do Economic Freedom and Entrepreneurship Impact Total Factor Productivity?* Copenhagen: Copenhagen Business School, Center for Strategic Management and Globalization, SMG Working Paper 8/2010.

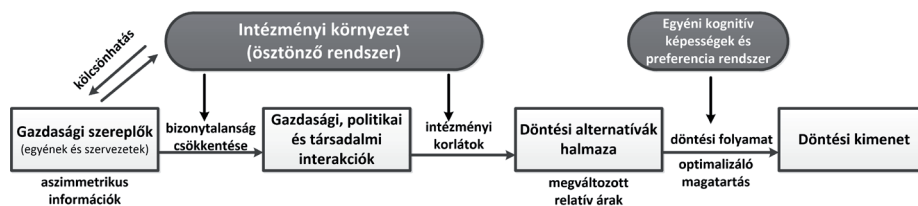


[14] North, D. C (1990): *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press. (Magyarul: *Intézmények, intézményi változás és gazdasági teljesítmény*. Budapest: Helikon.)

[17] Williamson, O. E. (2000): *The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead*. *Journal of Economic Literature*. 38. 3. Pp. 595–613.

[18] Acemoglu, D.–Johnson, S.–Robinson, J. (2004): *Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth*. NBER Working Paper 10481. Cambridge: NBER.

1. ábra. Az intézményi környezet, mint ösztönzőrendszer.

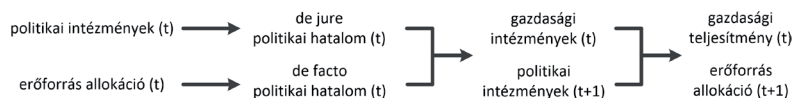


Forrás: saját szerkesztés

A szintén Nobel-díjas Oliver Eaton Williamson (2000) [17] az intézmények hatásmechanizmusát négy különálló, egymással hierarchikus viszonyban lévő intézményi szint egymásra épülésével magyarázza. Az *első* szint a társadalom magatartásába már beágyazódott, informális intézmények (szokások, hagyományok, normák) szintje, változásuk igen lassú, alapvető korlátokat nyújtanak az emberi viselkedés számára. A *második* szint a formális szabályok alkotta intézményi környezet (jogi, politikai és közigazgatási szabályrendszerek), amelyek időbeli változása már valamivel gyorsabb. A *harmadik* szint az irányítás szintje, ahol a szerződéses cserefolyamatok, az üzleti szféra irányítása zajlik. A legalsó *negyedik*, egyben leggyorsabban változó szint az erőforrás-allokáció és felhasználás szintje, ahol időben folyamatosan történik a paraméterek (árak és mennyiségek) igazodása. Williamson elmélete szerint a felsőbb szintek exogén tényezőként jelennek meg, külső korlátként funkcionálnak az alsóbb szintek számára. A szintek között kölcsönhatás is megfigyelhető, azonban az alsó szintek korlátozó hatása felfelé már kevésbé mértékadó.

Acemoglu és szerzőtársai (2004) [18] North megközelítésének (1990) [14] alapjaira építkezve a gazdasági és politikai intézmények meghatározó szerepét hangsúlyozzák a gazdasági teljesítmény szempontjából. A modell bemenetét a politikai intézmények és a kezdeti erőforrás-allokáció adják. Ezek határozzák meg a bizonyos érdekcsoportok kezében összpontosuló *de jure* és *de facto* politikai hatalmat. A politikai hatalom a gazdasági és politikai intézmények létrehozásán keresztül determinálja a gazdasági teljesítményt és az erőforrás-elosztást. Ezáltal a nagyobb politikai hatalommal rendelkezők érdekeinek érvényre jutását is feltételezi a modell. Habár a gazdasági teljesítmény számára a politikai és gazdasági intézményi struktúra jelent közvetlen korlátozó és ösztönző rendszert. A folyamat dinamizmusát az erőforrás-allokáció és a politikai hatalom időbeli változása adja.

2. ábra. Az intézmények hatásmechanizmusa Acemoglu alapján.



Forrás: saját szerkesztés Acemoglu et al. (2004) P. 6. alapján

Míg számos növekedésméleti tanulmány a tőke akkumulációt, mások a politikai rendszert vagy az erőforrás-allokációt állítják a gazdasági folyamatok középpontjába, Christian Bjørnskov és Nicolaj J. Foss tanulmánya (2012) [19] az innováció vezérelte növekedési modellek közé sorolható.

A tudás, az innováció gazdasági hajtóerőként való értelmezése Schumpeter (1942) [20] megközelítésében jelent meg először. A vállalkozói szellem (entrepreneurship), a technológiai haladás, a tudás gazdasági növekedésre gyakorolt hatása azóta is a növekedésmélettel foglalkozó irodalom szerves része. [7, 21, 3, 5, 22]

Bjørnskov és Foss modelljében az innováció, a vállalkozói szellem (entrepreneurship) az a tényező, amelynek közvetítő szerepével az intézmények hatást gyakorolnak a növekedésre.

Az intézményi rendszer, legfőképpen a gazdasági szabadság határozza meg a termelési tényezők hatékonyságát, következésképpen a gazdasági növekedést.

Ennek a folyamatnak a mozgató rugója a vállalkozói szellem, amelyet közvetlenül az intézményi struktúra, illetve a gazdasági szabadság mértéke befolyásol. Elméletüket egy kétlépcsős modellel vizsgálták regresszióanalízis segítségével. [23]

[3] Romer, P. M. (1986): Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*. Vol. 94. Pp. 1002–1037.

[5] Lucas, R. E. (1988): On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 22. Pp. 3–42.

[7] Solow, R. M. (1956): A contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70. No. 1

[19] Bjørnskov, C.–Foss, N. J. (2010): *Do Economic Freedom and Entrepreneurship Impact Total Factor Productivity?* Copenhagen : Copenhagen Business School, Center for Strategic Management and Globalization, SMG Working Paper 8/2010.

[20] Schumpeter, J. A. (2012–1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Routledge. Pp. 81–84.

[21] Arrow, K. J. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*. Vol. 29. Pp. 155–173.

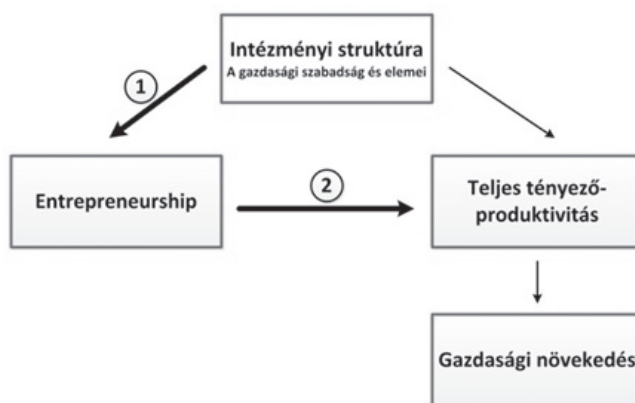
[22] Porter, M. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.

