



DUNAÚJVÁROSI EGYETEM
UNIVERSITY OF DUNAÚJVÁROS

Nagy András–Németh István Péter–Czifra Sándor

Anyagtudományi terek Absztraktkötet

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Nagy András–Németh István Péter–Czifra Sándor (Szerk.)

Anyagtudományi terek
Absztraktkötet

© Nagy András–Németh István Péter–Czifra Sándor (Szerk.) 2021

© Agócs Mihály; Awrejcewicz, J.; Baki Roland; Bazsó, Ferenc; Bereczki Péter;
Berki Borbála; Burkus Ervin; Csincsi Zsuzsanna; Domonkos Levente László;
Fehér Jánosné; Fullér R.; Gonda Viktor; Karádi Zoltán; Katona József;
Kecskés István; Király Zoltán; Király Vencel; Kiss Endre; Klincsik M.;
Kocsó Endre; Koroknai László; Kovács-Bokor Éva; Kővári Attila;
Krállics György; Kuljic B.; Ladányi Gábor; Loncar-Turukalo Tatjana;
Molnár János; Nagy Bálint; Odry Ákos; Odry Péter; Páger Béla;
Pámer Ádám; Pázmán Judit; Pór Gábor; Renkó József, Rudas Imre; Sarcevic P.;
Sári Zoltán; Sudár Anna; Szabó Attila; Szabó Péter; Szabó Szebasztián;
Szakall Z.; Szikszai Kristóf; Tadity Vladimir; ; Tóth Attila; Trpovski Zeljen;
Verő Balázs; Vízvári Z.; Wizner Krisztián; Ujbányi Tibor; Zahola Tamás
2021

A kötet megjelenését a EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok
hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen projekt támogatta.

D=U=E PRESS
DUNAÚJVÁROSI EGYETEM
www.uniduna.hu

Kiadóvezető Németh István

Felelős kiadó Dr. habil András István
Felelős szerkesztő Nemeskéry Artúr

Tördelés Duma Attila
Készült a HTSART nyomdában
Felelős vezető Halász Iván



DUNAÚJVÁROSI EGYETEM
UNIVERSITY OF DUNAÚJVÁROS

Nagy András-Németh István Péter-Czifra Sándor

Anyagtudományi terek Absztraktkötet

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

BERECZKI PÉTER

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet

E-mail: bereczkip@uniduna.hu

ULTRAFINOM- ÉS NANOSZEMCSÉS ALUMÍNIUM ÖTVÖZETEK LABORATÓRIUMI ÉS IPARI FEJLESZTÉSE

Összefoglalás: A Dunaújvárosi Egyetemen az utóbbi tíz évben végrehajtott, anyagtudományi témájú K+F+I projektek keretében az ultrafinom- és nanoszemcsés fémötvözetek előállításával és vizsgálatával kapcsolatosan kiterjedt és sikeres kutatási tevékenység került megvalósításra. Az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 számú pályázat 1-es kutatócsoportjának programja ezen eredmények bázisán kívánta tovább gyarapítani a műszaki anyagtudomány e területének ismeretanyagát.

Az utóbbi 40 évben az intenzív képlékeny alakítás (SPD – Severe Plastic Deformation) technikai megvalósítására számos megoldás született. Ezek között kitüntetett helyet foglal el az ún. többirányú kovácsolás, amely ultra-finomszemcsés tömbi anyagok előállítását teszi lehetővé. Bebizonyosodott, hogy az intenzív képlékeny alakító műveletekkel újszerű tulajdonságegyüttest mutató fémes anyagok állíthatók elő. Kutatómunkánk egyik meghatározó berendezése a Gleeble 3800 termo-mechanikus szimulátor, amellyel a többtengelyű kovácsolás jól szabályozható mechanikai és hőmérsékleti paraméterek mentén hajtható végre. Emellett, a laboratóriumi alakítási kísérletek eredményeit felhasználva, nagyobb méretű darabok kovácsolására alkalmas szerszámot is terveztünk és gyártattunk, amellyel már ún. félüzemi kovácsolási kísérleteket tudtunk végrehajtani. Kovácsolási kísérleteink alapanyagául extrudált, EN AW-6082-es és EN AW-7075-ös, illetve melegen előhengerelt EN AW-5182-es alumíniumötvözeteket használtunk.

Egyfelől a többtengelyű kovácsolás laboratóriumi kísérleteinek folytatásával, az intenzív képlékenyalakítás különböző paramétereinek szemcsefinomító hatását, illetve a mikroszerkezet átalakulása közben lejátszódó deformációs mikró- és makró-mechanizmusokat fogjuk vizsgálni. Másrészt, a laboratóriumi mérések során optimalizált technológiai paraméterekkel olyan ipari kísérleteket hajtunk végre, amelyekkel nagyobb méretű ultrafinom-, illetve nanoszemcsés fémes

szerkezeti anyagok állíthatóak elő. A laboratóriumi vizsgálatokból származó eredmények lehetővé tették a félüzemi minták mikroszerkezeti és mechanikai tulajdonságainak tudatos módosítását, elősegítve az ultra-finomszemcsés anyagok előállításához szükséges, hatékony alakítás-technológiák tervezését.

Abstract: In the framework of R & D & I material science projects, extensive and successful research activities related to the producing and investigation of ultrafine-grained and nanostructured metallic alloys have been carried out in the last ten years, at the University of Dunaújváros. Based on these results, the scientific program of the 1st Research Group from EFOP-3.6.1-16-2016-00003 subsidy aimed to further increase the knowledgebase of this research area from materials science. In the last 40 years, several experimental techniques have been developed to realize the Severe Plastic Deformation (SPD) process. Among them, an emphasized technique is the multiaxial forging which allows to produce bulk ultrafine-grained materials. It was proved that combinations of novel and unique material properties can be achieved using SPD techniques. One of the most important devices of our research work is the Gleeble 3800 thermo-mechanical simulator, with which the multiaxial forging process can be performed along well-controlled mechanical and temperature parameters. In addition, based on the results of laboratory experiments, we designed and manufactured a tool, which was suitable for forging larger samples and allows to perform semi-industrial forging experiments. Extruded EN AW-6082 and EN AW-7075 and hot pre-rolled EN AW-5182 aluminum alloys were used as raw materials for our forging experiments. On the one hand, by continuing the laboratory experiments of multiaxial forging, we studied the effect of different SPD's parameters on the grain refinement and the deformation micro- and macro-mechanisms occurring during the evolution of microstructure. On the other hand, we carried out semi-industrial experiments to produce ultrafine-grained and nanostructured metallic materials in larger scale, using the optimized technology parameters, derived from the laboratory measurements. The results of laboratory studies have made it possible to consciously modify the microstructural and mechanical properties of the semi-industrial samples, facilitating the design of efficient forming technologies to produce ultrafine-grained materials.

BERECZKI PÉTER**A TÖBBTENGELYŰ KOVÁCSOLÁS ALAKÍTÁSI SEBESSÉGÉNEK HATÁSA AZ AL–MG–SI ÖTVÖZET MECHANIKAI ÉS MIKROSZERKEZETI TULAJDONSÁGAIRA**

Összefoglalás: Az utóbbi 40 évben az intenzív képlékeny alakítás (SPD – Severe Plastic Deformation) technikai megvalósítására számos megoldás született. Ezek között kitüntetett helyet foglal el az ún. többirányú kovácsolás, amely ultrafinomszemcsés tömbi anyagok előállítását teszi lehetővé. Bebizonyosodott, hogy az intenzív képlékeny alakító műveletekkel újszerű tulajdonságkombinációjú anyagok állíthatók elő. Kovácsolási kísérleteink alapanyagául extrudált, EN AW-6082 típusú ötvözetet választottunk, amelyet oldó hőkezelésnek vetettünk alá. A kiinduló állapotú ötvözet kvázisztatikus körülményekre érvényes folyási görbét NTS 810 szakítóművön, míg a különböző alakítási sebességű intenzív képlékeny alakítási kísérleteket a Gleeble fizikai szimulátor MaxStrain-egységén hajtottuk végre. Ez utóbbi berendezés biztosítja az alakítási folyamat paramétereinek szabályozhatósága szempontjából a legsokoldalúbb lehetőségeket. Az alakváltozási sebességet $0,1 \text{ s}^{-1}$ és 10 s^{-1} között változtattuk. Az alakított próbatesteken Vickers-keménységmérést, valamint fénymikroszkópos képanalitikai vizsgálatokat hajtottunk végre. A mérési eredmények statisztikai feldolgozása alapján megállapítottuk, hogy az alakváltozási sebesség növelése az alakítási keményedésre és az anyag keménységére egyaránt szignifikáns hatást gyakorol.

Cikksorozat: **MELEGEN HENGERELT EN AW-5182-ES VASTAG-LEMEZ TÖBBTENGELYŰ KOVÁCSOLÁSA**

1. rész A ciklikus kovácsolási folyamatra jellemző alakítási szilárdság
2. rész Az alakítási keményedés és a mikrokeménység elemzése
3. rész Mechanikai anyagvizsgálat egytengelyű zömítéssel és szakítóvizsgálattal
4. rész A mechanikai anizotrópia részletes elemzése
5. rész A mikroszerkezeti változások kvalitatív és kvantitatív vizsgálata

PÉTER BERECSKI–GYÖRGY KRÁLLICS–
JÓZSEF RENKÓ

**THE EFFECT OF STRAIN RATE UNDER MULTIPLE
FORGING ON THE MECHANICAL AND MICROSTRUCTURAL
PROPERTIES**

Abstract: The flow stress of aluminum alloy 6082M under cyclic, non-monotonic plastic deformation has been determined by multiaxial forging experiments, using the MaxStrain system on a Gleeble 3800 thermo-physical simulator. The simulations were done at ambient temperature with different strain rates of 0.1, 1.0 and 10 1/s. The plastic strain amplitude per forging pass was 0.4. The accumulated equivalent strain was around 4 in each forging simulation.

For the mechanical modeling of the cyclic, non-monotonic plastic deformation characteristic of the forming process, a control program and measurement arrangements have been developed. These controlled the equivalent logarithmic strain and the equivalent strain rate implemented in each forming step. It was also suitable for measuring the dimensions of the deformed material volume between the tools. These parameters and the measured force data were applied in the mechanical model, based on the principle of virtual velocities.

In parallel with the cyclic experiments, monotonic plane-strain Watts-Ford compression tests were also performed. Strain rate influence for material properties has been investigated. Monotonous and cyclic flow curves were compared, and significant differences were found. Contrary to the monotonous flow curve, the cyclic flow stress showed the Bauschinger effect, occurring when the load direction was changed. Concerning the effect of strain rate it can be concluded that the applied strain rate influences the strain hardening, the resultant hardness and the characteristic properties of the generated ultrafine-grained microstructure.

BURKUS, E.–AWREJCEWICZ, J.–ODRY, P.

A VALIDATION PROCEDURE TO IDENTIFY JOINT FRICTION, REDUCTOR SELF-LOCKING AND GEAR BACKLASH PARAMETERS

Abstract: The paper presents a new method for the identification of joint friction, reductor self-locking and gear backlash parameters. The method was developed using an existing hexapod robot. During the process, the motor driving currents given by the model and measured on the real device were observed and compared. Initially, the current curves showed specific differences. After the analysis of these deviations, their causes were identified as joint friction, reductor self-locking and gear backlash. The parameters of these phenomena were determined using swarm optimization. As a result of this process, a validated model was obtained. The mentioned mechanical properties were identified using a step-by-step method, in which one property aided in the discovery of another. The robot model was created in a MATLAB/Simulink environment, using the Simscape Multibody Toolbox.

