

Beszámoló A T046822 számú OTKA pályázat zárójelentéséhez

A pályázat címében megfogalmazott „Globális optimalizálási problémák ellenőrzött pontosságú megoldása mérnöki alkalmazásokban” téma kidolgozásával kapcsolatos feladatok a pályázat négyéves futamideje alatt a következő fő feladatok köré csoportosultak:

1. A globális optimalizálási probléma ellenőrzött pontosságú megoldásának lehetőségei, módszerei az intervallum-analízis felhasználásával;
2. új lokális keresők vizsgálata;
3. globális optimalizálási probléma ellenőrzött megoldása mérnöki alkalmazásokban;
4. ipari alkalmazások.

A résztvevőknek sikerült mind a négy pontban számottevő eredményeket felmutatniuk, a teljes kutatási időszakban a pályázat résztvevőinek a pályázattal kapcsolatos közleményeinek száma összesen 79 volt (ezeknek természetesen az egyes résztvevők számos átfedő pályázati kutatásainak következtében esetenként csak egyes eredményei, ill. azok egyes részei tartoznak kizárólagosan jelen pályázathoz). A kutatók szakmai előmenetelére jellemző, hogy ezen időszakban a pályázat egyik résztvevője, Dr. Csendes Tibor sikeresen védte meg az MTA doktora értekezését, a pályázat vezetője pedig a MAB ajánlása alapján főiskolai tanári kinevezést kapott.

A következőkben megadjuk a fenti feladatkörökhöz tartozó eredményeket kicsit részletesebben.

1. A globális optimalizálási probléma ellenőrzött pontosságú megoldásának lehetőségei, módszerei az intervallum-analízis felhasználásával

A témához tartozó közlemények: [5], [11], [17], [18], [19], [20], [21], [49], [50], [56], [60], [61], [62], [63], [67], [68], [71], [72], [73], [75], [78], [79].

- Intervallum-felosztási eljárások gyorsítása az irányválasztás módosításával;

A korlátozás és szétválasztás elvén működő intervallumos globális optimalizáló algoritmusok egyik sarkalatos pontja, hogy az eljárás egy adott pontján a további felosztásra kijelölt intervallumot mely koordinátairányra merőlegesen felezzük. A kutatók a témában javulást tudtak elérni azáltal, hogy a célfüggvény kiszámítási fájának ismeretében tudatosan olyan felosztást generálnak, amely esetén az újonnan keletkező két részintervallumban várhatóan leginkább eltérő függvényértékek maradnak.

- Matematikai bizonyítások numerikus eszközökkel

A téma középpontjában olyan algoritmusok álltak, amelyek segítségével halmazok tartalmazási kapcsolata egyértelműen bizonyítható numerikus eszközökkel. A bizonyításhoz a kifejlesztett algoritmusok intervallumos befoglalások adaptív finomításával döntik el a problémát. Hasonló feladat volt, amikor két halmazról kellett eldönteni, hogy diszjunktak-e. A kidolgozott eljárások ezen problémaosztály megoldására is alkalmasak.

- Sztochasztikus klaszterező globális optimalizáló eljárások javítása

A több, mint húsz éve kifejlesztett GLOBAL klaszterező optimalizáló algoritmus számos javítását végezték el a résztvevők. Ezek közül jelentősebb volt az integrált UNIRANDI

sztochasztikus kereső hatékonyságának növelése, a DFP algoritmus felváltása a BFGS algoritmussal, valamint a forráskód átdolgozása MATLAB környezetbe.

2. Új lokális keresők vizsgálata

A témához tartozó közlemények: [12], [22], [23], [24], [28], [74].

Az intervallumos globális megoldó algoritmusok nagy hátránya lassú konvergenciájuk. Az eljárások műveletigénye azonban javítható például lokális keresők integrálásával. Ezért lényeges gyors, egyszerű és megbízható lokális keresőket alkalmazni. A kutatási projekt során a kutatók lokális keresők egy ilyen osztályát, a minta szerinti keresőket vizsgálták. Ezek közül is az egyik legrobosztusabb, legegyszerűbb megvalósíthatóságú koordinátairányokban való keresés módszerét választották. Az algoritmust elfogadott tesztfeladatokon klasszikus keresőkkel teszteltetések segítségével összehasonlítva arra a következtetésre jutottak, hogy nehéz esetekben a minta szerinti keresők kevésbé érzékenyek a célfüggvény különböző koordinátairányokban tapasztalható eltérő viselkedésére. Ezen felül nincs szükség a célfüggvény deriváltjára, sőt, még a célfüggvény minden pontban való ismeretére sem. Ezek a tulajdonságok a megbízható konvergencia mellett alkalmassá teszik a vizsgált eljárásokat globális keretrendszerekben, ill. ipari alkalmazásokban való felhasználásra.