[23] Bjørnskov, Christian–Foss, N. J. (2012): How Institutions of Liberty Promote Entrepreneurship and Growth. *Economic Freedom of the World*.



[23] Bjørn-
skov, Chris-
tian–Foss, N.
J. (2012): How
Institutions of
Liberty
Promote
Entrepre-
neurship
and Growth.
*Economic
Freedom of the
World.*

3. ábra. Az intézményi struktúra hatásmechanizmusa Bjørn-
skov és Foss szerint.



Forrás: saját szerkesztés Bjørn-
skov és Foss (2012) [23] alapján

Az intézményi struktúra számszerűsíthetősége

A közgazdaságtan tudományos módszertanát számos más tudományághoz hasonlóan a kvantitatív elemzések irányába történő elmozdulás határozza meg. Szemben más diszciplínákkal, mint például a matematika vagy a fizika, nem kizárólag egzaktul, pontosan mérhető mennyiségeket kell figyelembe vennünk. Számos olyan „puha” tényező fejt ki hatását fontos makrogazdasági változókra, amelyek nem számszerűsíthetők egyértelműen. Az intézményi struktúra fogalomköréhez tartozó változók jelentős többsége tartozik ide. Ugyan nem tudjuk pontosan mérni, talán egzaktul definiálni sem például a gazdasági vagy a politikai szabadságot, számszerűsítésük mégis messzemenő lehetőségeket nyújthat: az intézményi struktúrával kapcsolatos további kutatásokhoz, ok-okozati viszonyok meghatározásához, különböző országok fejlődésbeli eltéréseinek magyarázatához járulhat hozzá.

Egy ország gazdasági és társadalmi folyamatait számos intézmény alakítja, amelyek egymással szoros kölcsönhatásban állnak, és nemcsak egymásra hatnak, hanem sok további változó is hatást gyakorol rájuk. Vannak közöttük könnyedén számszerűsíthető tényezők – még ha nem is olyan pontossággal mérhetőek, mint az idő, a hosszúság vagy az áramerősség. Gondoljunk a demográfiai összetételre, a kormányzati vásárlások nagyságára, az inf-



Informatikai terek

lációs rátára, egy új vállalkozás indításához kapcsolódó költségekre, a különböző adókulcsokra, vagy kamatlábakra. Léteznek azonban olyan tényezők is, amelyeket nem tudunk egyértelműen mérni, jelentőségükre csak tapasztalati úton tudunk következtetni, vagy valamilyen mesterségesen létrehozott értékskála segítségével tudunk számszerű értéket rendelni hozzájuk. Ilyen például a jogalkotás, a bírói és a végrehajtói hatalom függetlensége, a tulajdonjogok védelmi szintje, a rendvédelem ereje, a munkaerőpiac szabályozása, a sajtószabadság, a jegybanki függetlenség vagy a demokrácia intézménye.

Míg számos intézményt jellemző mutatóról hosszú idősorok állnak rendelkezésre (pl. a monetáris politika intézményét jellemző alapkamatláb mértékéről), a nehezebben számszerűsíthető intézményekről csak az elmúlt évtizedekben készültek globális adatbázisok, amelyek megfelelő alapot nyújthatnak kvantitatív elemzésekhez. Ilyen például a Fraser Institute (2012) [24] által publikált gazdasági szabadság index (*Index of Economic Freedom*) és a politikai szabadság mértékét jellemző, a Freedom House (2013) [25] kutatóintézet által számított polgári szabadságjogok és politikai jogok indexe (*Index of Political Rights and Civil Liberties*). E két, széles körben alkalmazott adatbázis jelenti empirikus elemzésem input adatait is. Fontos megjegyezni azonban, hogy a gazdasági és politikai szabadság, mint fogalom nem azonos az intézményi környezettel. A következőkben ismertetett indikátorok tartalma és értéke alapján azonban következtetni tudunk az intézményi környezet minőségére, a mutatók az intézmények jellemzésére alkalmas proxyként funkcionálhatnak.

A gazdasági szabadság index egy olyan összetett mutatószám, amely egy adott ország politikájának és intézményeinek az ország gazdasági szabadságára gyakorolt hatását méri 1-től 10-ig terjedő skálán. A gazdasági szabadság fogalma alatt olyan tényezők hatásának összességét értjük, mint az egyén személyes választási lehetősége, az önkéntes tranzakciók és a piaci versengés szabadsága, valamint a tulajdonjog védelme. Egy ország gazdasági szabadságának indexe nagyobb értéket vesz fel tehát, ha az egyének szabadon hozhatnak döntéseket, önkéntesen vehetnek részt piaci tranzakciókban, joguk van saját idejük, képességeik és erőforrásaik felett szabadon rendelkezni, azonban nincs joguk más egyének erőforrásaival való rendelkezésre.

A polgári szabadságjogok és politikai jogok indexet 1972 óta, évente publikálja a Freedom House (2013) [25] kutatóintézet csaknem a világ összes országára kiterjedően. Minden egyes ország esetében külön-külön értékkel jellemzik a politikai jogokat és a polgári szabadságjogokat. A két érték átlaga határozza meg adott társadalom politikai szabadságát. Az indikátor értékkészlete 1-től 7-ig terjed, ahol a magasabb értékek jelentenek alacsonyabb politikai és polgári szabadságot.

[24] Fraser Institute—Gwar, J.—Lawson, R.—Hall, J. (2012): *Economic Freedom of the World. Annual Report*.

[25] Freedom House (2013): *Freedom in the World. Country Ratings Dataset*.



[24] Fraser Institute–Gwar, J.–Lawson, R. –Hall, J. (2012): *Economic Freedom of the World*. Annual Report.

[25] Freedom House (2013): *Freedom in the World*. Country Ratings Dataset.

Empirikus elemzés matematikai-statisztikai eszközökkel

A különböző intézményi struktúrákat vizsgálva szembetűnő, hogy jelentős különbségek mutatkoznak az egyes országok intézményrendszerét illetően. Míg egyes országokban magától értetődő például a legitim politikai folyamatokban való szabad részvétel, addig számos társadalomban a szabad véleménynyilvánítás vagy a magántulajdon védelme sem biztosított. Az országokat jellemző gazdasági, politikai, jogi és társadalmi intézmények alapján történő klaszteranalízis segítségével kialakított – más-más intézményi környezettel rendelkező – országcsoportok jellemzői alapján vonom le következtetéseimet.