BURKUS ERVIN-KECSKÉS ISTVÁN-ODRY ÁKOS- TADITY VLADIMIR-ODRY PÉTER

Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet

E-mail: burkus@uniduna.hu

E-mail: kecskesi@uniduna.hu

E-mail: odry.akos@uniduna.hu

E-mail: tadityv@uniduna.hu

E-mail: odry.peter@uniduna.hu

INNOVATÍV KÉPFELDOLGOZÁSI ELJÁRÁSOK KUTATÁSA, TOMOGRÁFIAI MÉRÉSI ELJÁRÁSOK FEJLESZTÉSE

Összefoglalás: A képfeldolgozás folyamán a képi információ kinyerésére és megbízható értelmezési eljárás kifejlesztésére koncentráltunk. Ehhez először a fazifikált 2D Gábor-szűrőt és annak tulajdonságait kutattuk. A szűrő hatékonyságát a rendszámtáblafelismerési algoritmus tesztelésével bizonyítottuk. A kutatást a cirkuláris Gábor-szűrő paramétereinek fazifikálásával folytattuk. A kutatás célja az volt, hogy lehessen detektálni körhöz hasonló, deformált alakzatokat a képben. A kutatás eredményeit alkalmazni lehet tomográfiás képi eredmények értelmezésére, valamint mikroorganizmusok detektálására a mikrobiológiai képekben. A kutatási eredményeket a robotlátás fejlesztésében is alkalmaztuk, itt a fő feladatunk az volt, hogy detektáljuk az akadályokat a falon. Detektálni kellett továbbá a hasznos falfelületet mélységi kamerák, jelfeldolgozás, képfeldolgozás és fuzzy logika alkalmazásával. A mechatronikai/robot rendszerek irányítása zárt körben valósul meg, ahol a szabályozó és állapotbecslő algoritmusok performanciái határozzák meg a megvalósítható dinamikus viselkedést. Egyrészt kifejlesztésre került egy újszerű fuzzy irányítási struktúra, mely a hibajel mellett, a beavatkozájel előállításakor, a pillanatnyi fogyasztást is kiértékeli. A szabályozó az alapjelkövetés mellett az áramtranzienseket és az oszcillációkat is limitálja, így mechatronikai rendszerek irányításában előnyösen használható. Másrészt, kifejlesztésre került egy újszerű adaptív állapotbecslő struktúra, mely a rendszer pillanatnyi dinamikus viselkedésének mérésére új mérési módszereket alkalmaz, és ezen mérőszámok függvényében változ-

tatja a szűrőparamétereket. Az adaptív stratégiának köszönhetően robusztus állapotbecslés biztosítható a felsőbb irányítások számára. A hatlábú roboton végzett mérések alapján különféle kutatásokat végeztünk, melyek során a bizonytalanságokat és a robusztusságot kutattuk. Ezáltal pontosabb és jobb becsléseket tudunk végezni és hatékonyabban tudunk optimális szabályzást fejleszteni a mechatronikai eszközök számára. Különféle változókat és szenzorokat vizsgáltunk, továbbá az IMU-szenzor jeleiből Kálmán-szűrővel kiszámítottuk a robot szögmozgásokat és annak hibáját is elemeztük. Kutatásunk végén az általunk fejlesztett újszerű optimalizálási eljárás felhasználásával alapokat biztosítottunk arra, hogy hexapod-robotunk új generációját, a Szabad(ka) III robotot meg tudjuk tervezni. Az optimalizálás meghatározta a csatlakozási helyzeteket, valamint a test és a láb szegmenseinek méreteit. Az optimalizálás eredményeként jelentősen csökkent a szenzorokat érintő rotációs mozgás és nőtt a robot által, egy feltöltéssel megtehető távolság. Az optimalizálás elvégzésének feltétele volt a robot paraméterezhető, részletes és validált modellje. A fizikai megvalósítás terén eddig legyártásra került a robot legösszetettebb része, a differenciális csuklót tartalmazó moduláris láb-egység.

Abstract: During the image processing, we focused on the extraction of image information and the development of a reliable interpretation method, for which we first researched the fuzzified 2D Gabor filter and its properties. The efficiency of the filter was tested via license plate recognition algorithm. The research was continued by fuzzifying the parameters of the circular Gabor filter, where the aim of the research was to be able to detect circular-like, deformed shapes in the image. The results of the research can be used to interpret tomographic imaging results as well as to detect microorganisms in microbiological images. The third part of the research is related to robotic vision. The task of this research was to detect obstacles on the wall and to detect the useful wall surface using depth cameras, signal processing, image processing and fuzzy logic. The control of mechatronic/robot systems is realized in closed loop, where the performances of controller and state estimator algorithms determine the feasible dynamic behavior of the system. On one hand, a novel fuzzy control structure was developed, which provides the control action based on both the error signal and instantaneous power consumption. This control solution ensures

good reference tracking performance along with limited current transients and oscillations, thereby providing superior performance in the control of mechatronic systems. On the other hand, a novel adaptive state estimator structure was developed. This algorithm employs novel measurement methods for the characterization of the instantaneous system dynamics. Moreover, the algorithm varies its parameters adaptively based on the aforementioned measures. This adaptive approach provides robust performance in closed loop systems.

We performed and completed various researches based on the measurements on the hexapod robot, from which publications were created. Basically, we researched uncertainties and robustness. This allows us to make more accurate and better estimates and more efficiently develop optimal control algorithms for the mechatronic device. Various variables and sensors were examined, and the robot angular movements were calculated from the IMU sensor signals using Kalman filter, and its error was also analyzed. At the end of our research, using the novel optimization procedure we developed, we provided the basis for designing a new generation of our hexapod robot, Szabad(ka) III. The optimization determined the connection positions and the dimensions of the body and the legs segments. The optimization significantly reduced the rotational motion affecting the sensors and increased the distance the robot could travel on a single charge. To perform the optimization, it was necessary to build the detailed and validated model of the robot which can be parameterized. In terms of physical implementation, the most complex part of the robot, the modular leg assembly with a differential joint, has already been fabricated.

BURKUS, E.–ODRY, Á.–KECSKÉS, I.–TADIĆ, V.–
ODRY, P.

A NOVEL LEG DESIGN FOR THE SZABAD(KA) III ROBOT

Abstract: The aim of this paper is to introduce a novel robot leg design which will be used in the next generation of the Szabad(ka) robots, the Szabad(ka) III hexapod robot. This new prototype has significant improvements compared to the previous leg used in the Szabad(ka) II robot. The design is based on a differential gear drive system. Most of the parts were created using modern 3D printing technology. A triple springdamper system has further improved the functionality of the leg. A new, self-designed motor driver ensures appropriate control and sensor sampling at the expected frequencies. The next step of the research will be to carry out the structural optimization of the robot based on the new leg design. The optimization will determine the connection positions and the dimensions of the body and legs as well as the parameters of the triple spring damper system.

KECSKÉS, I.–BURKUS, E.–KIRÁLY, Z.–ODRY, Á.–
ODRY, P.

COMPETITION OF MOTOR CONTROLLERS USING A SIMPLIFIED ROBOT LEG: PID VS FUZZY LOGIC

Abstract: This research presents a simulation and optimization environment for developing motor controllers. There are various type of controllers which may provide better or worse performance for the intended use. Our fuzzy controller was developed and optimized in order to ensure better control performance and to protect the walking robot's electro-mechanical equipment against high peaks or jerks. This fuzzy controller was compared to a simple PID controller to show its advantage. Both controllers were optimized and competed on the same test situations. The control performance robustness against the motor and load parameters are evaluated. A simplified robot leg model was used to ensure a realistic load for the motor driving, instead of the full robot dynamic model because of its fast calculation. The developed fuzzy controller resulted better performance and robustness compared to the optimized PID.

KECSKÉS, I.–BURKUS, E.–BAZSÓ, F.–ODRY, P.

MODEL VALIDATION OF A HEXAPOD WALKER ROBOT

Abstract: Our complete dynamical simulation-model realistically describes the real low-cost hexapod walker robot Szabad(ka)-II within prescribed tolerances under nominal load conditions. This validated model is novel, described in detail, for it includes in a single study: (a) digital controllers, (b) gearheads and DC motors, (c) 3D kinematics and dynamics of 18 Degree of Freedom (DOF) structure, (d) ground contact for even ground, (e) sensors and battery model. In our model validation: (a) kinematical-, dynamical- and digital controller variables were simultaneously compared, (b) differences of measured and simulated curves were quantified and qualified, (c) unknown model parameters were estimated by comparing real measurements with simulation results and applying adequate optimization procedures. The model validation helps identifying both model's and real robot's imperfections: (a) gearlash of the joints, (b) imperfection of approximate ground contact model, (c) lack of gearhead's internal non-linear friction in the model. Modeling and model validation resulted in more stable robot which performed better than its predecessors in terms of locomotion.

KECSKÉS, I.–BURKUS, E.–ODRY, P.

GEAR EFFICIENCY MODELING IN A SIMULATION MODEL OF A DC GEARMOTOR

Abstract: This paper presents how to build a simple simulation model of a DC gearmotor based on available datasheet parameters. The energy loss caused by the gearhead is broken down to inertia, viscous friction and coulomb friction. The gearhead inertia is transferred to the motor inertia, while the losses caused by the two frictions are calculated and added to the motor load torque. The coulomb friction is simulated as a constant, speed-independent efficiency - based on the datasheet's efficiency. The viscous friction is implemented as a speed dependent loss, for which the damping coefficient is estimated from other available parameters. The constructed model is tested and validated through constant voltage and constant speed tests. The plotted torque graphs illustrate the motor, gear and gearmotor efficiency.

KECSKÉS, I.–ODRY, P.

**MULTI-SCENARIO MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION
OF A FUZZY MOTOR CONTROLLER FOR THE SZABAD (KA)-II
HEXAPOD ROBOT**

Abstract: The aim of this research was to develop a robust motor controller for the Szabad(ka)-II hexapod robot. A Fuzzy-PI controller that utilized a lookup table was chosen because of its reported promising performance and its ability to be embedded in the micro-controllers of the robot. The variables of the controller were defined by a particle swarm optimization method to minimize the five quality objectives related to the walking of the robot. The preferences of the five objectives were successfully expressed by a biased weighted geometric mean utility function. The resulting optimal solutions were significantly altered by changing the bias and exponential weights of preferences. Therefore, we checked the robustness of the solution against the controller's variables as a secondary objective.

KECSKÉS, I.–ODRY, P.

ROBUST OPTIMIZATION OF MULTI-SCENARIO MANY-OBJECTIVE PROBLEMS WITH AUTO-TUNED UTILITY FUNCTION

Abstract: The main focus in optimization studies, including multi-objective and multi-scenario optimization, is placed on finding the global optimum or global Pareto-optimal solutions, representing the best possible objective values. Manual preferences and selection are required to obtain a single implementable solution from the obtainable Pareto set. For achieving such a single optimum, the multi-scenario property is applied to adjust the required preference weights automatically; as a result, robust performance for various scenarios is provided. The robust quality definition is believed to decrease the performance uncertainty owing to any possible scenario in real-world settings. These challenges have motivated the creation of a method that searches a robust solution using evolutionary algorithms and well-applied IT tools. This selection process applies two robustness aspects simultaneously: the necessary weights for the aggregation of multi-scenario and multi-objective dimensions are adjusted to obtain similar performances for scenarios as much as possible; the robustness against system parameters is evaluated by the calculation of the robustness indices. The method can be used universally where the robust optimum is required for a model having multi-scenario and multi-objective properties. The proposed method has been tested on test functions, and in conclusion it has been applied to two engineering problems.

KECSKÉS, I.–ODRY, Á.–TADIĆ, V.–ODRY, P.

**SIMULTANEOUS CALIBRATION OF A HEXAPOD ROBOT
AND AN IMU SENSOR MODEL BASED ON RAW MEASURE-
MENTS.**

Abstract: A simulation model contributes to the development of both algorithms based on navigation sensors and their application in real nonlinear mechatronic systems. The Szabad(ka)-II hexapod walker robot is equipped with an inertial measurement unit (IMU), and this paper presents a novel calibration procedure of its simulation model. Various sinusoidal calibration movements were performed on both the model and the robot, and the raw IMU measurements were recorded simultaneously with motor electrical parameters and joint movement variables. The simulation model includes the model of IMU sensors, where the location, misalignments, and scaling parameters are also incorporated in the tuning procedure. Thus, this simulation environment enabled the calibration procedure to be performed based on the measurement data. The efficient optimization of both the unknown and estimated parameters of the robot model along with the IMU sensor model resulted in a simulation output that fits the measurement results satisfactorily. The nominal and remaining errors were analyzed both statistically and in the spectral domain. Due to the proposed method, the simulation error of the accelerometer and gyroscope measurements were decreased by 35%. The necessity of calibrating the sensor model was justified via the application of an extended Kalman filter (EKF) for the attitude estimation.