3. Globális optimalizálási probléma ellenőrzött megoldása mérnöki alkalmazásokban

A témához tartozó közlemények: [3], [4], [6], [7], [8], [9], [10], [13], [14], [15], [16], [27], [29], [30], [34], [35], [36], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [51], [52], [53], [54], [55], [69], [70], [76], [77].

A globális optimalizálási feladatok többségében intervallum-aritmetikai elven működő és intervallum-aritmetikai eszközökkel megvalósított algoritmusok segítségével történő megoldása szempontjából a kutatások több területet öleltek fel. A jellemző témák:

- Káosz vizsgálata a kényszererős inga esetében (mechanikai alkalmazás);

A kényszererős inga működésének pontos numerikus leírása történt meg intervallumos eszközökkel, mely több mechanikai rendszernél is felhasználható módszertani eredményekhez vezetett.

- Káosz vizsgálata Hénon-féle leképezések esetén (alkalmazási alap kutatás);

Számos mechanikai rendszer működhet kaotikusan, az állapottér bifurkációs pontjainak izolálása azonban igen nehéz probléma. A kutatók az általuk kifejlesztett eljárást a Hénon leképezéseken vizsgálták, amely ebben az elméletben egy igen rosszul kezelhető tesztfeladatnak számít, és számos apróbb javítást sikerült elérni.

- Vasbetongerendák nyírési vasalásának optimalizálása (építőmérnöki alkalmazás);

A vasbetongerendák nyírési vasalásának tervezésekor a nyíróerő függvényének optimális lépcsős túlbecslésére van szükség azon feltétel mellett, hogy a lépcsőfokok szélessége egy adott minimum alá nem csökkenhet. Ez utóbbi feltétel az acélbetétek matematikai szempontból diszkrét elhelyezkedése és költségtakarékossági megfontolások miatt szükséges. A lépcsős függvény előállítására több olyan heurisztikus algoritmus is született (mohó algoritmus, szélsőértékek kiterjesztésének algoritmus, minimális emelkedési faktor heurisztika), amelyek közel optimális garantált túlbecslést eredményeznek polinomiális műveletigény mellett. Az eljárások az intervallum-aritmetika segítségével számított felső korlátokat alkalmazták, így a matematikai értelemben túl numerikusan is garantálják a felső

becslést, így garantálják a megoldás szabványos fizikai állékonyságát. A modell pontos megoldása annak összetettsége miatt (a változók száma is független paraméter) később vizsgálendő feladat tárgyát képezi.

- Optimális pontalapok tervezése (építőmérnöki alkalmazás);

Az optimális pontalapok tervezéséhez a kutatók a szabványban előírt fizikai összefüggések alapján konzisztens modellt dolgoztak ki egy korlátozási feltételekkel terhelt globális optimalizálási probléma formájában. A modell részeinek megoldásához ezután meglévő intervallum-aritmetikai kiterjesztéseket használták fel (az utolsó verzió filib++ aritmetikát alkalmazta), és a C-XSC Toolbox csomag egyes moduljait dolgozták át. Az így kapott részeredmények összevetésével az elkészült eljárás segítségével fizikai és matematikai értelemben is garantáltan optimális méretű pontalapok adhatók meg feltételezve, hogy a megfelelő ipari szabványok helyesek.