Az adatok két, a korábbiakban ismertetett forrásból származnak: a Fraser Institute (2012) [24] által évente publikált adatsorokból, valamint a Freedom House (2013) [25] adatbázisaiból. Az intézményi környezet jellemzésére hét osztályozó-változót választottam ki, amelyek leíró statisztikája a következő táblázatban látható. Öt változó a gazdasági és a jogi intézményrendszert jellemzi: az államháztartás nagysága, a jogrendszer és a tulajdonjog védelme, a monetáris stabilitás, a nemzetközi kereskedelem szabadsága, valamint a munkapiac, a pénzpiac és a versenyszféra szabályozását jellemző mutatók. Két változó a politikai és társadalmi intézmények jellemzésére szolgál: a politikai jogok és a polgári szabadságjogok indexei. Fontos megjegyezni, hogy utóbbi két változó értékkészletében az alacsonyabb értékek jelölnek fejlettebb intézményrendszert. Az elemzett adathalmazba a hiányzó értékkel nem rendelkező országok kerültek bevonásra (n=122).

1. táblázat. Az elemzésbe bevont változók leíró statisztikája.

Forrás és értékkészlet	Változó	Átlag	Szórás	n
EFW (2011) Index 1 [1;10]	Government size (Kormányzati beavatkozás)	6.408	1.365	122
EFW (2011) Index 2 [1;10]	Legal Quality (Jogrendszer)	5.893	1.909	122
EFW (2011) Index 3 [1;10]	Sound Money (Monetáris stabilitás)	8.172	1.488	122
EFW (2011) Index 4 [1;10]	Freedom to Trade Internationally (A nemzetközi kereskedelem szabadsága)	7.001	1.174	122
EFW (2011) Index 5 [1;10]	Regulation (A tőke-, a munkapiac és a versenyszféra szabályozása)	6.878	0.938	122

Freedom House Index (2011) [7;1]	Political Rights (Politikai jogok)	2.811	1.869	122
Freedom House Index (2011) [7;1]	Civil Liberties (Polgári szabadságjogok)	2.836	1.597	122

Forrás: saját szerkesztés

Az elemzés elkészítéséhez a Rapid Miner Studio 5.3.015© szoftvert használtam. Az input változókat eredeti formájukban alkalmaztam, az értékskálák nem kerültek transzformálásra, mivel az osztályozó-változók értékkészletei nem mutattak jelentős eltérést. Az adatok előzetes feldolgozása és a klaszteranalízis bemeneti változóinak kiválasztása során lehetőségként felmerült egy esetleges faktoranalízis vagy főkomponens-analízis elvégzése a változók számának csökkentése érdekében. Ez a vizsgálódás során azért került elvetésre, hogy az intézményi környezetet alkotó tényezők információtartalma teljes mértékben szerepeljen a klasszifikálásnál. Habár, a négy-nél nagyobb változók számát így nem tette lehetővé az adatok grafikus módon történő megjelenítését, vizsgálatát.

Előzetes futtatások és elemzések után a nem hierarchikus klaszterelemzési módszerek közül a k-közép algoritmus került kiválasztásra, négyzetes euklideszi metrikával. Különböző hierarchikus és nem hierarchikus algoritmusokkal egyaránt próbálkoztam (centroid, legközelebbi társ, k-közép módszer, DBSCAN). [26] A klaszterezési algoritmusok összehasonlításánál a klaszter-középponttól vett átlagos távolságot, valamint a Davies–Bouldin-indexet [27] vettem figyelembe (a szoftverben a Cluster Distance Performance operátor által generált értékek). A mutatószámok és a kapott klaszterek jellemzői mellett a klaszterbesorolás kiválasztásakor a végeredmény interpretálhatóságát, szakmai értelmezhetőségét is figyelembe vettem. Háromnál több klaszter esetén (hierarchikus és nem hierarchikus módszerek-nél egyaránt) mindig adódott olyan klaszter, amelynek elemszáma túlzottan alacsony volt ($n < 10$), kevesebb klaszter esetén pedig nem képződtek kellően homogén csoportok.

Az elemzés eredményeként kapott három klasztert a következő táblázatban szereplő adatok, valamint néhány tipikus eset bemutatásának segítségével jellemzem. Az egyes klaszterekhez tartozó országok részletes listáját a melléklet tartalmazza.

[26] Ester, M.–Kriegel, H. P.–Sander, J.–Xu, X. (1996): *A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial data-bases with noise*. In: Simoudis, E.–Han, J.–Fayyad, U. M. (Eds.): *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. (KDD-96). AAAI Press. Pp. 226–231.

[27] Davies, D. L.–Bouldin, D. W. (1979): "A Cluster Separation Measure". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. PAMI-1 (2): Pp. 224–227.



[19] Bjørn-
skov, C.–Foss,
N. J. (2010):
*Do Economic
Freedom and
Entrepreneur-
ship Impact
Total Factor
Productivity?*
Copenhagen
: Copenha-
gen Busi-
ness School,
Center for
Strategic
Management
and Globali-
zation, SMG
Working
Paper 8/2010.

2. táblázat. Klaszter középpontok.

	Klaszter középpontok		
	cluster_0	cluster_1	cluster_2
Government Size	6.17	7.22	5.86
Legal Quality	3.82	5.08	7.29
Sound Money	6.35	7.99	8.99
Freedom to Trade	5.48	6.98	7.57
Regulation	6.16	6.70	7.27
Political Rights	5.45	3.55	1.22
Civil Liberties	4.90	3.62	1.42
Elemszám	20	47	55

Forrás: saját szerkesztés

A klaszterközéppontokat megvizsgálva láthatjuk, hogy a 7 dimenzióból 6 esetben (Legal Quality, Sound Money, Freedom to Trade, Regulation, Political Rights, Civil Liberties) a kettesszámú klaszterhez (cluster_2) tartoznak a legmagasabb intézményi fejlettségre utaló értékek. Ezzel szemben a nullával jelölt csoportba (cluster_0) sorolt országok a legalacsonyabb gazdasági és politikai szabadsággal, illetve intézményi fejlettséggel rendelkeznek az említett hat dimenzió mentén. Külön magyarázatot kívánnak a Government Size változóhoz tartozó értékek, ugyanis a dimenzióként rendre legmagasabb szabadsággal rendelkező kettes számú klaszterhez tartozik a legalacsonyabb érték. Másképpen fogalmazva: ezekben az országokban a legmagasabb a kormányzati beavatkozás szintje. A klaszterek mélyebb ismerete alapján az a sejtésünk lehet, hogy az egyes csoportok gazdasági fejlettségük szerint is különböznek. Ezért is érdekes megfigyelésünk, miszerint a kormányzati beavatkozás szintje a feltételezhetően magasabb fejlettséggel rendelkező országok között a legmagasabb. (Megjegyzés: Bjørnskov és Foss (2010) [19] regressziós elemzése szintén a gazdasági produktivitás és a kormányzati beavatkozás szintje közötti negatív kapcsolatot igazolja.)