KECSKÉS, I.–ODRY, Á.–ODRY, P.**UNCERTAINTIES IN THE MOVEMENT AND MEASUREMENT OF A HEXAPOD ROBOT**

Abstract: Model uncertainties can be defined using the simulation model and real measurements, thereby the model accuracy is practically represented. The differences between the simulation and reality create both inaccuracy and uncertainty in control system development. Our previous researches presented these inaccuracies numerically and pointed out some structure imperfections of the Szabad(ka)-II hexapod robot. The performed sequential and parallel measurements on the Szabad(ka)-II robot highlighted notable uncertainties at i) the left and right mechanical sides, ii) in front and rear legs, iii) current and voltage sensors and iv) in case of repetitive walking scenarios. The presented analysis takes into account the 6-axis accelerometer measurements as well. The measurement errors and uncertainties should be estimated before the optimization of robot control or robot structure. It is also necessary to define the expected quality optimum and correctly interpret the simulation results and imperfections.

KIRÁLY ZOLTÁN–KIRÁLY VENCEL– DOMONKOS LEVENTE LÁSZLÓ

Dunaiújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet

E-mail: kiru@uniduna.hu

Qualisoft Informatikai Zrt.

E-mail: kirvencel@gmail.com

Omoricza Kft.

E-mail: domonkoslevente@gmail.com

KÉZI GESZTUSVEZÉRLÉS-ALAPÚ EMBER–SZÁMÍTÓGÉP- INTERFÉSZ

Összefoglalás: A piacon több játék, telefon, tablet is kapható, melyek kézi gesztusvezérléssel korlátozott gesztusjel-mennyiséggel és korlátozott gesztustérben működnek. A legtöbb ember ma még úgy gondolja, hogy ezek inkább csak játékra valók. Az ipari alkalmazási területük valóban még elég kicsi. Azonban több olyan területen is, ahol a pontos érintés vagy a hangvezérlés nehezen használható, alkalmazható lenne a gesztusvezérléses irányítás. A számítógépek gesztusvezérlését a hagyományos webkamerákkal, a kifejezetten ilyen célra fejlesztett eszközökkel lehet megoldani. Az utóbbi időben egyre több olyan eszköz jelenik meg elérhető áron, melyekkel ún. mélységi felvételeket is lehet készíteni. Ezek az eszközök jól alkalmazhatóak a kutatásban. Több olyan ingyenes szoftver is megjelent az elmúlt egy évben, mely a kéz jeleit értelmezi, legtöbbször alakfelismerő szoftverek segítségével. A COVID-19 megjelenése előtérbe helyezte ezeknek a kutatásoknak a felgyorsítását, hiszen az érintés nélküli vezérlés az egyik legjobb módja a vírusterjedés megelőzésének. A gesztusvezérlést egyre több gyártó építi be pl. az autók számítógépeinek vezérlésébe vagy a nagy szennyezettségű, ill. steril helyen történő vezérlésekhez.

Abstract: There are several games, phones, and tablets available on the market, which can also be used with manual gesture control, of course with a limited amount of gesture signals and limited gesture space. Most people today still think they are more of a game. The area

of industrial application is still quite small. However, in several places where precise touch or voice control is difficult to use, gesture control could be applied. Gesture control of computers can be solved with traditional web cameras, with tools specially developed for this purpose. Recently, more and more devices are appearing at affordable prices with which the so-called. depth shots can also be taken. These tools are well suited for research. Several free software programs have been released in the last year that interprets hand signals most often using shape recognition software. The advent of COVID-19 has highlighted the acceleration of this research, as non-contact control is one of the best ways to prevent the spread of the virus. Gesture control is being installed by more and more manufacturers, for example, in the control of cars' computers, or the control of highly polluted or for controls in a sterile location.

KOROKNAI LÁSZLÓ-PÓR GÁBOR-AGÓCS MIHÁLY-
MOLNÁR JÁNOS-KOCSÓ ENDRE-SZIKSZAI KRISTÓF-
SZABÓ PÉTER

Dunaújvárosi Egyetem, MAID Laboratórium

**PÁSZTÁZÓ AKUSZTIKUS MIKROSZKÓP ÉPÍTÉSE ÉS
IPARI ALKALMAZÁSA**

Összefoglalás: Közismert dolog, hogy az ultrahang alkalmas anyaghibák, repedések felderítésére. A hagyományos kézi típusú vizsgálatok igen fárasztóak lennének egy sorozatgyártás során, ezen kívül túlságosan időigényes és szubjektív.

A Dunaújvárosi Egyetemen működő Magyar Akusztikus és Ipari Diagnosztikai Laboratóriumban (MAIDLab) sor kerül egy egyedi vizsgálati módszerrel működő automatizált ultrahangvizsgáló berendezés kifejlesztésére, aminek a legnagyobb előnye, hogy szubjektivitástól mentes, valamint reprodukálhatóak lesznek az eredmények is. Emellett bemutatásra kerül az elmúlt két évben létrehozott pásztázó ultrahangos berendezésünk, amely standard, a piacon kapható elemekből áll. Mozgatását Mach3 programrendszerrel oldottuk meg. Az ultrahangos A-képekből a 3D forgatható kép a hibákról, illetve a 2D-metszetek a régi módon állnak elő, de ezen kívül sokkal több paramétert is elő lehet állítani. Bemutatásra kerül egy új területen, a keményforrasztás ellenőrzésére végzett ipari megbízásra végzett tanulmányunk, amely bizonyítja a felhasználás sokoldalúságát. A tesztek mind a régi, mind az új berendezésen sikeresen abszolvtuk. A régi pásztázó berendezést nemcsak ultrahangos, de ma már örvényáramos pásztázásra is sikerrel alkalmazzuk. Jelenleg az ipari megbízásokban könnyen és gyorsan használható, eladásra is szánt verzió dolgozunk, amelynek terveit bemutatjuk. Célunk egy olyan vizsgáló rendszer összeállítása, amely gazdaságosabb beruházást igényel és megfelel az ipari követelményeknek is. Eredményekhez az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 „K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen” c. projekt, valamint az Innovációs és Technológiai Minisztérium által támogatott Tématerületi Kiválósági Program 2020 (2020-4.1.1.-TKP2020) pályázat által finanszírozott kutatások járultak hozzá.

KOVÁCS-BOKOR ÉVA–KISS ENDRE

Dunaújvárosi Egyetem
E-mail: kovacsbe@uniduna.hu

Dunaújvárosi Egyetem
E-mail: kisse@uniduna.hu

VÍZPARTI NÖVÉNYEK NEHÉZFÉM-AKKUMULÁCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA A DUNAI ÜLEDÉKEKBEN

Összefoglalás: A talajok, a folyóvízi és ipari iszapok toxikuselem-tartalmának csökkentésére, visszanyerésére, a területek remediálására napjainkban már többfajta kémiai, fizikai és biológiai módszer ismert. A biológiai módszerek egyike a fitoremediáció, amely során különféle növényfajokat/fajtákat alkalmazunk azért, hogy az elszennyeződött talajokban, folyóvízi üledékekben határérték alá csökkentsük a toxikus összetevők mennyiségét. Sokféle fitoremediációs folyamat ismert, úgymint a fito-extrakció, fito-volatilizáció, fito-filtráció, fito-stabilizáció, fito-degradáció. Kutatásaink során fő célunk az volt, hogy megállapítsuk a dunai iszapon gyökerező vízinövények nehézfém-akkumulációs képességét, fitoextrakciós potenciálját. A folyóvízi környezetben élő növények közül feketéllő farkasfog (Bidens frondosa L.), vízi mentát (Mentha aquatica L.), vízi hídört (Alisma plantago-aquatica L.), réti lósóskát (Rumex obtusifolius L.), baracklevelű keserűfűt (Persicaria maculosa L.), és parti sást (Carex riparia L.) választottunk ki teszt-növényként. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált növényfajok közül a réti lósóskában halmozódott fel a legtöbb króm, réz és cink, míg a vízi menta akkumulálta legjobb hatékonysággal az ólmot, és a nikkelt.

Abstract: It is well known that several chemical, physical and biological methods are known for the reduction and recovery of the potential toxic elements of soils, river sediments and industrial sludges. One of the biological methods is phytoremediation, in which various plant species/varieties are used in order to reduce the concentration of toxic components in contaminated soils/sludges or river sediments.

Many types of phytoremediation processes are used, such as phyto-extraction, phytovolatilization, phytofiltration, phytostabilization and phytodegradation. The main aim of our research was to determine the heavy metal accumulation capacity and phytoextraction potential of aquatic plants rooted in the Danube sediment. Among the plants devil's beggartick (*Bidens frondosa* L.), water mint (*Mentha aquatica* L.), European water-plantain (*Alisma plantago-aquatica* L.), parella (*Rumex obtusifolius* L.), bistort (*Persicaria maculos* L.) and riparian sedges (*Carex riparia* L.) were selected as test plants. Based on our results, it can be concluded that most of chromium, copper and zinc accumulated in parella, while water mint accumulated lead and nickel with the best efficiency.

KÓVÁRI ATTILA–KATONA JÓZSEF–WIZNER KRISZTIÁN–UJBÁNYI TIBOR–NAGY BÁLINT–BERKI BORBÁLA–SUDÁR ANNA

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet

E-mail: kovari@uniduna.hu

E-mail: katonaj@uniduna.hu

ISD Dunaferr Zrt.

E-mail: wizner.krisztian@

isd-dunaferr.hu

Dunaújvárosi Egyetem,

Informatikai Intézet

E-mail: ujbanyit@uniduna.hu

E-mail: nagy.balint@uniduna.hu

Széchenyi Egyetem

E-mail: berki.borbala@sze.hu

E-mail: sudar.anna@sze.hu

EMBER–SZÁMÍTÓGÉP-, VALAMINT MEGJELENÍTŐ ÉS ELEMZŐ INTERFÉSZEK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Összefoglalás: Jelen cikkben az EFOP-3.6.1-16-2016- 00003 „K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen” című projekt keretében végzett kutatásaink egy része, elsősorban az ember–számítógép, a megjelenítő és elemző interfészek, továbbá a virtuális valóság témakörrel összefüggő kutatások és kutatási irányok kerülnek összefoglalásra.

Abstract: This article summarizes some of our research carried out in the project named EFOP-3.6.1-16-2016-000003 „Long-term strengthening of R & D & I processes at the University of Dunaújváros”, mainly human-computer and visualization and analysis interfaces, and research and research directions and related to the topic of virtual reality.

LADÁNYI GÁBOR

Dunaiújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet

E-mail: ladanyi@uniduna.hu

LINEÁRIS EGYENLETRENDSZEREK MEGOLDÁSA DIFFÚZIÓS MÓDSZERREL

Összefoglalás:

HÁTTÉR

A szilárd testek alakváltozásai, a bennük lévő hőterjedési folyamatok, és számos más fizikai és jelenség integrál- illetve differenciálegyenletek segítségével írható le. A mérnöki problémák megoldására alkalmas közelítő módszerek az eredeti egyenletrendszerek megoldása helyett nagy méretű lineáris algebrai egyenletrendszerek megoldását teszik szükségessé.

A lineáris egyenletrendszerek megoldásával kapcsolatos módszerek hatékonyságának javítása még ma is fontos kutatási területnek számít.

MÓDSZEREK

A peridinamikus-kontinuum-modellezés (PCM) célja a repedéskeletkezés, -terjedés és törés modellezése integrálegyenletek segítségével. A repedésterjedés megindulásáig lejátszódó alakváltozási folyamat gyakran kvázistatikus folyamat, melynek numerikus megoldása nagy méretű

$$[K] \cdot \{d\} = \{F\}$$

lineáris egyenletrendszer megoldását teszi szükségessé, ahol $[K]$ a szerkezet merevségi mátrixa, $\{d\}$ a peridinamikus pontok elmozdulásvektora, $\{F\}$ pedig a szerkezet terhelésvektora. Az egyenletrendszer megoldására leszélesebb körben alkalmazott módszer az Adaptív Dinamikus Relaxáció (ADR) módszere. Ennek során az eredeti egyenletrendszert statikus megoldása egy kibővített

$$[M] \cdot \{\ddot{d}\} + [C] \cdot \{\dot{d}\} + [K] \cdot \{d\} = \{F\}$$

dinamikus rendszer stationer megoldásaként kapható meg. A mester-séges [M] tömeg- és [C] csillapításmátrix elemeit a leggyorsabb konvergencia érdekében a [K] merevségi mátrix tulajdonságai alapján határozzák meg. A dinamikai egyenletrendszer megoldására, számos más lehetőség mellett, leggyakrabban a *velocity verlet*-et alkalmazzák.