- Optimális rácsos tartók és keretszerkezetek tervezése (építőmérnöki alkalmazás);

Mivel a mérnöki szerkezetek optimális tervezési feladatainak zöme diszkrét, vagy vegyes tervezési változókat tartalmazó nemlineáris és nem konvex probléma, a résztvevők kutatási tevékenységükön belül heurisztikus módszerek alkalmazási lehetőségét, ezek pontosságának és hatékonyságának javítását, illetve új eljárások kidolgozását célozták meg szerkezetoptimalizálási feladatokra. Kutatási munkájuk során egy új, ún. hibrid meta-heurisztikus módszert (ANGEL) dolgoztak ki rácsos tartók alak és méret optimalizálására. Az ANGEL módszer a hangyaboly (ant colony optimization - (ACO)), a genetikus (genetic algorithm - (GA)) és a helyi keresési eljárás (local search (LS) strategy) kombinációja. Először a hangyaboly (ACO) módszer keres és generál egy kiinduló megoldást a genetikus algoritmushoz (GA) a megoldási halmazok terében. A következő lépésben a genetikus algoritmus (GA) alapján a hangyaboly (ACO) módszer feromon halmaza kerül módosításra, ha GA jobb megoldást talál. Amikor GA keresés leáll, akkor az új módosított feromon halmaz alkalmazása mellett ismét az ACO módszer lép be. Az ACO és GA váltakozva és együttesen keresnek egyre jobb megoldást a megvalósítható szerkezetek halmazában. Az eljárás hatékonyságának növelése érdekében egy helyi keresési eljárás (local search (LS) strategy) került bevezetésre. A következő egyszerűsítés eredményeképpen az algoritmus csak három alapvető operátort tartalmaz: 1. (random selection), 2. (random perturbation (ACO)), és 3. (random combination (GA)). Az algoritmus két globális paramétert tartalmaz, azonban tekintettel robusztus voltára, nem annyira érzékeny ezen paraméterek finom hangolására. Más szóval ez a két paraméter befagyasztható az algoritmusban, azaz gyakorlatilag egy „tuning-free” algoritmust kapunk. Tekintettel a keresési eljárás menetére, a diverzifikáció szabadságfoka “freedom of diversification” csökken, de az intenzifikáció szabadságfoka “freedom of intensification” növekszik lépésről lépésre.

- Szakaszos extraktív desztilláció megvalósíthatósági vizsgálata (vegyésmérnöki alkalmazás).

A vizsgált feladat a desztillációs gyártásvezérlés egy részproblémájának megoldása volt. Az állapotterben a bizonyos anyagok közti átalakíthatóságának síkján belül olyan pontok megtalálása a cél, amikből kiindulva a megfelelő szeparáció mindenképpen elvégezhető. Ezen kritikus pontok megbízható megkeresésére a kutatók intervallumos módszert fejlesztettek ki, amely a kritikus pontok egy bizonyos értelemben maximális környezetét is megadják.

4. Ipari alkalmazások

A témához tartozó közlemények: [1], [2], [25], [26], [31], [32], [33], [37], [57], [58], [59], [64], [65], [66].

A kutatások egyes építőipari alkalmazások területén eljutottak a megvalósításig. A két téma a vasbetongerendák optimális nyírási vasalásának, ill. a minimális méretű beton és vasbeton pontalapoknak a tervezése.

A vasbetongerendák nyírási vasalásának kialakításakor egyszerűbb megoldás a gerenda hossz tengelyére merőleges kengyelek alkalmazása, amely azonban a nyíróerő természeténél fogva nem optimális megoldás. Ennek az az oka, hogy az acélbetétek így nem a hatásvonalakra merőlegesen kerülnek elhelyezésre, ami a hatásfokot egyes fizikai modellek szerint akár 37%-ra ronthatja. A felhajtott acélbetétek körültekintőbb tervezést igényelnek, azonban behelyezésük a hatásokra merőleges vasalást tesznek lehetővé. További probléma, hogy a gyakorlat nem engedi meg, hogy a nyíróerő 50%-ánál kevesebbet vegyünk fel kengyelekkel. A kutatók a pályázat keretében kialakítottak egy olyan algoritmust, amely optimális egyensúlyt alakít ki a kétféle nyírási vasalás között. Az így kapott algoritmus tesztelés szintjén konkrét ipari számításoknál is felhasználásra került.