Informatikai terek

Sejtésem igazolásának céljával megvizsgáltam az egyes klaszterekbe tartozó országok egy főre eső reál GDP értékeit. [28] Eszerint valóban a kettesszámú csoport rendelkezik a legmagasabb átlaggal, a nullával jelzett pedig a legalacsonyabb egy főre eső reál GDP-vel. Azonban mindhárom csoportot meglehetősen nagy szórás jellemzi. Ennek okaira a klaszterekhez tartozó egyes esetek részletesebb ismerete adhat választ.

3. táblázat. GDP-értékek a klaszterekben.

Egy főre eső reál GDP		
	átlag	szórás
cluster_0	4 545.78	4 879.82
cluster_1	10 018.80	14 473.83
cluster_2	27 463.68	16 155.75

Forrás: saját szerkesztés

A nullával jelölt csoportba olyan országok tartoznak, amelyek a legkevésbé fejlett intézményi környezettel rendelkeznek: alacsony a társadalmi tőke, a politikai- és gazdasági szabadság szintje, fejletlen a jogrendszer, a tőkepiac és a munkapiac működése nem hatékony, jelentős a feketegazdaság és a korrupció mértéke, akadályozott a termelési tényezők szabad áramlása, valamint sok esetben még a magántulajdon védelme sem biztosított. Azaz hiányzik a magas információs aszimmetriával jellemezhető helyzetek bizonytalanságát csökkentő intézményi környezet. Ezáltal jelentős tranzakciós költségek kapcsolódnak ezekben az országokban a különböző gazdasági tevékenységekhez (információszerzés és -feldolgozás, kikényszeríthetőség), alapjaiban módosítva a gazdasági szereplők döntési alternatíváihoz tartozó relatív árakat.

Ebbe a csoportba olyan országok tartoznak, mint: Togó (867), Csád (1768), Kongó (2628), Kamerun (2055), Nepál (1321), Madagaszkár (815), Közép-afrikai Köztársaság (675) vagy Burundi (450). (Zárójelben az országok egy főre eső reál GDP adatait jelzem (Heston et al., 2012)). Számos olyan ország is intézményi szempontból a legkevésbé fejlett országok csoportjába tartozik, ahol azonban magasabb a gazdasági teljesítmény: Algéria (7220), Kína (8124), Gabon (15026), Irán (10546), Venezuela (7649) és Oroszország (17004). (Gyakorlatilag ezek az országok húzzák felfelé a csoportátlagot.)

[28] Heston, A.–Summers R.–Aten, B. (2012): *Penn World Table Version 7.1*. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania.



Az outlier értékek magyarázata lehet, hogy az utóbb felsorolt országok mindegyikét valamilyen diktatórikus politikai eszmerendszer uralkodása jellemzi, illetve valamely szűkös erőforrás (kőolaj, földgáz, gyémánt) tekintetében relatíve gazdag országnak tekinthetők. Ez a két tényező feltehetően nagyban hozzájárul ahhoz, hogy az igen alacsony gazdasági-, politikai- és társadalmi szabadság ellenére magasabb gazdasági teljesítményt produkálnak ezen országok, a hasonló intézményi környezettel, de nyersanyagban szegény országokhoz képest.

Ezeket az országokat azonban, ahol alacsony intézményi fejlettség párosul relatíve magasabb gazdasági teljesítménnyel, általában jelentős társadalmi szakadék is jellemzi. Míg a társadalom egy szűk elit rétegénél hatalmas vagyonok koncentrálnak, addig a népesség jelentős része mélyszegénységben él.

Ezen ok miatt kiszámítottam a klasztereket jellemző HDI (emberi fejlettségi mutató, amely nulla és egy közötti értékeket vehet fel) értékeket is annak érdekében, hogy realisabb képet kapjunk az egyes csoportok fejlettségi szintjéről. Az ENSZ által publikált HDI-mutatószám a jövedelmi viszonyok mellett a valós élet-színvonalat befolyásoló számos más tényezőt is figyelembe vesz (születéskor várható élettartam, írástudás, iskolázottság).

E mutató alapján is a nullával jelölt csoportot jellemzi a legalacsonyabb átlagérték, míg a kettesszámú klasztert a legmagasabb HDI-érték. Különbség azonban a GDP-vel való jellemzéshez képest, hogy nem jellemzi kirívóan magas szórás a csoportokat. Tehát, ha nem csak a jövedelmi viszonyokat vizsgáljuk, hanem az életminőség más dimenzióit is figyelembe vesszük, jóval élesebben és homogénebben különül el a három klaszter fejlettségi szintje.

4. táblázat. HDI-értékek a klaszterekben.

Emberi fejlettségi index (HDI)		
	átlag	szórás
cluster_0	0.534	0.152
cluster_1	0.632	0.143
cluster_2	0.826	0.106

Forrás: saját szerkesztés

Fontos megjegyezni, hogy a nullával jelölt klaszter meglehetősen alacsony elemszáma (n=20) vélhetően annak köszönhető, hogy számos fejlődő ország intézményrendszeréről egyáltalán nem álltak rendelkezésre adatok.



Informatikai terek

Az egyes számú klasztert már közepes intézményi fejlettség jellemezi. Olyan országok tartoznak ide, ahol a gazdasági és politikai szabadság bizonyos dimenziói még fejletlenek vagy hiányoznak, más intézmények jellemzői pedig már a fejlett országokéira hasonlítanak. Ilyen például Bahrein, ahol meglehetősen stabil monetáris rendszer és szabad nemzetközi kereskedelem van, azonban a politikai jogok és polgári szabadságjogok szintje már igencsak alacsony.

Ide tartozik Szingapúr is: az országot jól működő jogrendszer és hatékony piaci szabályozás jellemzi, ám a politikai jogok már meglehetősen korlátozottak. Ugyan formálisan az ország demokrácia, gyakorlatilag mégis egypártrendszer érvényesül. Az egyes klaszterben olyan országok találhatóak még, mint Albánia, Argentína, Brazília, Egyiptom, India, Peru, Tájföld és Ukrajna.