Munkánkban a lineáris egyenletrendszer megoldására az ADR-módszer másodrendű differenciálegyenlete helyett a diffúziós és hőterjedési problémák leírására alkalmas

$$\{\dot{d}\} + [K] \cdot \{d\} = \{F\}$$

egyenlet megoldását javasoltuk. Az új módszert Diffúziós Módszernek neveztük el (DM). Vizsgáltuk a diffúziós egyenlet megoldhatóságának feltételeit, a közelítő megoldására alkalmas numerikus módszereket és összehasonlítottuk az ADR és a DM konvergenciatalajdonságait.

EREDMÉNYEK

Bebizonyosodott, hogy ha a [K] merevségi mátrix pozitív definit szimmetrikus mátrix – a mechanikai feladatok esetében mindig az – a diffúziós egyenlet megoldása konvergens és megoldása a statikus egyenlet megoldásával azonos. Eredményeink szerint a DM konvergenciasebessége jelentősen meghaladja az ADR-módszer sebességét. Számítási igénye pedig kevesebb, mint az ADR, illetve a Gauss-Seidel-módszer számítási igénye.

GÁBOR LADÁNYI

University of Dunajváros

E-mail: ladanyi@uniduna.hu

DIFFUSION SOLVER OF LINEAR SYSTEM OF EQUATIONS

Abstract:

BACKGROUND

The deformation of solid bodies, the heat conduction process and many other physical phenomena can be written as integro- or differential equations. The numerical methods of engineering problems on the same fields convert the above equations to large scale algebraic equations. Finding efficient and robust methods to solve these systems is essential, so the research of these methods is very active and important, recently.

METHODS

The goal of the peridynamic model of continuum mechanics is to describe and solve the problem of crack initiation, propagation and fracture in solid bodies using integro-differential equations. The deformation process until the beginning of crack propagation is usually a quasi-static problem. The numerical methods of these problem needs the solution of the linear equations

$$[K] \cdot \{d\} = \{F\}$$

where $[K]$ is the stiffness matrix, $\{d\}$ is the displacement vector and $\{F\}$ is the load vector of peridynamic points. The most popular method to solve the above equation is the Adaptive Dynamic Relaxation method. In this method, the $\{d\}$ result of the system is found as the stationary solution of the second order extended dynamical equation

$$[M] \cdot \{\ddot{d}\} + [C] \cdot \{\dot{d}\} + [K] \cdot \{d\} = \{F\}$$

The artificial mass matrix [M] and damping matrix [C] are generated based on the properties of stiffness matrix [K]. To solve the dynamical equation, The most popular method to solve the dynamical equation is the “velocity Verlet” algorithm.

In our work a new Diffusion Method was investigated, using first order differential equation

$$\{\dot{d}\} + [K] \cdot \{d\} = \{F\}$$

The conditions of solvability and the numerical methods of solutions were studied. We tested and compared the convergence properties of classical, ADR and DM methods.

RESULTS

It was proven, when the stiffness matrix [K] is symmetric and positive definite matrix – in mechanical problems it is always true – the solution of the diffuse equation is convergent and the solution is identical with the solution of the static problem. By our results, the speed of the convergence is higher in case of DM than in case of ADR and many other classical methods.

LADÁNYI GÁBOR

Dunaiújvárosi Egyetem

E-mail: ladanyi@uniduna.hu

NAGY ALAKVÁLTOZÁSÚ RUGALMAS PROBLÉMÁK MAGASABB RENDŰ PERIDINAMIKUS MODELLEZÉSE

Összefoglalás:

HÁTTÉR

A műanyagból készült gépalkatrészek a gyártásuk és működésük során összetett mechanikai terhelésnek vannak kitéve. Ezen terhelések alatt üregek és repedések képződhetnek és szaporodhatnak az alkatrészekben, csökkentve annak élettartamát.

A repedéskeletkezés, -terjedés és elágazás modellezése nehéz a klasszikus végelem-modellezésben (FEM). A rugalmas-rideg tesztek törésmechanikai problémáira az Extended FEM és a háló nélküli módszerek eredményei adnak választ. A képlékeny anyagok és a nagy deformációk problémája még mindig nyitott a további kutatások számára.

MÓDSZEREK

A peridinamikus-kontinuum-modellezés (PCM) célja a repedéskeletkezés, -terjedés és törés modellezése integrálegenletekkel segítségével. Az eredeti bond-based peridinamikában a test pont-párjai között belső kötésekkel feltételezünk. A fejlettebb, állapotalapú modellezésnél az anyagi pontok közötti $\mathbf{T}$ erővektort a pontok véges méretű környezetének alakváltozása határozza meg. A mozgásegyenlet a peridinamikában egy integro-differenciálegenlet:

$$\rho \cdot \mathbf{a} = \int \omega(\mathbf{X}, \mathbf{X}') \cdot (\mathbf{T}[\mathbf{X}', \mathbf{X}, t] - \mathbf{T}[\mathbf{X}, \mathbf{X}', t]) d\mathbf{X}' + \mathbf{B}$$

ahol $\mathbf{B}$ a tester ható térfogati erő, ω a peridinamikus hatásfüggvény és a az $\mathbf{X}$ részecske gyorsulása. A $\mathbf{T}$ erő-állapot az $\mathbf{X}$ pont környezetének alakváltozási állapotától függ.

Az állapotalapú peridinamikát sikeresen alkalmazták a szilárd mechanika számos problémájára és a kapcsolódó problémákra. Ezen

alkalmazások többsége apró deformációs problémákra, vagy általánosabban kis gradiens problémákra vonatkozik. A peridynamika alkalmazása nagy gradiens problémáknál elég ritka az irodalomban. A nemlineáris szerkezeti problémák robusztus és pontos megoldójának elkészítéséhez elengedhetetlen az elmozdulási gradiens és a merevségmátrix pontos kiszámítása.

EREDMÉNYEK

A nem lokális peridynamikai és a hálómentes RKPM-módszer közötti kapcsolatot az alakváltozási gradiens elemzésével a cikk elemezte. Bebizonyosodott, hogy az alakváltozási gradiens szokásos peridynamikai közelítése és az elsőrendű RKPM közelítése azonos. A feszültség-divergencia peridynamikus és az RKPM közelítése szintén azonos.

Munkánk során bevezettük a deformációs gradiens és a peridynamikai erő magasabb rendű peridynamikai közelítését, így javítottuk a peridynamikus módszer helyi pontosságát. A hiperelasztikus testek nagy deformációs problémáira a „p-finomított” deformációs gradiens és az erőállapot alkalmazandó. Esettanulmányok révén elemezzük a közelítés sorrendjét, a konvergencia-ráta és a számítási költség közötti kapcsolatot is.

GÁBOR LADÁNYI–VIKTOR GONDA

University of Dunajváros

E-mail: ladanyi@uniduna.hu

Óbuda University

E-mail: gonda.viktor@bvk.uni-obuda.hu

HIGHER ORDER PERIDYNAMICS OF LARGE DEFORMATION ELASTIC PROBLEMS

Abstract:

BACKGROUND

Machine components made of plastics are subjected to complex mechanical loads during manufacturing as well as during their service life. Under these loadings, voids and cracks can nucleate and propagate in components and can decrease the lifetime of the product.

Modelling of crack initiation, propagation and branching is difficult in classical finite element analysis (FEM). Nevertheless the quite new results of Extended FEM and meshless methods, for ductile materials and large deformations it is still open for further research.

METHODS

Peridynamic Continuum Modelling (PCM) is dedicated to solve the crack initiation, propagation and fracture by integral equations. In original bond-based peridynamics, damageable bonds are defined between all the couples of material points of the continuum, while in a more advanced formulation as a state-based modelling, a force vector T between material points is determined by the deformation of finite size neighbourhood of the points. The equation of motion in peridynamics is an integro-differential equation:

$$\rho \cdot a = \int \omega(X, X') \cdot (T[X, X', t] - T[X', X, t]) dX' + B$$

where B is the volumetric load vector, ω is the weight function of the peridynamic effects and a is the acceleration of particle X . The force state T is the function of the deformation state.

The state-based peridynamics was applied successfully on many problems of solid mechanics and coupled problems. Most of these applications relate to small deformation problems or in more general in small gradient problems. The application of peridynamics on high gradient problems is quite rare in the literature. To make a robust and accurate solver for nonlinear structural problems the accurate calculation of displacement gradient and stiffness matrix is essential.

RESULTS

The relation between the nonlocal peridynamic and the reproducing kernel particle (RKPM) approximations of the deformation gradient was analysed in article. It was proven, the usual peridynamic approximation and the first order RKPM approximation of the deformation gradient are identical. The peridynamic and linear RKPM approximation of the stress divergence are also identical.

In our work, we introduce higher order peridynamic approximation of the deformation gradient and the peridynamic force with advanced local accuracy. The “p-refined” deformation gradient and force state are applied on large deformation problems of hyperelastic bodies. Through case studies, the relation amongst the order of the approximation and the convergence rate and the computational cost are also analysed.

LADÁNYI GÁBOR–GONDA VIKTOR

Dunaiújvárosi Egyetem–Óbudai Egyetem

ladanyi@uniduna.hu

E-mail: ladanyi@uniduna.hu

Óbuda University

E-mail: gonda.viktor@bgtk.uni-obuda.hu

A REPEDÉS KIALAKULÁSÁNAK ÉS TERJEDÉSÉNEK PERIDINAMIKUS MODELLEZÉSE TERMO-MECHANIKUSAN TERHELT ELEKTRONIKUS ESZKÖZÖKBEN

Összefoglalás:

HÁTTÉR

A felületre szerelt elektronikus eszközök (SMD) gyártásuk illetve működésük során összetett termomechanikai terheléseknek vannak kitéve. Már a gyártás során is üregek és repedések keletkezhetnek a forrasztott kötésekben, valamint a rideg anyagokból készült alkatrészekben, például kerámia kondenzátorokban. A kezdeti károsodás káros hatással lehet a termék élettartamára.

A repedés keletkezésének és terjedésének modellezése – a matematikai függvények szingularitása miatt – a klasszikus végelem modellezés során (FEM) nehéz. A probléma leküzdésére kibővített FEM (X-FEM) és háló nélküli módszereket fejlesztettek ki, ennek ellenére a repedések és repedések elágazásának termo-mechanikus modellezése továbbra is nyitott kérdés a kutatás számára.

A peridinamikus kontinuum modellezés (PCM) célja a repedés-keletkezés, -terjedésének és a törés folyamatának modellezése integral-egyenletek segítségével. Az eredeti bond-based peridinamikában szakadásra képes rugókat képzelünk el a kontinuum összes anyagi pontpárja között, a fejlettebb, állapotalapú peridinamikus modellezésnél az anyagi pont környezetének alakváltozása határozza meg a pontra ható erőt. Munkánkban kidolgoztuk a kapcsolt termo-mechanikai probléma állapotalapú peridinamikai modelljét, és azt alkalmaztuk a repedések keletkezésének és terjedésének detektálására egy nyomtatott áramkört lap (PCB) forrasztást követő hűtése során.

MÓDSZEREK

Az állapotalapú peridinamikus modellben két tetszőleges, de egymástól egy előre meghatározott r távolságánál nem messzebb lévő pont közt belső erő működését feltételezzük. A tetszőleges X részecske r sugarú környezetét jelölje H . Az ezen a környezeten értelezett nemnegatív $\omega(X, X')$ függvényt a peridinamikus hatásfüggvénynek nevezzük. Az X részecske mozgásegyenlete az alábbi integro-differenciál egyenletre írható le:

$$\rho \cdot \ddot{\mathbf{u}} = \int_H (T[X', X, t] - T[X, X', t]) dX' + \mathbf{B}$$

ahol $\mathbf{B}$ a testre ható térfogati erő. Emlékeztetőül: a klasszikus continuum-mechanikában a pont mozgásegyenletét a $\rho \cdot \mathbf{u}'' = \nabla \sigma + \mathbf{B}$ parciális differenciálegyenlet írja le. Az anyag viselkedésére vonatkozó összes információt a $\mathbf{T}$ erő-állapot tartalmazza, mely általában maga is más nemlokális változók – pl. a alakváltozási állapot – függvénye. A peridinamikus alakváltozási gradiens:

$$\mathbf{F} = \int (\omega(X, X') \cdot (x' - x) \otimes (X' - X)) dX' \cdot \mathbf{K}^{-1}, \quad \mathbf{K} = \int (\omega(X, X') \cdot (X' - X) \otimes (X' - X)) dX'$$

Ezt az új modellt a szilárd mechanika számos területén sikeresen alkalmazták, különösen a rideg anyagokban történő dinamikus repedés terjedéshez.