A másik témával kapcsolatos eredmények konkrét ipari alkalmazásokba is beépültek. A feladat itt minimális térfogatú pontalapok méreteinek tervezése bizonyos összetett fizikai feltételrendszer mellett. A fizikai feltételek kielégíthetőségének vizsgálata és kielégítése optimális célfüggvényérték mellett minimális pontalapokat eredményez. A kutatások alapján elkészített algoritmus és teszt szoftver verziói a kutatás utolsó két és fél évében összességében több tízmilliós megtakarítást eredményezett az öt kiszemelt projekt alapozási terveinek elkészítése során. A feladatokat a KÉSZ Kft. bocsátotta a kutatók rendelkezésére, az eredmények megvalósítása a kapott eredmények CAD rendszerekkel való ellenőrzését követően szintén a KÉSZ Kft. által hasznosításra is kerültek. Az eredmények numerikus megbízhatóságát itt is az intervallumos módszerek biztosítják.

Melléklet
A T046822 keretében megvalósított kutatások
teljes közleményjegyzéke

- [1] A.B. Kocsis and A.E. Csallner, "Design of Optimal Reinforced Concrete Bases with Automatic Result Verification", in Proceedings of the Eleventh International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, B.H.V. Topping, (Editor), Civil-Comp Press, Stirlingshire, United Kingdom, paper 36, 2007.
- [2] A.E. Csallner and A.B. Kocsis, "Automatic Verified Shear Force Design of Reinforced Concrete Beams", in Proceedings of the Eleventh International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, B.H.V. Topping, (Editor), Civil-Comp Press, Stirlingshire, United Kingdom, paper 38, 2007.
- [3] B. Bánhelyi, T. Csendes, and B. Garay: A global optimization model for locating chaos: numerical results. Proc. of the Int. Workshop on Global Optimization, Almeria, 2005, 35-37.
- [4] B. Bánhelyi and T. Csendes: A verified optimization technique to prove and locate chaotic regions. VOCAL Conference Abstracts, Veszprém, 2004, 28.
- [5] B. Bánhelyi and T. Csendes: Global optimization in computer-assisted proofs. Abstracts of the Advances in Global Optimization: Methods and Applications conference. Myconos, 2007, 41.
- [6] B. Bánhelyi, T. Csendes, B.M. Garay, and L. Hatvani: A computer-assisted proof for Sigma₃-chaos in the forced damped pendulum equation. Submitted.
- [7] B. Bánhelyi, T. Csendes, B.M. Garay, and L. Hatvani: Computer assisted proof of chaotic behaviour of the forced damped pendulum. Folia FSN Universitatis Masarykianae 16(2006) 9-20.
- [8] B. Bánhelyi, T. Csendes, J.A. Martinez, L.G. Casado: A parallelized computer-assisted proof of chaos. 7th ICAI Conference, Eger, Book of Abstracts.