A gazdasági teljesítmény tekintetében outliernek számító csoporttagok (Kuwait, Omán, Egyesült Arab Emírségek) szintén nyersanyag ellátottságuknak köszönhetik gazdasági pozíciójukat. Kivétel talán Szingapúr, ahol jelentősebb természeti erőforrás híján, egy tudatos, átfogó gazdaságpolitikai stratégia áll a teljesítmény hátterében.

A kettes számú klaszterbe a fejlett intézményrendszerrel, magas politikai-, gazdasági és társadalmi szabadsággal rendelkező országok tartoznak, úgymint: Ausztrália, Ausztria, Belgium, Bulgária, Kanada, Csehország, Dánia, Finnország, Németország, Görögország, Magyarország, Japán, Spanyolország, az Egyesült Királyság vagy az Amerikai Egyesült Államok. Ugyan a csoporttagokat gazdaságilag fejlett országoknak tekinthetjük, a GDP értékeket itt is erőteljes szóródás jellemzi.

A klaszterek gazdasági fejlettség szerinti különbözőségének matematikai-statisztikai eszközökkel történő vizsgálata a következőekben kerül ismertetésre. A hipotézisvizsgálatok elvégzéséhez az IBM SPSS Statistics Version 20© szoftvert alkalmaztam.

A GDP- és a HDI-értékek alapján egyaránt elvégzett normalitás vizsgálatok eredményeit a következő táblázat tartalmazza. A Kolmogorov–Szmirnov-próba és a Shapiro–Wilk-próba esetén is elutasításra került a nullhipotézis. Ez az eredmény nem túl meglepő, hiszen a jövedelmi viszonyokat leíró mutatók eloszlása tipikusan nem normális eloszlás (hanem lognormális). Ennek megfelelően nem paraméteres próbák alkalmazásával folytattam tovább a vizsgálódást.

5. táblázat. Normalitás vizsgálat.

Tests of Normality							
Cluster		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
RealGDPpercap	,00	,303	20	,000	,777	20	,000
	1,00	,273	47	,000	,588	47	,000
	2,00	,082	55	,200 [*]	,922	55	,002
HDI	,00	,135	20	,200 [*]	,934	20	,184
	1,00	,136	47	,029	,942	47	,021
	2,00	,144	55	,006	,845	55	,000

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Forrás: saját elemzés eredménye

A klaszterek a Kruskal–Wallis-rangsoroláson alapuló próba segítségével kerültek összehasonlításra. A kettőnél több független minta homogenitás-vizsgálatára szolgáló próba nullhipotézise, hogy a minták azonos eloszlásból származnak. A statisztika rangszámai alapján megállapíthatjuk, hogy valóban a nullával jelölt klaszterben a legalacsonyabbak a GDP- és HDI-értékek is, míg a kettes számú klaszterben a legmagasabbak.

6. táblázat. Kruskal-Wallis próba: rangszámok.

	Cluster	N	Mean Rank
HDI	,00	20	28,58
	1,00	47	43,91
	2,00	55	88,50
	Total	122	
RealGDPpercap	,00	20	29,83
	1,00	47	44,81
	2,00	55	87,28
	Total	122	

Forrás: saját elemzés eredménye



Informatikai terek

A Kruskal–Wallis-statisztika számított értékei alapján mindkét esetben el kell vetnünk a nullhipotézist. Alacsonyak a szignifikancia értékek, azaz a GDP- és a HDI-értékek valóban másként alakulnak az egyes klaszterekben.

7. táblázat. Kruskal–Wallis-próba: szignifikancia értékek.

Test Statistics ^{a,b}		
	HDI	RealGDPperc ap
Chi-Square	61,028	55,754
df	2	2
Asymp. Sig.	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Cluster

Forrás: saját elemzés eredménye

Összegzés

A tanulmány első részében az intézményi struktúra hatásmechanizmusát leíró elméleti modellek áttekintésére, illetve az intézmények gazdasági teljesítményt befolyásoló szerepét magyarázó elméletek vizsgálatára került sor.

Az intézményi struktúra meghatározó szerepét hangsúlyozó elméletekkel összhangban kvantitatív elemzési eszközökkel elemeztem és támasztottam alá az intézményi struktúra és a gazdasági fejlettség kapcsolatát. Fontos azonban megjegyezni a kapcsolat tényének rögzítése mellett, hogy az ok-okozati viszonyok feltárása csak magasabb szintű kutatások adhatnak választ.



Honfi Vid Sebestyén–Király Zoltán–Nagy Bálint (Szerk.)

Melléklet

A KLASZTERANALÍZIS EREDMÉNYE

Cluster_0:

Algeria, Burundi, Cameroon, Central African Republic, Chad, China, Congo, Democratic Republic of the Congo, Fiji, Gabon, Guinea-Bissau, Iran, Madagascar, Nepal, Pakistan, Russia, Tanzania, Togo, Venezuela, Zimbabwe.

Cluster_1:

Albania, Argentina, Bahrain, Bangladesh, Bolivia, Brazil, Colombia, Cote d'Ivoire, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, India, Indonesia, Jamaica, Jordan, Kenya, Kuwait, Malawi, Malaysia, Mali, Mexico, Morocco, Mozambique, Nicaragua, Niger, Nigeria, Oman, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Rwanda, Senegal, Sierra Leone, Singapore, Sri Lanka, Thailand, Tunisia, Turkey, Uganda, Ukraine, United Arab Emirates, Zambia.

Cluster_2:

Australia, Austria, Bahamas, Barbados, Belgium, Belize, Benin, Botswana, Bulgaria, Canada, Chile, Costa Rica, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Ghana, Greece, Guyana, Hong Kong, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Japan, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Mauritius, Namibia, Netherlands, New Zealand, Norway, Panama, Poland, Portugal, Republic of Korea (South Korea), Romania, Slovakia, Slovenia, South Africa, Spain, Sweden, Switzerland, Taiwan, Trinidad and Tobago, United Kingdom, United States of America, Uruguay.



BARTALOS NORBERT *–UJBÁNYI TIBOR **–KÖVÁRI ATTILA ***–NAGY BÁLINT ****

A Chua-rendszer vizsgálata az Octave alkalmazásával

Összefoglalás: Jelen dolgozatban a kaotikus rendszerek egyik jól ismert példáját, a Chua-áramkört és annak viselkedését leíró differenciálegyenlet-rendszert vizsgáljuk az Octave alkalmazásával.

Kulcsszavak: Dinamikai rendszerek, attraktor, kaotikus rendszerek, Chua-áramkör.

Abstract: In this work a well-known example of chaotic systems, the Chua-circuit and its differential equation describing the behavior of this circuit is investigated using Octave.