EREDMÉNYEK

Bevezettük a peridinamikus hőmérsékleti gradienst a hővezetési probléma megoldásába, és a mozgásegyenletet a termikus kapcsolási kifejezéssel is módosítottuk:

$$\rho \cdot \ddot{\mathbf{u}} = \int (T[X', X, t] - T[X, X', t] - \alpha \cdot \bar{\Theta}[X, X', t]) dX' + \mathbf{B}$$

ahol $\bar{\Theta}[X, X', t]$ az X és X' pontok átlaghőmérséklete:

$$\bar{\Theta} = ((T' - T_0) + (T - T_0)) / 2$$

Ezt a módszert kétdimenziós sík feszültségi/alakváltozási probléma megoldására alkalmaztuk. Esettanulmányunkban meghatároztuk a repedés kezdeti helyét, és lehűlés után előre jeleztük repedés megindulását és terjedését.

GÁBOR LADÁNYI–VIKTOR GONDA

University of Dunaiújváros–Óbuda University

ladanyi@uniduna.hu

E-mail: ladanyi@uniduna.hu

Óbuda University

E-mail: gonda.viktor@bkg.uni-obuda.hu

PERIDYNAMIC MODELLING OF CRACK INITIATION AND PROPAGATION IN THERMO-MECHANICALLY LOADED ELECTRONIC DEVICES

Abstract:

BACKGROUND

Surface mounted electronic devices (SMD) are subjected to complex thermo-mechanical loads during manufacturing as well as during their service life. Even during manufacturing, voids and cracks can nucleate in soldered joints and also in components such as capacitors, made of brittle materials. An initial damage can have a detrimental effect on the lifetime of the product.

Modelling of crack initiation and propagation is difficult in classical finite element analysis (FEM), due to the singularity of the mathematical functions in the differential analysis. Extended FEM (X-FEM) and meshless methods were developed to overcome these problems, nevertheless thermo-mechanical coupling of cracks and crack branching is still open for further research.

Peridynamic Continuum Modelling (PCM) is dedicated to solve the crack initiation, propagation and fracture by integral equations. In original bond-based peridynamics, tearable springs are defined between all the couples of material points of the continuum, while in a more advanced formulation as a state-based modelling, a force vector is defined as well.

In this work, the state based peridynamic model of the coupled thermo-mechanical problem was developed, and applied to detect initiation and propagation of cracks during cooling of a printed circuit board (PCB) after SMD soldering in a wave soldering machine.

METHODOLOGY

In state-based peridynamics modelling, an internal force vector between each two arbitrary particles of the body if their distance is lower than a predefined r constant. Let the r neighborhood of the particle X noted by H and let $\omega(X, X')$ be an finite supported positive weight function of the peridynamic effect. The equation of motion of a particle becomes an integro-differential equation as

$$\rho \cdot \ddot{\mathbf{u}} = \int_H (\mathbf{T}[\mathbf{X}', \mathbf{X}, t] - \mathbf{T}[\mathbf{X}, \mathbf{X}', t]) d\mathbf{X}' + \mathbf{B}$$

where $\mathbf{B}$ is the volumetric load vector, instead of the classical partial differential equation of $\rho \cdot \ddot{\mathbf{u}} = \nabla \sigma + \mathbf{B}$. The constitutive information is included in the force state $\mathbf{T}$ and it is usually based on nonlocal (peridynamic) deformation states. The peridynamic deformation gradient is defined as

$$\mathbf{F} = \int (\omega(\mathbf{X}, \mathbf{X}') \cdot (\mathbf{x}' - \mathbf{x}) \otimes (\mathbf{X}' - \mathbf{X})) d\mathbf{X}' \cdot \mathbf{K}^{-1}, \quad \mathbf{K} = \int (\omega(\mathbf{X}, \mathbf{X}') \cdot (\mathbf{X}' - \mathbf{X}) \otimes (\mathbf{X}' - \mathbf{X})) d\mathbf{X}'$$

This new model has been used successfully on many fields of solid mechanics, especially for dynamic crack propagation in brittle materials.

RESULTS

We introduced the peridynamic temperature gradient in the solution of the heat conduction problem and the equation of motion was also modified with the thermal coupling term as:

$$\rho \cdot \ddot{\mathbf{u}} = \int (\mathbf{T}[\mathbf{X}', \mathbf{X}, t] - \mathbf{T}[\mathbf{X}, \mathbf{X}', t] - \alpha \cdot \bar{\Theta}[\mathbf{X}, \mathbf{X}', t]) d\mathbf{X}' + \mathbf{B}$$

where $\bar{\Theta}[\mathbf{X}, \mathbf{X}', t]$ is the mean value of the temperature between point $\mathbf{X}$ and $\mathbf{X}'$:

$$\bar{\Theta} = ((T' - T_0) + (T - T_0)) / 2$$

This method was applied on a 2-D formulated plane stress/strain problem. In the case study, the crack nucleation positions were determined, and after cooling, forward crack initiation and propagation were also predicted automatically.

ODRY ÁKOS–V. TADIC,–P. ODRY

A STOCHASTIC LOGIC-BASED FUZZY LOGIC CONTROLLER: FIRST EXPERIMENTAL RESULTS OF A NOVEL ARCHITECTURE

Abstract: In stochastic computing (SC) systems numbers are represented with mean values of random binary sequences. This paper introduces a novel fuzzy inference architecture, in which the computational mechanism is based on stochastic logic (SL). First, the basic concept of SL is described, then the architecture of the SL-based fuzzy logic controller (SFLC) is built up systematically using the derived stochastic elements. The second part of the paper demonstrates the application of the proposed techniques, where the SFLC-based control performance is evaluated on a real mechatronic system. The results show that the SL-based approach provides effective and robust control performance, simple architecture and high noise tolerance. The proposed method is also benchmarked against conventional FLCs indicating that the robustness of the stochastic architecture allowed to outperform the benchmark controllers in noisy environments.

ODRY ÁKOS**AN OPEN-SOURCE TEST ENVIRONMENT FOR
EFFECTIVE DEVELOPMENT OF MARG-BASED ALGORITHMS**

Abstract: This paper presents an open-source environment for development, tuning, and performance evaluation of magnetic, angular rate, and gravity-based (MARG-based) filters, such as pose estimators and classification algorithms. The environment is available in both ROS/Gazebo and MATLAB/Simulink, and it contains a six-degrees of freedom (6 DOF) test bench, which simultaneously moves and rotates an MARG unit in the three-dimensional (3D) space. As the quality of MARG-based estimation becomes crucial in dynamic situations, the proposed test platform intends to simulate different accelerating and vibrating circumstances, along with realistic magnetic perturbation events. Moreover, the simultaneous acquisition of both the real pose states (ground truth) and raw sensor data is supported during these simulated system behaviors. As a result, the test environment executes the desired mixture of static and dynamic system conditions, and the provided database fosters the effective analysis of sensor fusion algorithms. The paper systematically describes the structure of the proposed test platform, from mechanical properties, over mathematical modeling and joint controller synthesis, to implementation results. Additionally, a case study is presented of the tuning of popular attitude estimation algorithms to highlight the advantages of the developed open-source environment.

ODRY ÁKOS–R. FULLÉR,–I. J. RUDAS,–P. ODRY

**FUZZY CONTROL OF SELF-BALANCING ROBOTS:
A CONTROL LABORATORY PROJECT**

Abstract: This paper presents a novel control laboratory project that provides hands-on experience in feedback control concepts (embedded control systems) through dedicated assignments, with a particular focus on the design and implementation of fuzzy control. The project is structured around an inexpensive, portable self-balancing robot (SBR), whose embedded system is realized using commercially available breakout boards as the first assignment. For the stabilization of the plant, students are guided to execute the essential stages of control system design, from system modeling and parameter optimization, over basic or advanced control strategy design in the MATLAB/Simulink environment, to both implementation and validation of the closed loop on the real robot. To demonstrate and foster the application of fuzzy logic, the second part of the paper introduces a simple control strategy based on fuzzy logic controllers. Then, a lookup table-based implementation technique is described for the demonstration of manual interfacing and embedded coding of fuzzy control strategies. The proposed methods are clear and straightforward; they highly foster the understanding of feedback control techniques and allow students to gain vast knowledge in the practical implementations of control systems.

ODRY ÁKOS–I. KECSKES,–P. SARCEVIC,–Z. VIZVARI,–
A. TOTH,–P. ODRY

A NOVEL FUZZY-ADAPTIVE EXTENDED KALMAN FILTER FOR REAL-TIME ATTITUDE ESTIMATION OF MOBILE ROBOTS

Abstract: This paper proposes a novel fuzzy-adaptive extended Kalman filter (FAEKF) for the real-time attitude estimation of agile mobile platforms equipped with magnetic, angular rate, and gravity (MARG) sensor arrays. The filter structure employs both a quaternion-based EKF and an adaptive extension, in which novel measurement methods are used to calculate the magnitudes of system vibrations, external accelerations, and magnetic distortions. These magnitudes, as external disturbances, are incorporated into a sophisticated fuzzy inference machine, which executes fuzzy IF-THEN rules-based adaptation laws to consistently modify the noise covariance matrices of the filter, thereby providing accurate and robust attitude results. A six-degrees of freedom (6 DOF) test bench is designed for filter performance evaluation, which executes various dynamic behaviors and enables measurement of the true attitude angles (ground truth) along with the raw MARG sensor data. The tuning of filter parameters is performed with numerical optimization based on the collected measurements from the test environment. A comprehensive analysis highlights that the proposed adaptive strategy significantly improves the attitude estimation quality. Moreover, the filter structure successfully rejects the effects of both slow and fast external perturbations. The FAEKF can be applied to any mobile system in which attitude estimation is necessary for localization and external disturbances greatly influence the filter accuracy.

ODRY ÁKOS–R. FULLÉR

COMPARISON OF OPTIMIZED PID AND FUZZY CONTROL STRATEGIES ON A MOBILE PENDULUM ROBOT

Abstract: This paper investigates the optimized control performances of fuzzy and proportional-integral-derivative (PID) control schemes developed for the stabilization of an under-actuated mobile robot. The fuzzy control strategy had been designed in an earlier paper, its equivalent PID controller-based scheme is established first. Then a complex cost function is defined that evaluates the reference tracking performance, the efficiency of system oscillations suppression and the average current consumption in the motor drive system. The particle swarm optimization (PSO) is applied to tune both control schemes under the same circumstances by minimizing the formulated cost function. Results demonstrate that the optimized fuzzy control strategy provides the same reference tracking quality with significantly better suppression of system oscillations and current peaks compared to the optimized PID control.

ODRY ÁKOS,–R. FULLÉR,–I. J. RUDAS,–P. ODRY

**KALMAN FILTER FOR MOBILE-ROBOT ATTITUDE
ESTIMATION: NOVEL OPTIMIZED AND ADAPTIVE SOLUTIONS**

Abstract: This paper proposes two novel approaches to estimate accurately mobile robot attitudes based on the fusion of low-cost accelerometers and gyroscopes. The first part of the paper demonstrates the use of a special test bench that both enables simulations of various dynamic behaviors of wheeled robots and measures their real attitude angles along with the raw sensor data. These measurements are applied in a simulation environment and we outline an offline optimization of Kalman filter parameters. The second part of the paper introduces a novel adaptive Kalman filter structure that modifies the noise covariance values according to the system dynamics. The instantaneous dynamics are characterized regarding the magnitudes of both the instantaneous vibration and the external acceleration. The proposed adaptive solution measures these magnitudes and utilizes fuzzy-logic to modify the filter parameters in real time. The results show that the adaptive filter improves the overall filter convergence by a remarkable 10.9% over using the optimized Kalman filter, thereby demonstrating its efficacy as an accurate and robust attitude filter. The proposed filter performances are also benchmarked against other common methods indicating that the flexibility of the developed adaptive filter allowed it to compete and even outperform the benchmark filters.