- [9] B. Bánhelyi, T. Csendes, L. Hatvani, and B. Garay: A computer-assisted proof for chaos in the case of a forced damped pendulum equation. 17th EURO Mini Conference: Continuous Optimization in Industry, Pécs, 2005, 30-31.
- [10] B. Bánhelyi, T. Csendes, L. Hatvani, and B. Garay: A computer-assisted proof and location of chaos: the case of a forced damped pendulum equation. Int. Conf. in Memoriam Gyula Farkas, Cluj-Napoca, 2005, 7-8.
- [11] Balázs Bánhelyi, Tibor Csendes, and Barnabas M. Garay: Optimization and the Miranda approach in detecting horseshoe-type chaos by computer. Int. J. Bifurcation and Chaos 17(2007) 735-748.
- [12] Balogh J., Csallner A.E., A Direct Heuristic Local Search Method – Numerical Results and an Application, CSCS Conference, p. 24, Szeged, Hungary, July 1-4, 2004.
- [13] Bánhelyi, B. and T. Csendes: A verified computational technique to locate chaotic regions of Henon systems. Proceedings of the 6th International Conference on Applied Informatics, Eger, 2004, 297-304
- [14] Bánhelyi, B. and T. Csendes: Investigation of a Delayed Differential Equation. SCAN-2006, Book of Abstracts, Duisburg, 2006, 140-141.
- [15] Bertok, B., R. Adonyi, S. Bodrogi, and Z. Kovacs, Optimization Problems and Algorithms in Supply-Chain Management, presented at the Veszprém Optimization Conference: Advanced Algorithms (VOCAL), Veszpre, Hungary, December 13-15, 2006.
- [16] Bertok, B., R. Adonyi, Z. Kovacs, and F. Friedler, Algorithmic Synthesis of Supply Chains, presented at the XIX Polish Conference of Chemical and Process Engineering, Rzeszow, Poland, September 3-7, 2007.
- [17] Boglárka Tóth and Tibor Csendes: Empirical investigation of the convergence speed of inclusion functions. Reliable Computing 11(2005) 253-273
- [18] C.S. Peadamallu, J. Pósfai, and T. Csendes: Interval Partitioning Algorithm for Constraint Satisfaction Problems. Accepted for publication in the Int. J. of Modelling, Identification and Control.
- [19] Chandra Sekhar Peadamallu, Linet Özdamar, and Tibor Csendes: An interval partitioning approach for continuous constrained optimization. In Models and Algorithms in Global Optimization. Springer, 2007, 73-96.
- [20] Chandra Sekhar Peadamallu, Linet Özdamar, and Tibor Csendes: Symbolic Interval Inference Approach for Subdivision Direction Selection in Interval Partitioning Algorithms. J. Global Optimization 37(2007) 177-194.
- [21] Chandra Sekhar Peadamallu, Linet Özdamar, Tibor Csendes, and Tamás Vinkó: Efficient Interval Partitioning for Global Optimization. Submitted for publication.