Keywords: Dynamical system, attractor, chaotic systems, Chua circuit.

Alkalmazott eszközök

Az Octave [1] programot alapvetően a Matlabhoz hasonlóan numerikus számítások végrehajtására tervezték, de megfelelő csomagok telepítésével képességei bővíthetők. A Matlabhoz hasonlít nemcsak a cél, hanem a program teljes felépítése is.

2014-ben adták ki az Octave 3.8.2 verzióját, mely már grafikus felhasználói felülettel rendelkezik. Elérhető a Matlab esetén megszokott Command Window, Workspace, Command History ablak és az Editor is.

A Matlabban megírt szkriptek, .m fájlok kevés módosítással (gyakran módosítás nélkül) az Octaveban is alkalmazhatóak.

* *Dunaiújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: ihuntlexaa@gmail.com*

** *Dunaiújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: ujbanyi.tibor@mail.
duf.hu*

*** *Dunaiújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: kovari.attila@mail.
duf.hu*

**** *Dunaiújvárosi Főiskola,
Informatikai Intézet
E-mail: nagy.balint@mail.
duf.hu*

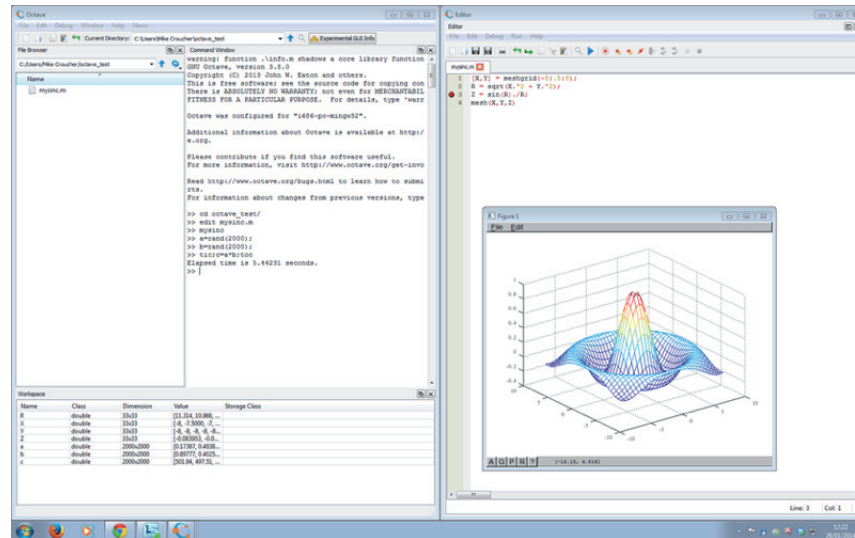
[1] <https://www.gnu.org/software/octave/> 2015. március 2.

[2] <http://www.walkingrandomly.com/?p=5336>
2015.
március 2.

[3] <http://octave.sourceforge.net/odepkg/>
2015.
március 2.

[4] <http://www.dm.unipi.it/cluster-pages/meini/ODE12/odepkg.pdf>
2015.
március 2.

1. ábra. az Octave 3.8.2 grafikus felülete. [2]



Jelen dolgozatban az Octave alkalmazásával differenciálegyenletek trajektóriáit vizsgáljuk. Ehhez az odepkg [3] csomag szükséges. A szükséges csomag legújabb verziója, az odepkg-0.8.4.tar.gz letölthető a [3] címről. A csomag telepítése az Octave indítása után, annak Command Window ablakában végrehatjatható a

```
>>pkg install odepkg-0.8.4.tar.gz
```

parancs segítségével. A csomag telepítése jó esetben hiba nélkül lefut. Hiba esetén érdemes tanulmányozni a csomag leírását. [4] Az Octave minden indítása után a munkánk során alkalmazni kívánt csomagokat be kell tölteni a pkg load parancs futtatásával. Ebben az esetben

```
>>pkg load odepkg
```

A betöltött csomagokról a

```
>>pkg list
```

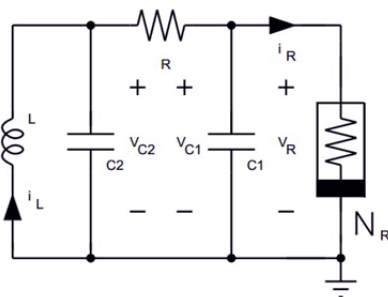
eredményéből tájékozódhatunk. Miután a csomagot betöltöttük, használhatjuk a csomagban elérhető függvényeket, például az ode45 függvényt, mely adott differenciálegyenlet numerikus megoldását állítja elő.

A Chua-áramkör

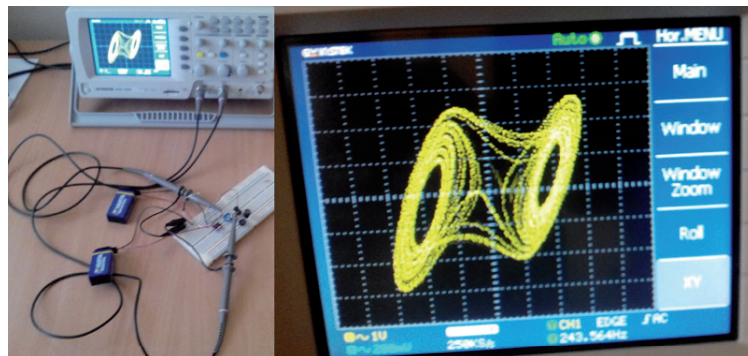
Ebben a fejezetben az egyik legegyszerűbb kaotikus rendszert, a Chua-rendszert vizsgáljuk [5, 6]. Az áramkört 1983 őszén építette meg Leon O. Chua. Célja egy olyan laboratóriumi rendszer elkészítése volt, mellyel bizonyítható, hogy a káosz egy fizikai jelenség, nem számítási hibák forrása.

A megépített áramkör egy része passzív lineáris karakterisztikájú egyszerű elektronikai alkatrészekből épül fel. Ezek az elemek a kondenzátor ($C1$ és $C2$), az ellenállás (R) és a tekercs (L , ahol I a tekercs árama). Az áramkörben található egy aktív, nemlineáris karakterisztikájú áramköri elem is, az úgynevezett Chua-dióda (a 2. ábrán N_R). Ezen dióda néhány ellenállás és két műveleti erősítő segítségével szintén felépíthető.

2. ábra. A Chua-áramkör kapcsolási rajza. [7]



3. ábra. A megépített áramkör és az oszcilloszkóp képe. [Saját készítés.]



[5] Chua, L.O.–Komuro, T. M. (1986): The Double Scroll Family. *IEEE Transactions on circuits and systems*. Vol. CAS-33. No. 11.