ODRY ÁKOS–I. KECSKÉS,–E. BURKUS AND–P. ODRY

**PROTECTIVE FUZZY CONTROL OF A TWO-WHEELED
MOBILE PENDULUM ROBOT: DESIGN AND OPTIMIZATION**

Abstract: This paper describes the design and optimization results of a cascade fuzzy control structure developed and applied for the stabilization of an underactuated two-wheeled mobile pendulum system. The proposed fuzzy control strategy applies three fuzzy logic controllers to both provide the planar motion of the plant and reduce the inner body oscillations. Among these controllers, one is a special PI-type fuzzy logic controller designed to simultaneously ensure the linear speed and prevent high current peaks in the motor drive system. The input-output ranges and membership functions of the controllers are initially selected based on earlier studies. A complex fitness function is formulated for the quantification of the overall control performance. In this fitness function, the quality of reference tracking related to the planar motion, the efficiency of the suppression of inner body oscillations as well as the magnitude of the resulting current peaks in the driving mechanism are considered. Using the defined fitness function, the optimization of the parameters of fuzzy logic controllers is realized with the aid of particle swarm optimization, yielding the optimal possible control performance. Results demonstrate that the optimized fuzzy control strategy provides satisfying overall control quality with both fast closed loop behavior and small current peaks in the driving mechanism of the plant. The flexibility of the proposed fuzzy control strategy allows to protect the plant's electro-mechanical parts against jerks and vibrations along with smaller energy consumption. At the end of the paper, a look-up table based implementation technique of fuzzy logic controllers is described, which requires small computational time and is suitable for small embedded processors.

ODRY ÁKOS–I. KECSKÉS–E. BURKUS–Z. KIRÁLY–
P. ODRY

OPTIMIZED FUZZY CONTROL OF A TWO-WHEELED MOBILE PENDULUM SYSTEM

Abstract: This paper investigates the performance of an optimized fuzzy control structure developed for the stabilization of a naturally unstable mechatronic system. The mechatronic system is a so-called mobile wheeled pendulum consisting of two actuated coaxial wheels and an inner body which oscillates (as a pendulum) around the wheel axis during planar motion. This motion is controlled in closed loop ensuring both the stabilization of the inner body as well as the planar motion of the wheels. The control structure comprises three fuzzy logic controllers whose input-output ranges and membership functions had been defined heuristically in an earlier study. This paper analyzes the achievable control performance through the formulation of a complex performance index and application of the particle swarm optimization on the parameters of the control structure. The complex performance index took into account the reference tracking errors and the extent of inner body oscillation. The optimized fuzzy logic controllers showed a remarkable 29% overall performance improvement in the closed loop dynamics compared to the performance of the initial fuzzy control parameters. The simulation results proved that the optimized closed loop behavior protects more the electro-mechanical structure of the plant since the fast reference tracking performance was achieved along with effectively limited inner body oscillations.

PETER ODRY–IMRE RUDAS

ROBUST SOLUTION: WHAT DOES IT MEAN AND WHY SHOULD WE DEAL WITH IT?

Abstract: In the implementation phase of a task, we expect it to be as reliable and safe as possible with the best possible parameters, regardless of operating conditions; for example, if we build a structure, or write a software, or simply want to get from one point to another in a big city for a given time, etc. Operation under these conditions is called robust operation. Finding a robust solution is one of the key strategic issues in today's accelerated world. There is no time today to develop a tool, to build it and test it and then modify it, then apply this cycle several times in every possible load environment, but we are looking for mathematical methods to solve this optimization process in a simulation environment. The winning strategy is not simply about the selection of the optimization method, but also about the definition of the adequate quality (fitness), the robustness of the resulting optimum or sensitivity analysis, and the uncertainty analysis of several parameters.

Modern engineering problems are often composed by objectives that must be taken into account simultaneously for better design performance. Normally, these objectives are conflicting, i.e., an improvement in one of them does not lead, necessarily, to better results for the other ones. To overcome this difficulty, many methods to solve multi-objective optimization problems (MOP) have been proposed. The simulation model includes environmental or mission parameters that are not part of the parameters to be optimized but their variation creates different scenarios. A multi-scenario simulation can be created with the typical values of these parameters where the optimum is searched for all scenarios at the same time. Such optimum is more robust than one achieved through a process using separate scenarios since the intended use of the robot is represented by the multi-scenarios. A common goal for system design is robustness: the ability of a system to operate correctly in various conditions and fail gracefully in an unexpected situation. This paper deals with two dif-

ferent research domains, where the goal of finding the robust solution is presented. First, Szabad(ka)-II hexapod walker robot as a complex mechanical structure characterized by three motors per leg is analyzed. This robot is particularly suitable for testing the robustness of the closed loop system. During the design process, the minimization of the mechanical complexity was carefully addressed with the aim to reduce the unwieldy appearance. In the second part of the paper, robust methods applied in tomography are discussed. Achieving robustness in tomographic methods is very important due to the presence of different measurement noises. The applied inverse calculation methods are sensitive to noise effects, moreover, the obtained results are characterized by uncertainties due to the unknown dynamics of different noise sources.

PÁZMÁN JUDIT

Dunaiújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet

E-mail: pazman@uniduna.hu

GUMIKEVERÉKEK ÉS KÜLÖNBÖZŐ ADALÉKANYAGOK HATÁSA A TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES ALAPANYAGOKRA

Összefoglalás: Szakirodalmi összefoglalónkban olyan cikkeket dolgoztunk fel, amelyek megmutatják, hogyan hatnak az alkalmazott adalékanyagok a természetes nyersgumi, illetve a vulkanizált gumi mechanikai tulajdonságaira. A kutatási projektekben használt korom, szilika, fémrészcscék, kalcium-karbonát, nanorészcscék, kitozán stb. jelentős mértékben képesek növelni a szilárdsági jellemzőket – mint a szakítószilárdság és a csavarási szilárdság –, s ezzel párhuzamosan csökkentik a szívóssági jellemzőt, a szakadási nyúlást. Azonban mindegyik publikáció beszámol arról, hogy van egy határérték, amely felett a különböző mikro- és nano-töltőanyagokat adagolva a mechanikai tulajdonságokban csökkenés/romlás tapasztalható. Ez az érték 50–80 phr között változik. A cikkeken megadott 100 phr értékű adalékanyagok szinte kivétel nélkül rosszabb mechanikai tulajdonságokat mutattak, mint a nyersgumi.

Abstract: In our review of the literature, we have developed articles that show how the applied additives affect the mechanical properties of natural raw rubber and vulcanized rubber. Carbon black, silica, metal particles, calcium carbonate, nanoparticles, chitosan, etc. as filling additives used in research project are able to significantly increase strength characteristics such as tensile strength and tear strength, and in parallel reduce the toughness characteristic tensile elongation. But each publication reports that there is a limit above which, when the various micro and nano fillers are added, there is already a decrease / deterioration in the mechanical properties. This value ranges from 50 to 80 phr. The additives with a value of 100 phr given in the articles showed almost without exception worse mechanical properties than the raw rubber.

J. PÁZMÁN–K. FEHÉR–V. GONDA–B. VERŐ

EFFECT OF THE HOMOGENIZATION AND COLD DEFORMATION ON THE MECHANICAL PERFORMANCE OF AL8006 ALUMINIUM ALLOY

Abstract: In our study, the base material was the aluminium alloy of Al8006. Its application area covers amongst others the material for multilayer tubes. This alloy has been subjected to different technological paths consisting heat treatments (homogenization) and mechanical strengthening technologies: multiple forging, equal channel angular pressing. The aim of the technological paths was to refine the primary phase structure, and to look for the technology sequence that assures the highest strength and the highest toughness at the same time. To determine this, a complex performance index has been created that integrates these property characteristics.

PÁZMÁN JUDIT–FEHÉR JÁNOSNÉ–GONDA VITOR–
VERŐ BALÁZS

**Az AL5182-ÖTVÖZET TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉNEK
MEGHATÁROZÁSA**

Összefoglalás: Az ipari felhasználások egyre inkább olyan extrém kritériumokat fogalmaznak meg az alumíniumötvözetekkel szemben, mint a nagy szilárdság és nagy szívósság együttese, továbbá, ha a felhasználás megköveteli, emellé még jó korrózióállóságnak is társulnia kell. Ezeket a komplex igényeket a hagyományos technológiákkal elérni nem egyszerű feladat. A kutatómunkánk során az autóipar számára fontos AL5182 ötvözetet vizsgáltuk meg abból a szempontból, hogy a vevői igényeknek való megfelelés milyen technológiai műveletsorral valósítható meg. Vizsgáltuk a homogenizálás hatását, a jelenlegi alkalmazott ipari technológiákat: a meleg- és hideghengerlés kombinációját, illetve a korszerű intenzív képlékeny alakítások közül a könnyök-sajtolást (ECAP – equal channel angular pressing) és a többtengelyű kovácsolást (MF – multiple forging), elemezve, hogy milyen kedvező, illetve nemkívánatos tulajdonságokkal ruházzák fel az ötvözetet.

PÁZMÁN JUDIT–KOVÁCS-BOKOR ÉVA

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet
E-mail: pazman@uniduna.hu

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet
E-mail: kovacsbe@uniduna.hu

BIOLÓGIAILAG LEBOMLÓ POLIMEREK

Összefoglalás: A PLA egy keményítőből készült bioműanyag, pontosabb megfogalmazásban, a genetikailag módosított kukorica keményítőjéből gyártják. Egyes szakirodalmak szerint a PLA biológiai úton bomlik le. Ez az állítás azonban nem egyértelmű, mivel a „biológiai bomlás”-t mint degradációs folyamatot elég tág határok között alkalmazzák. A PLA egy „komposztálható műanyag”, amely „degradáció” útján bomlik le, de igazi „biodegradáció”-ról nem beszélhetünk. Ennek az oka, hogy a PLA nem bomlik vagy biodegradálódik a hulladéklerakóban, csak hőhatásra kezd el bomlani (konkrét esetben 60°C-on, öt nap után). Kutatómunkánk során a politejsavak különböző környezeti paraméterekkel szembeni viselkedését tanulmányoztuk, választ kerestem arra, hogy a hőmérséklet és a páratartalom, hogyan befolyásolja a 3D-eljárással nyomtatott PLA-szakítópálcák mechanikai jellemzőinek értékét. Klímakamrás teszteléseket végeztünk 40°C, 60°C és 70°C-on 45–65–80% páratartalom mellett. A tesztelt mintákon szakítóvizsgálatot végeztünk.

Abstract: PLA is a bioplastic made from starch, more specifically made from genetically modified corn starch. According to some literature, PLA is biodegradable. However, this statement is not clear because „biodegradation” is used as a degradation process over a fairly wide range. PLA is a „compostable plastic” that degrades by „degradation”, but real „biodegradation” cannot be said. This is because PLA does not decompose or biodegrade in the landfill, it only starts to decompose under the influence of heat (in this case at 60°C, after five days). In the course of our research I studied the behavior of polylactic acids against different environmental parameters, We were looking for an answer

to how temperature and humidity affect the value of the mechanical properties of PLA tensile rods printed by the 3D process. Climate chamber tests were performed at 40°C, 60°C and 70°C and 45–65–80% humidity. We performed a tensile test on the tested samples.

J. B. RENKÓ–P. BERECHKI–GY. KRÁLLICS

VIRTUAL AND PHYSICAL COMPARISON OF MULTI-AXIAL FORGING PROCESS

Abstract: On a Gleeble 3800 thermo-physical simulator, multi-axial forging of high-purity copper workpieces were performed. The strain rate during the simulation process was 0.1 s^{-1} . The force response and the geometric changes of the workpiece as a function of time were continuously recorded. For a deeper understanding of the multi-axial forging process, a finite element model was created in Qform3D, analysing the changes in the deformation history. In the virtual model, tool movements were controlled using the recorded data of physical simulations. The force-displacement curves of the physical and finite element simulation were compared. The measured and simulated temperature and force values were used to verify the finite element model.