- [22] Csallner A.E., Balogh J., Folytonos optimalizálás derivált függvények nélkül: direkt keresők, XXX. FMSZO konferenciája CD kiadvány, pp. 1-6, ISBN-10: 963-7298-12-6, ISBN-13: 978-963-7298-12-7, PTE, PMMK, TTK Pécs, 2006.
- [23] Csallner A.E., Balogh J., Mágoriné Huhn Á., Kovács Z., On a Coordinatewise Direct Heuristic Local Search, Proceedings of the 6th International Conference on Applied Informatics '04, pp. 493-494, Eger, Hungary, January 27-31, 2004.
- [24] Csallner A.E., Balogh J., Optimization Without Derivatives: A Simple Direct Search Method, Pollack Periodica, Vol. 2, Supplement, pp. 145-154, 2007.
- [25] Csallner A.E., Csendes T., Kocsis A.B., Reliable numerical computation in civil engineering, Numerical Algorithms, Vol. 37, pp. 85-91, 2004.
- [26] Csallner A.E., Csendes T., Kocsis A.B., Reliable Optimization in Civil Engineering -- Structural and Numerical Optimization of Civil Engineering Problems, Proceedings of the International Workshop on Global Optimization, pp. 77-80, San José, Spain, September 18-22, 2005.
- [27] Csallner A.E., Egy építőmérnöki probléma megoldása intervallum-aritmetikai módszerrel, XXIX. FMSZ konferencia kiadványai, pp. 1-4, ISBN 963 7356 088, Szeged, 2005.
- [28] Csallner A.E., Folytonos optimalizálás deriváltfüggvények nélkül: direkt keresők, Matematika, fizika, számítástechnika oktatók XXX. konferenciájának programfüzete, pp. 42, Pécs, Hungary, August 23-25, 2006.
- [29] Csallner A.E., Heurisztikus algoritmusok közelítően optimális túlbecslő lépcsős függvények előállítására, Program of the XXVII. MOK Conference, p. 23, Balatonöszöd, Hungary, June 7-9, 2007.
- [30] Csallner A.E., Kocsis A.B., Csendes T., Reliable Optimal Shear Force Design of Reinforced Concrete Beams, ECMI Newsletter, 39, pp. 11, 2006.
- [31] Csallner A.E., Kocsis A.B., Handling Interval Constraints in Civil Engineering Problems, IMACS/GAMM SCAN-2004 Conference, Fukuoka, Japan, October 4-8, 2004.
- [32] Csallner A.E., Kocsis A.B., Intervallumos módszerek alkalmazása válogatott építőmérnöki problémák megoldására, Folytonos optimalizálás szemináriumsorozat, BME, Budapest, Hungary, November 29, 2007.
- [33] Csallner A.E., Nemlineáris optimalizálási problémák az építőmérnöki tudományokban, Matematika, fizika, számítástechnika oktatók XXIX. konferenciájának rezümékötete, pp. 57, Szeged, Hungary, August 29-31, 2005.
- [34] Csallner A.E., On the Heuristic Construction of Stepped Upper Estimates, Abstracts of the 7th International Conference on Applied Informatics '07, , Eger, Hungary, January 28-31, 2007.
- [35] Csallner A.E., Step Function Overestimators With Left-Bounded Step Widths, Book of Abstracts SCAN 2006, pp. 137, Duisburg, Germany, September 26-29, 2006.
- [36] Csallner A.E., Új utakon a mérnöki számítások: Az intervallum-matematika és alkalmazási területei, Csongrád Megyei Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Szakcsoport, A Csongrád Megyei Tartószerkezeti Szakcsoport Éves Taggyűlése, Szeged, Hungary, February 18, 2008.
- [37] Csallner A.E., Vasbetongerendák nyírási vasalásának méretezése intervallum-matematikai módszerekkel, Csongrád Megyei Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Szakcsoport, A Csongrád Megyei Tartószerkezeti Szakcsoport Éves Taggyűlése, Szeged, Hungary, February 18, 2008.
- [38] Csébfalvi A. (2007) Optimális szerkezet-tervezés és érzékenység vizsgálat, X. Magyar Mechanikai Konferencia, 2007, augusztus 27-29. Miskolci Egyetem, Miskolc.
- [39] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2005), Effect of Semi-Rigid Connection in Optimal Design of Frame Structures, Proceedings of the 6th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO-6), Rio de Janeiro, 30 May - 03 June 2005, Brazil, <http://www.wcsmo6.org/authors/1411.htm>
- [40] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2006) An angel method for optimal design of shallowdome structures, Seventh World Congress on Computational Mechanics, 16–22 July 2006, Hyatt Regency Century Plaza Hotel Los Angeles, California, USA
- [41] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2006), A new hybrid meta-heuristic method for optimal design of space trusses with elastic-plastic collapse constraints, Proceedings of The Eighth International Conference on Computational Structures Technology, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 12-15 September, 2006, Edited by B.H.V. Topping, G. Montero and R. Montenegro, Civil-Comp Press, Stirling, UK, ISBN 1-905088-07-8, paper 199, 2006
- [42] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2007), Ant colony optimization applied for continuous and discrete design of space trusses, The Eleventh International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, 18-21 September 2007, St. Julians, Malta B.H.V. Topping (Editor), Civil-Comp Press, Stirlingshire, Scotland, ISBN 978-1-905088-16-4 CD ROM paper 199, 2007
- [43] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2007), A continuous angel meta-heuristic for discrete truss design, Proceedings of the 7th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO-7), COEX, Seoul Korea, 21-25 May, 2007, WCSMO-7 Official Agency, ISBN 978-89-959384-2-3 98550