[6] Chua, L. O. (2007): *Scholarpedia*. 2 (10):1488. http://www.scholarpedia.org/article/Chua_circuit

[7] Kennedy, M. P. (1992): Robust OP Amp realization of chua's circuit. *Frequenz*, 46 (3). Pp. 66–80.



[5] Chua, L.O.–Komuro, T. M. (1986): The Double Scroll Family. *IEEE Transactions on circuits and systems*. Vol. CAS-33. No. 11.

[6] Chua, L. O. (2007): *Scholarpedia*. 2 (10):1488. http://www.scholarpedia.org/article/Chua_circuit

[8] Lynch, S. (2004): *Dynamical systems with applications using Matlab*. Boston: Birkhuser.

Az áramkör viselkedésének leírására Leon O. Chua az alábbi közönséges differenciálegyenlet-rendszert írta fel [5]:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \alpha(y - \phi(x)) \\ \dot{y} &= x - y + z \\ \dot{z} &= -\beta y\end{aligned}$$

$$\text{ahol } \phi(x) = m_1 x + \frac{1}{2}(m_0 - m_1)(|x + 1| - |x - 1|).$$

A paraméterek bizonyos értéke esetén a rendszer kaotikus tulajdonságokat

mutat, amint ezt Chua et al. $\alpha = 9, \beta = \frac{28}{7}, m_0 = -\frac{1}{7}, m_1 = \frac{2}{7}$ esetén bizonyította [6].

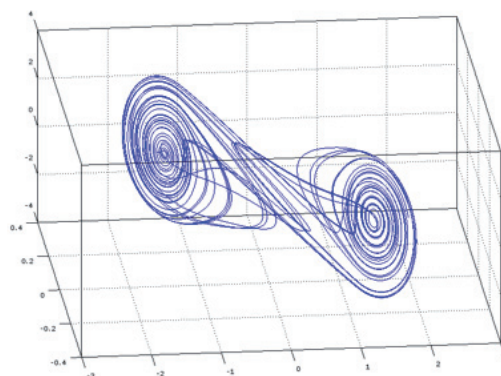
Egy kis változtatással felírható az a modell, amelyet többek között [8] könyve tárgyal:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \alpha(y - x - \phi(x)) \\ \dot{y} &= x - y + z \\ \dot{z} &= -\beta y\end{aligned}$$

$$\text{ahol } \phi(x) = m_1 x + \frac{1}{2}(m_0 - m_1)(|x + 1| - |x - 1|).$$

Lynch egy rövid Matlab szkriptet is közöl, mellyel a differenciálegyenlet-rendszer trajektóriái ábrázolhatók. Ezen szkript egyszerűen futtatható az Octave programmal is. (4. ábra).

4. ábra. A Chua-egyenletek trajektóriái $\alpha=14$ esetén.





Informatikai terek

A fenti szkript segítségével vizsgálható a Chua-egyenletek megoldása különböző paraméterértékek és kezdeti feltételek esetén. A híres „double-scroll attractor” az alábbiak szerint ábrázolható:

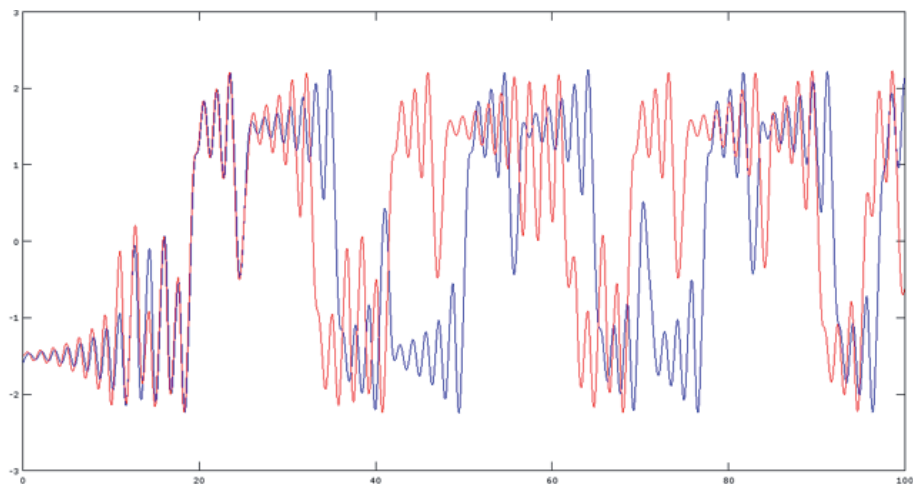
```
Chua=@(t,x)[14*(x(2)-x(1))-(-(5/7)*x(1)+(1/2)*(-(8/7)-(-5/7))*(abs(x(1)+1)-abs(x(1)-1)))];  
x(1)-x(2)+x(3);-25.58*x(2)];  
options = odeset('RelTol',1e-4,'AbsTol',1e-4);  
[t,xb]=ode45(Chua,[0 100],[-1.6,0,1.6],options);  
plot3(xb(:,1),xb(:,2),xb(:,3))
```

Ez az attraktor matematikai értelemben kaotikus. Megmutatható például, hogy közeli kezdeti feltételek esetén a megoldások eltávolodnak egymástól.

Tekintsük ugyanis a fenti egyenlet alábbi megoldásait. (5. ábra)

```
[ta,xa]=ode23(Chua,[0 100],[-1.6,0,1.6],options);  
[tb,xb]=ode23(Chua,[0 100],[-1.5,0,1.6],options);  
plot(ta, xa(:,1))  
hold on  
plot(tb, xb(:,1),'r')
```

5. ábra. Érzékenység a kezdeti feltételre a Chua-rendszerben.





[9] Simon L. P.–Tóth J. (2005). *Differenciálegyenletek*. Budapest: Typotex.

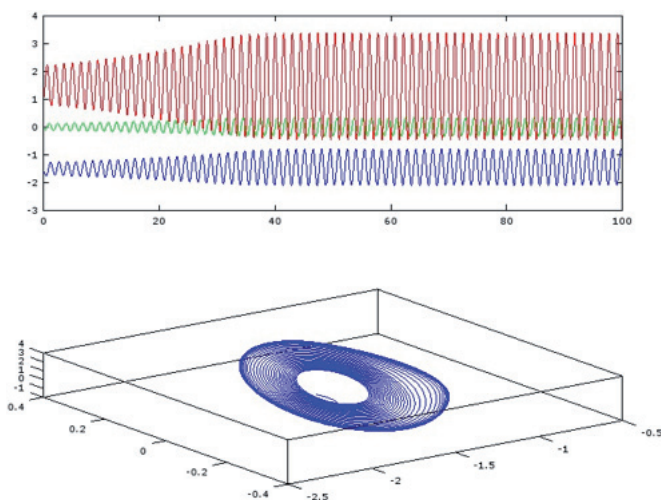
[10] Huang, A.–Pivka, L.–Wu, C. W.–Franz, M. (1996): Chua's equation with cubic nonlinearity. *International Journal of Bifurcation and Chaos*. 6 (12a). Pp. 2175–2222.