RENKÓ JÓZSEF BÁLINT–SZABÓ PÉTER JÁNOS

EN-AW 6082 ALUMÍNIUMÖTVÖZET TÖBBTENGELYŰ KOVÁCSOLÁSÁNAK FIZIKAI ÉS VIRTUÁLIS SZIMULÁCIÓJA

Összefoglalás: EN-AW 6082 alumíniumötvözet többtengelyű kovácsolását végeztük el Gleeble 3800 termofizikai szimulátor MaxStrain-egységén. Az egyes kovácsolási lépések során közel azonos mértékű egyenértékű képlékeny alakítást értünk el. A logaritmikus alakváltozás lépésenként 0,4 volt, a kumulált egyenértékű alakváltozás mértéke körülbelül 4-re adódott. Minden lépés után képeket készítettünk a mintáról, hogy a geometriai változásokat nyomon tudjuk követni. A vizsgált alakváltozási sebesség 0,1 1/s volt. Az alakítás következtében fellépő hőmérséklet-változást az alakítási zóna mellett elhelyezett termoelemmel mértük. A fizikai szimuláció végeselemes modellezését QForm3D 9.0.9 szoftverrel készítettük el. A fizikai szimuláció során a szerszám elmozdulását és a hőmérséklet változását rögzítettük. Ezeket az elmozdulás értékeket, mint peremfeltételt használtuk fel a végeselemes modellezés során. A fizikai szimuláció hőmérséklet–idő- és erő–elmozdulás-diagramjait összevetettük a végeselemes modellezéssel kapott diagramokkal.

RENKÓ JÓZSEF–BERECZKI PÉTER

Összefoglalás: Az elmúlt évtizedekben az intenzív képlékenyalakítás (SPD – Severe Plastic Deformation) technológiája jelentős fejlődésen ment keresztül. Nagyon sok eljárást fejlesztettek ki, közülük az egyik a többtengelyű kovácsolás. Az SPD-technológia alkalmazásával lehetőségünk nyílik az ultrafinom szövetszerkezetű anyagok előállítására, jelentősen módosítva a jelenleg használt anyagaink mechanikai és mikroszerkezeti tulajdonságait. A Gleeble 3800 termofizikai szimulátor MaxStrain-egységén végrehajtott többtengelyű kovácsolási kísérletekkel az EN AW-5182-es alumínium ötvözetben végbemenő mikro- és makroszerkezeti változásokat követtük nyomon. A berendezés programozhatóságának köszönhetően kiválóan alkalmas az alakítási folyamat szabályozott megvalósítására, vizsgálatára.

Cikksorozatunk első részében a kiindulási anyag szerkezetével, a többtengelyű kovácsolás folyamatával, valamint annak a mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatásával foglalkozunk. A második rész a ciklikus folyamatra jellemző alakítási szilárdságot, valamint az ezzel szorosan összefüggő alakítási keményedést tárgyalja. A harmadik szakaszban a vizsgált anyagminőség egytengelyű zömítő-, és szakítóvizsgálatait, illetve azok eredményeit mutatjuk be. A negyedik részben az előzőleg végrehajtott és kiértékelt mechanikai anyagvizsgálatok eredményeit felhasználva, az anizotrópia részletes elemzésével foglalkozunk. Cikksorozatunk utolsó részében pedig a vizsgált anyagban mikroszerkezeti szinten végbemenő változások elemzését mutatjuk be.

Összefoglalva ötrészes cikksorozatunk eredményeit, megállapíthatjuk, hogy kutatásunk során részletesen megismertük az ipari gyártásból származó, melegen előhengerelt EN AW-5182-es alumínium ötvözet viselkedését a többirányú képlékeny deformációt megvalósító többtengelyű kovácsolás során. Egyértelmű kapcsolatokat sikerült kimutatnunk a makroszkopikus mechanikai (többirányú folyásgörbék, keménység-eloszlások, szakítóvizsgálati mérőszámok) és a mikroszerkezeti (szemcseméret, orientációs viszonyok) jellemzők folyamat közbeni változása között. Ezen jellemzők együttes figyelembe vételével pedig azonosítani tudtuk az ultra-finomszemcsés szerkezet kialakulásának kezdetét, illetve nyomon követtük a szemcsefinomodási folyamat előrehaladását.

SZABÓ ATTILA –BERECZKI PÉTER

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet
E-mail: szaboattila@uniduna.hu

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet
E-mail: bereczkip@uniduna.hu

REAKTORSZERKEZETI ANYAGOK HEGESZTETT KÖTÉSEINEK KISCIKLUSÚ FÁRASZTÁSA

Összefoglalás: A nyomottvizes reaktorok reaktortartálya az atomerőmű biztonságos üzemeltetése szempontjából kiemelt fontosságú berendezés. Nagy nyomáson (12–15 MPa) és nagy hőmérsékleten (250–325 °C) üzemel és magába foglalja a reaktor aktív zónáját. A tartály és a hozzá kapcsolódó nyomástartó berendezések szerkezeti integritásának biztosítása elsődleges fontosságú az erőmű teljes üzemideje alatt, mivel ezek épsége szavatolja azt, hogy radioaktív közeg nem kerül ellenőrizetlenül a technológiai rendszeren kívülre, és nem veszélyezteti az erőmű dolgozóit, a lakosságot és a környezetet. Emiatt a reaktortartálynak a reaktor normál üzemállapotaiból és a lehetséges üzemzavari állapotokból eredő valamennyi terhelést el kell tudnia viselni, sérülés nélkül. Annak ellenére, hogy léteznek elemzések, melyek a reaktortartály cseréjének műszaki megoldhatóságát igazolják, az élettartam-gazdálkodás szemszögéből nézve nem cserélhető berendezésnek tekintik. A fentiek szerint a reaktortartály az atomerőmű azon berendezése, amelyik az üzemeltetési élettartam kereteit kijelöli.

Az atomerőmű berendezései nagyszámú hegesztési varratot, illetve hegesztéssel készült korrózióvédő plattírozást tartalmaznak, ezért az alapfém tulajdonságainak megismerésén túl legalább ugyanilyen fontos az alapfém általában alakított szerkezetétől jelentősen különböző, öntött struktúrájú hegesztett kötések fáradási viselkedésének ismerete.

Az energiaiparban még a statikus üzeműnek tekintett szerkezetek igénybevétele is nagymértékben változik indításkor és leálláskor, fűtéskor és hűtéskor, meleg vagy hideg közeg betáplálásakor. Ezek a járulékos feszültségek sokszor jóval nagyobbak a tervezett üzemi feszültségeknél és gyakran okoznak kisciklusú fáradást. A szakirodalomban található legtöbb kutatás atomerőműi berendezések körében

állandó hőmérsékleten végzett fáradásra irányult. Ezekben a berendezésekben az indítások és leállások, valamint az üzem közben fellépő hőmérsékletingadozások miatt nem csak a belső nyomásból származó feszültségek, hanem a hőmérséklet-gradiensek következtében fellépő hőfeszültségek is jelentős intenzitást érhetnek el, továbbá a szerkezeti anyag hőfizikai tulajdonságai is jelentősen változnak hőmérsékletváltozás hatására. Az irodalomból megismerhető állandó hőmérsékleten végzett kisciklusú fárasztóvizsgálat során ezeket a hatásokat figyelmen kívül hagyták. Kutatómunkánkban a valós üzemi körülményeket jobban közelítő termomechanikai fárasztóvizsgálatokkal lehetőség nyílik a mechanikai ciklusokkal párhuzamosan hőmérsékleti ciklusokat működtetni a próbatestre, így a berendezés tényleges terhelése pontosabban modellezhető, ezáltal a reaktortartály és hegesztett kötéseinek várható élettartama pontosabban közelíthető.

Abstract: The reactor vessel of Pressurized Water Reactors is a key equipment for the safe operation of a nuclear power plant. It operates at high pressure (12–15 MPa) and high temperature (250–325 °C) and includes the reactor core. Ensuring the structural integrity of the tank and associated pressure equipment and its welded joints is paramount throughout the life of the plant, as their integrity ensures that radioactive media do not escape uncontrolled outside the process and do not endanger plant workers, the public and the environment. Therefore, the reactor vessel must be able to withstand all loads resulting from the normal operating conditions of the reactor and possible malfunctions without damage. Although there are analyzes that demonstrate the technical feasibility of replacing the reactor vessel, it is considered a non-replaceable equipment from a management perspective. As mentioned above, the reactor vessel is the equipment of the nuclear power plant that designates the framework of the operating life.

The equipment of a nuclear power plant includes a large number of welds and corrosion protection cladding made by welding, so in addition to understanding the properties of the base metal, it is at least as important to know the fatigue behavior of welded joints with significantly different structure than the base metal. In the energy industry, even the use of structures considered to be static varies greatly during start-up and shut-down, heating and cooling, and feeding hot or cold

media. These additional mechanical stresses are often much higher than the design operating stress and often cause short-cycle fatigue.

Most of the research in the literature has focused on fatigue at constant temperatures among nuclear power plant equipment. In these devices, not only stresses from internal pressure but also thermal stresses due to temperature gradients can reach significant intensities due to starts and stops and temperature fluctuations during operation, and the thermophysical properties of the structural material change significantly with temperature change. In a low-temperature fatigue test at constant temperature known from the literature, these effects were ignored. In our research, thermomechanical fatigue tests that better approximate real operating conditions make it possible to operate temperature cycles on the specimen in parallel with the mechanical cycles, so the actual load of the equipment can be more accurately modeled, thus the life expectancy of the reactor vessel and welded joints can be approximated more accurately.

SZABÓ PÉTER-FEHÉR JÁNOSNÉ-SZABÓ SZEBA SZ-
TIÁN-MOLNÁR JÁNOS-KOCSÓ ENDRE-PÁGER BÉLA-
AGÓCS MIHÁLY-CSINCSI ZSUZSANNA-SZIKSZAI KRIS-
TÓF-PÁMER ÁDÁM-BAKI ROLAND

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet

E-mail: szabo.peter@uniduna.hu; E-mail: feherjanosne@uniduna.hu

E-mail: molnar.janos@uniduna.hu; E-mail: csincszs@uniduna.hu

**RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI MÓDSZEREK
FEJLESZTÉSE**

Összefoglalás: A projekt során különböző altémákban végeztünk fejlesztéseket, melyeket sikeresen megvalósítottunk. A magnetoakusztikus vizsgálórendszerünkkel, a hozzá kifejlesztett egyedi mérő, adatgyűjtő és kiértékelő szoftverrel acéllemezekben anizotrópia mutatható ki; alumínium lemezek esetében pedig textúravizsgálat végezhető. Páztázó örvényáramos vizsgálórendszerünkkel acélmintákban különböző anyagfolytonossági hibák mutathatók ki. A páztázó ultrahangos vizsgálórendszereinkkel nemcsak forrasztások, hanem műanyag alkatrészek gyártási hibái, valamint NYÁK-lemezekben delaminációs vizsgálatok is végezhető. Az általunk kifejlesztett vezérlőszoftverekkel végzett mérések eredményei reprodukálhatók és 3D-ben is megjeleníthetők.

Abstract: During the project we carried out developments in various sub-themes which we successfully implemented. With our magnetoacoustic testing system and the unique measuring, data acquisition and evaluation software anisotropy can be detected in steel sheets and texture testing can be performed in the case of aluminium sheets. With our scanning eddy current testing system various material continuity defects can be detected. With our scanning ultrasonic testing systems not only solderings but also manufacturing defects in plastic parts and delamination tests in PCBs can be performed. The results of measurements performed with the control software developed by us can be reproduced and displayed in 3D.

VLADIMIR TADIC-AKOS ODRY-ATTILA TOTH-
ZOLTAN VIZVARI-PETER ODRY

**FUZZIFIED CIRCULAR GABOR FILTER FOR CIRCULAR
AND NEAR-CIRCULAR OBJECT DETECTION**

Abstract: This paper presents a new algorithm for filtering and detecting circular and deformed circular objects. The resulting procedure is based on fuzzifying the parameters of a circular Gabor filter to optimize the response of the circular Gabor filter and achieve additional selectivity of the filter. Circular and deformed circular objects of interest were efficiently extracted, and considerable resistance to noise and image degradation was achieved.

VLADIMIR TADIC–AKOS ODRY–ERVIN BURKUS–
ISTVAN KECSKES–ZOLTAN KIRALY–PETER ODRY

**EDGE-PRESERVING FILTERING AND FUZZY IMAGE EN-
HANCEMENT IN DEPTH IMAGES CAPTURED BY REALSENSE
CAMERAS IN ROBOTIC APPLICATIONS**

Abstract: This paper presents both the use of depth cameras in robotic applications and effects of post-processing on the captured depth images. The performance of depth cameras and post-processing image enhancement are evaluated with the aim to improve the depth-based object detection. First, the edge-preserving exponential moving average (EMA) filter and the fuzzy contrast enhancement procedures are briefly introduced. Then, the use of depth cameras with postprocessing methods is shown in the example of painting robots. The use of the stereo depth camera is essential in robotic applications, since it constitutes the initial steps in a series of robotic operations, where the goal is to both detect and extract obstacles on walls that are not intended to be painted.