(Természetesen a megoldások ezen tulajdonságáról a Ljapunov-együttható is tájékoztat, azonban ennek részletezésétől itt eltekintünk.

Az érdeklődő olvasó számára javasoljuk a [9] könyv elmélyült tanulmányozását.)

Megfelelő paraméter változtatásával a rendszer más viselkedést mutat. Például $\alpha=10$ esetén a rendszernek stabil határciklusa van, amint ez a 6. ábra alapján sejtethető.

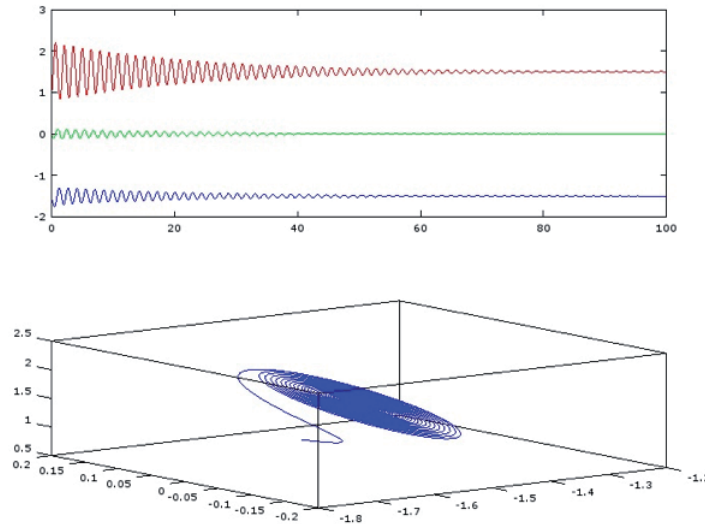
6. ábra. Stabil határciklus $\alpha=10$ esetén.



Ha $\alpha=9$, akkor a rendszernek stabil egyensúlyi pontja van. (7. ábra)



7. ábra. Stabil egyensúlyi pont $\alpha=9$ esetén.



A Chua-rendszer módosítása

A Chua-egyenletekben szereplő $\phi(x)$ függvény – az egyetlen nemlineáris függvény a rendszerben – alapvető fontosságú a rendszer viselkedése szempontjából. Ezen viselkedés leírására több módszer használja az egyenletek jobboldala által meghatározott függvények deriváltjait. Tekintettel arra, hogy a $g(x)=|x+1|-|x-1|$ függvény nem folytonosan deriválható, célszerű a rendszert $\phi(x)$ megfelelő módosítsával alakítani. Ezzel a megfontolással számos folytonosan deriválható módosítást írtak már fel. Huang, Pivka és Wu harmadfokú hatványfüggvény segítségével készítettek megfelelő módosítást [10]

$$\dot{x} = \alpha(y - x^3 - x)$$

$$\dot{y} = x - y + z$$

$$\dot{z} = -\beta y$$

Ebben a rendszerben $\alpha=10$, $\beta=16$, $c=-0.143$ értékek esetén található meg a „double-scroll attractor”.



A továbbiakban megadunk egy új folytonosan deriválható módosítást, továbbá ennek megoldásait vizsgáljuk numerikusan. Vázoljuk a $g(x)=|x+1|-|x-1|$ függvény grafikonját. Vegyük észre, hogy a függvény – többek között – az alábbi tulajdonságokkal rendelkezik: $\lim_{x \rightarrow -\infty} g(x) = -2$, $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = 2$. Hasonló tulajdonságokkal rendelkező függvény állítható elő az $x \mapsto \operatorname{atan}(x)$ függvény lineáris transzformációjával. A további vizsgálatainkhoz az $f(x) = r \cdot \operatorname{atan}(x)$ függvényt használjuk a $g(x)=|x+1|-|x-1|$ helyett, míg a Chua-rendszerben szereplő további egyenleteket változtatlanul hagyjuk. Egyenleteink tehát a következő alakban írhatóak fel:

$$\dot{x} = \alpha(y - x - \phi(x))$$

$$\dot{y} = x - y + z$$

$$\dot{z} = -\beta y$$

ahol

$$\phi(x) = m_1 x + \frac{r}{2} \operatorname{atan}(x)(m_0 - m_1)$$

A korábban használt szkriptet ezért módosítjuk.

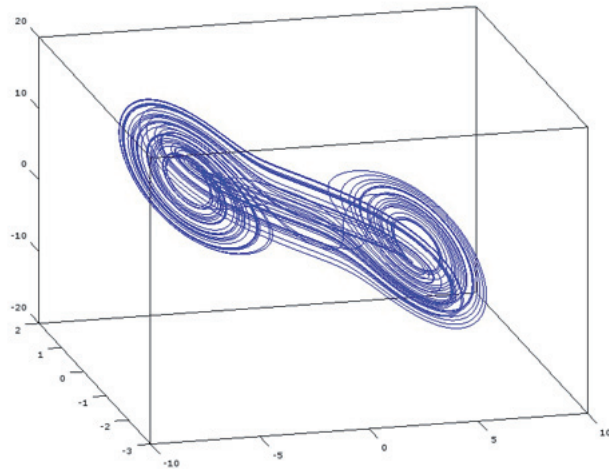
```
Chua=@(t,x)[alpha*(x(2)-x(1)-(-(5/7)*x(1)+(1/2)*(-(8/7)-(-5/7))*(r*atan(x(1)))));x(1)-x(2)+x(3);
-25.58*x(2)];
options = odeset('RelTol',1e-4,'AbsTol',1e-4);
[t,xb]=ode45(Chua,[0 100],[-1.6,0,1.6],options);
plot3(xb(:,1),xb(:,2),xb(:,3))
```

A paraméterek megfelelő változtatásával ebben a rendszerben is nyerhető „double-scroll attractor”.
(8. ábra)



Informatikai terek

8. ábra. A módosított Chua-rendszerben található ún. „double – scroll attractor” $\alpha=15$.



Eredmények

Jelen dolgozatban a Chua-áramkört leíró differenciálegyelet-rendszer egy új módosítását adtuk meg, mely további matematikai analízist tesz lehetővé.

A rendszer tulajdonságainak szemléltetéséhez az Octave programot használtuk.