VLADIMIR TADIĆ–ERVIN BURKUS–AKOS ODRY–
ISTVAN KECSKES–ZOLTAN KIRALY–PETER ODRY

EFFECTS OF THE POST-PROCESSING ON DEPTH VALUE ACCURACY OF THE IMAGES CAPTURED BY REALSENSE CAMERAS

Abstract: This paper presents the use of depth cameras in robotic applications, as well as the effect of post-processing on captured depth images. The aim is to test the capabilities of depth cameras in order to better detect objects in images based on depth information, as well as the effect of additional post-processing of depth images. In the paper, the Intel RealSense depth cameras are introduced briefly and their working principle and characteristics are explained. A series of experiments confirmed that camera D415 provides much more precise and accurate depth information than camera D435.

VLADIMIR TADIC–ZOLTAN KIRALY–PETER ODRY–
ZELJEN TRPOVSKI–TATJANA LONCAR–TURUKALO

**COMPARISON OF GABOR FILTER BANK AND FUZZI-
FIED GABOR FILTER FOR LICENSE PLATE DETECTION**

Abstract: This paper presents a comparative study of improvements to the algorithms for license plate extraction from images captured using conventional, modest-quality cameras. It compares the results and efficacy of two similar algorithms which primarily differ in the raw image pre-processing stage of the initial image. One algorithm uses the Gabor filter bank with distinctly crisp parameters; the other relies on the fuzzified Gabor filter bank with fuzzified parameters to facilitate their adjustment. Results indicate that the fuzzy reasoning introduced for Gabor filter parameter adjustment improves the detection of the components of interest in complex images and adds minimal deviation compared to the Gabor filter bank with distinctly crisp parameters.

VLADIMIR TADIĆ–ZOLTAN KIRALY–ŽELJEN
TRPOVSKI–TATJANA LONČAR TURUKALO–
PETER ODRY

EVOLUCIJA GABOROVOG FILTRA U APLIKACIJI DETEKCIJE REGISTRARSKIH TABLICA

Abstract: This work presents the evolution of Gabor filter in application of license plate detection. The initial algorithm is based on vertically oriented Gabor filter, from later was developed a Gabor filter bank with crisp-distinctly specified parameters. As the ultimate step of development, the fuzzified Gabor filter was presented. All three filters give satisfactory results, but in experiments it was proved that the fuzzified Gabor filter gives the best results in preprocessing of the initial image of vehicle, because the fuzzified filter has the best response in the region of license plate. After this the license plate was extracted with least damages. The components of interest were efficiently extracted, and the procedure was found to be very noise-resistant.

VLADIMIR TADIĆ–ZOLTAN KIRALY–
ŽELJEN TRPOVSKI–TATJANA LONČAR TURUKALO–
PETER ODRY

FUZZIFIED GABOR FILTER FOR TEXT RECOGNITION IN IMAGES

Abstract: This paper presents a fuzzified Gabor filter in applications of a text recognition in images. The filter orientation and wavelengths are fuzzified to optimize the filter's response. It was shown that Bell's function and triangular membership function are the most appropriate for fuzzification. The algorithm was tested on various images that contain text, and has provided satisfactory results. The components of interest were efficiently extracted. The use of fuzzified Gabor filter produced satisfactory results with efficient text detection and extraction, and good noise robustness.

VLADIMIR TADIC-AKOS ODRY-ISTVAN KECSKES-
ERVIN BURKUS-ZOLTAN KIRALY-PETER ODRY

**APPLICATION OF INTEL REALSENSE CAMERAS FOR
DEPTH IMAGE GENERATION IN ROBOTICS**

Abstract: This paper presents the applications of depth cameras in robotics. The aim is to test the capabilities of depth cameras in order to better detect objects in images based on depth information. In the paper, the Intel RealSense depth cameras are introduced briefly and their working principle and characteristics are explained. The use of depth cameras in the example of painting robots is shown in brief. The utilization of the RealSense depth camera is a very important step in robotic applications, since it is the initial step in a series of robotic operations, where the goal is to detect and extract an obstacle on a wall that is not intended for painting. A series of experiments confirmed that camera D415 provides much more precise and accurate depth information than camera D435.

VLADIMIR TADIC-ZOLTAN KIRALY-PETER ODRY-
ZELJEN TRPOVSKI-TATJANA LONCAR TURUKALO

**A ROBUST TEXT DETECTION METHOD IN LOW-
QUALITY IMAGES USING FUZZY GABOR FILTER**

Abstract: This research presents a robust fuzzified Gabor filter [1]-[3] in applications of a text recognition in low-quality images. The filter orientation and wavelengths are fuzzified to optimize the filter's response. It was shown that the Bell's function and the triangular membership function are the most appropriate for fuzzification. The algorithm was tested on various images that contain text and has provided satisfactory results. The components of interest were efficiently extracted. The use of fuzzified Gabor filter produced satisfactory results with efficient text detection and extraction, and good robustness to noise.

TADITY VLADIMIR

2D GÁBOR-SZŰRŐ FUZZIFIKÁLÁSA ÉS ALKALMAZÁSA A JÁRMŰVEK RENDSZÁMTÁBLÁINAK FELISMERÉSÉBEN

Összefoglalás: Ez a kutatás egy új algoritmust mutat be, melynek célja a járművek rendszámtábláinak detektálása és kiemelése összetett képből 2D fuzzy Gábor-szűrő alkalmazásával. A szűrő paraméterei fuzzyfikálva voltak a Gábor-szűrő optimalizálása céljából. A Gábor-szűrő orientációi és hullámhosszai voltak fuzzyfikálva. Az adott paraméterek fuzzyfikálása eredményezi a hatékony és nagyfokú selektivitást. Bebizonyosodott, hogy az adott paraméterek dominánsan kihatnak a szűrési eredményekre. A Bell-féle és a háromszög alakú tagsági függvények alkalmaztuk a fuzzy rendszer tervezésében. A 2D fuzzy Gábor-szűrő kitűnő eredményeket szolgáltatott, a keresett képkomponensek hatékonyan szűrtek és a szűrési algoritmus zajállónak és robusztusnak bizonyult.

Z. VIZVARI, -A. TOTH, -Z. SARI, -M. KLINCSIK, -
B. KULJIC, -T. SZAKALL, -Á. ODRY-K. MATHE, -
I. SZABO, -Z. KARADI, -P. ODRY

MEASUREMENT SYSTEM WITH REAL TIME DATA CONVERTER FOR CONVERSION OF I2S DATA STREAM TO UDP PROTOCOL DATA

Abstract: A central goal of systems neuroscience is to simultaneously measure the activities of all achievable neurons in the brain at millisecond resolution in freely moving animals. This paper describes a protocol converter which is part of a measurement acquisition system for multichannel real time recording of brain signals. In practice, in such techniques, a primary consideration of reliability leads to great necessity towards increasing the sampling rate of these signals while simultaneously increasing the resolution of A/D conversion to 24 bits or even to the unprecedented 32 bits per sample. In fact, this was the guiding principle for our team in the present study. By increasing the temporal and amplitude resolution, it is supposed that we get enabled to discover or recognize and identify new signal components which have previously been masked at a “low” temporal and amplitude resolution, and these new signal components, in the future, are likely to contribute to a deeper understanding of the workings of the brain.

ZAHOLA TAMÁS–LADÁNYI GÁBOR

Dunaiújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet

Email: ladanyi@uniduna.hu

zahola@uniduna.hu

HATÉKONY SZOMSZÉDKERESŐ ALGORITMUSOK ALKALMAZÁSA SZILÁRD TESTEK NAGY ALAKVÁLTOZÁSAINAK PERIDINAMIKUS MODELLEZÉSE SORÁN

Összefoglalás:

HÁTTÉR

A kutatás során az egyik kitűzött célunk egy repedéskeletkezés és terjedés leírására alkalmas megbízható és a korábbiaknál gyorsabb peridinamikusan megoldó létrehozása volt. A csomópontok létrehozása a feladatul kitűzött egyszerű esettanulmányokban – köszönhetően az egyszerű geometriai kialakításnak – nem járt jelentős időszükséglettel. A későbbiekben, bonyolultabb geometriával rendelkező feladatok esetén itt még felmerülhetnek kérdések.

A peridinamikusan mozgás-, egyensúlyi vagy hővezetési egyenletek nemlokális természetűek, az egy tetszőlegesen kiválasztott anyagi pont gyorsulását/egyensúlyát vagy hőmérsékletét nem csak közvetlen, de véges távolságban lévő környezet is befolyásolja. A csomópontok peridinamikusan kapcsolatain az ezen a távolságon belül elhelyezkedő szomszédokat értjük.

MÓDSZEREK

Nagy alakváltozások esetén a testen belüli peridinamikusan pontok létrehozása és a pontok szomszédainak megtalálása az egyik legszámításigényesebb részfeladat.

A kapcsolatok összegyűjtésére számos algoritmus található a számítógépes grafikával (computational graphics) és a szemcsés halmazok (particle dynamics) mechanikájával kapcsolatos szakirodalomban. A peridinamikusan kutatások egyelőre nem helyeztek erre túl nagy súlyt. A szomszédkeresés kétféle követelmény szerint lehetséges:

az NN számú legközelebbi lévő szomszédot keressük vagy

az R sugarú körön/gömbön belül lévő szomszédot keressük.

A legelterjedtebb szomszédkereső algoritmusok: lineáris keresés, térfelosztás, közelítő módszerek.

EREDMÉNYEK

Megmutattuk, hogy a peridinamikus megoldás minősége – pontossága és a számítások stabilitása – egyértelműen függ a csomópontok kapcsolatainak számától.

Kutatásainkban összehasonlítottuk az alábbi algoritmusok alkalmazhatóságát és sebességét:

naív algoritmus CPU-n futtatva,

K-d tree algoritmus CPU-n futtatva,

Fast Clustering algoritmus CPU-n futtatva,

K-NearestNeighbours algoritmus GPU-n futtatva.

Megmutattuk, hogy a csomópontok számától és kívánt kapcsolatok számától (NN) vagy a kívánt sugár (R) méretétől függően a CPU-alapú K-d tree vagy a GPU-alapú K-NearestNeighbours algoritmus a hatékonyabb.

ZAHOLA, T.–LADÁNYI, G.

University of Dunaiújváros

Email: ladanyi@uniduna.hu

zahola@uniduna.hu

APPLICATION OF EFFECTIVE NEIGHBOR-FINDING ALGORITHMS IN PERIDYNAMIC MODELLING OF LARGE DEFORMATION SOLID MECHANICS

Abstract:

BACKGROUND

One of our goals in the research was to create a reliable and faster peridynamic solver suitable for describing crack formation and propagation. The creation of nodes in the simple case studies set out for the task – thanks to the simple geometric design – did not require significant time. In the case of later tasks with more complex geometries, questions may still arise here.

Peridynamic equations of motion, equilibrium, or thermal conductivity are nonlocal in nature, and the acceleration / equilibrium or temperature of an arbitrarily selected material point is affected not only by a direct but also by a finite distance environment. Peridynamic connections of nodes are understood to mean neighbors located within this distance.

METHODS

In the case of large deformations, creating peridynamic points within the body and finding the neighbors of the points is one of the most computationally demanding subtasks.

There are several algorithms for collecting relationships in the literature on computational graphics and the mechanics of particle dynamics. Peridynamic research has not yet placed too much emphasis on this. Neighbor search is possible according to two requirements:

- the NN pieces of nearest neighbours are looking for or
- the points in the neighbourhood of radi R are searched.

The most common neighbor search algorithms: linear search, space division, approximation methods

RESULTS

We have shown that the quality of the peridynamic solution – accuracy and stability of calculations – clearly depends on the number of node connections.

In our research, we compared the applicability and speed of the following algorithms:

- naïv algorithm running on CPU,
- K-d tree algorithm running on CPU,
- Fast Clustering algorithm running on CPU,
- K-NN algorithm running on GPU.

We have shown that depending on the number of nodes and the number of desired connections (NN) or the size of the desired radius (R), the CPU-based K-d tree or the GPU-based K-NearestNeighbors algorithm is more efficient.