- [44] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2007), An angel meta-heuristic method for combined shape and sizing truss optimization, Proceedings of the 7th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO-7), COEX, Seoul Korea, 21-25 May, 2007, WCSMO-7 Official Agency, ISBN 978-89-959384-2-3 98550
- [45] Csébfalvi A. and Csébfalvi G. (2007), Optimum Design and Sensitivity Analysis of Shallow Space Structures using an Improved Meta-Heuristic Method, Proceedings of the 15th UK Conference of the Association of Computational Mechanics in Engineering, Glasgow, UK, 2-3 April, 2007, B.H.V. Topping (Editor), Civil-Comp Press, Stirlingshire, Scotland, ISBN 978-1-905088-13-3 paper 59, 2007
- [46] Csébfalvi A., Displacement Based Moment Distribution Method For Semi-Rigid Frames Pollack Periodica, An International Journal For Engineering And Information Sciences, doi: 10.1556/pollack.2.2007.3.10 Vol. 2, No. 3, pp. 109-125 (2007)
- [47] Csébfalvi A., Optimal Design of Frame Structures with Semi-Rigid Joints, Periodica Polytechnica Ser. Civ. Eng. Vol. 51, no. 1, pp. 1-18 (2007)
- [48] Csébfalvi, A. (2008), Combined shape and size optimization of steel bridges, in: Proceedings of The DFE2008 Design, Fabrication and Economy, Miskolc, Hungary, April 24-26, 2008 (in press)
- [49] Csendes Tibor: A megbízható globális optimalizálás szerepe matematikai tételek bizonyításában. Bolyai Farkas Emlékkonferencia Előadáskivonatok, Csíkszereda, 2006, 35.
- [50] Csendes, T.: Global optimization and verified numerical techniques for the solution of mathematical problems. 19th ISMP Conf., Abstracts, Rio de Janeiro, 2006, 34.
- [51] E. Frits, A. Baharev, Z. Lelkes, M.Cs. Markót, Z. Fonyó, E. Rév, and T. Csendes: Application of interval arithmetic for exploring feasibility of extractive distillation variants. Proc. of the Int. Workshop on Global Optimization, Almeria, 2005, 103-108.
- [52] Frits, E.R., E. Rév, Z. Lelkes, M. Markót and T. Csendes: Application of an interval optimization method for studying feasibility of batch extractive distillation. Proceedings of the 6th International Conference on Applied Informatics, Eger, 2004, 305-314
- [53] Frits, E.R.; Rév, E.; Lelkes, Z.; Markót, M.; Csendes, T.: "Szakaszos extraktív desztilláció megvalósíthatósági vizsgálata intervallum-aritmetikai optimalizáló módszerrel" (Feasibility study of batch extractive distillation with interval-arithmetic based optimizer), proc. MKN'04 (of Days of Chemical Engineering '04), ISBN 963 9495 37 9, MÜKKI, Veszprém, 2004. április 20-22.,; p. 306-309
- [54] Frits, M.C. Markót, T. Csendes, Z. Lelkes, Z. Fonyó, and E. Rév: Finding limiting flows of batch extractive distillation with interval arithmetic. AIChE J. 52(2006) 3100-3108.
- [55] Frits, M.C. Markót, T. Csendes, Z. Lelkes, Z. Fonyó, and E. Rév: Use of interval optimization for finding limiting flows of batch extractive distillation. J. Global Optimization 38(2007) 297-313.
- [56] José-Oscar H. Sendin, Julio R. Banga, and Tibor Csendes: Extensions of a Multistart Clustering Algorithm for Constrained Global Optimization Problems. Manuscript.
- [57] Kocsis A.B., Csallner A.E., Ellenőrzött pontosságú számítások az építőmérnöki gyakorlatban, KÉSZ Kft. Statikai Szakmai Napok, Kecskemét, Hungary, October 25, 2005.
- [58] Kocsis A.B., Csallner A.E., Garantált pontosságú módszerek – feladatok a statika tárgyköréből, Csongrád Megyei Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Szakcsoport, A Csongrád Megyei Tartószerkezeti Szakcsoport Éves Taggyűlése, Szeged, Hungary, April 28, 2006.
- [59] Kocsis A.B., Csallner A.E., On Designing Optimal Single Bases, Third International PhD Symposium in Engineering, Pécs, Hungary, 25-26 October, 2007.
- [60] L. Pál and T. Csendes: Improvements on the GLOBAL Optimization Algorithm with Numerical Tests. Manuscript.
- [61] L. Pál, T. Csendes, O.H. Sendin, J.R. Banga: Improvements on the GLOBAL Optimization Algorithm with Numerical Tests. 7th ICAI Conference, Eger, Book of Abstracts.
- [62] L. Pál, T. Csendes, O.H. Sendin, and J.R. Banga: Improvements on the GLOBAL optimization algorithm with numerical tests. Abstracts of the Advances in Global Optimization: Methods and Applications conference. Myconos, 2007, 71.
- [63] M.C. Markót, J. Fernandez L.G. Casado and T. Csendes: New interval methods for constrained global optimization. Mathematical Programming 106(2006) 287-318
- [64] Markót M.Cs., Kocsis A.B., Csallner A.B., Intervallumos módszerek egy szerkezet-optimalizálási feladatosztály megoldására az építőmérnöki gyakorlatban, Program of the XXVII. MOK Conference, p. 54, Balatonöszöd, Hungary, June 7-9, 2007.
- [65] Markót M.Cs., Kocsis A.B., Csallner A.E., Interval Global Optimization Methods for Design Problems in Civil Engineering, Book of Abstracts SC4N 2006, pp. 91, Duisburg, Germany, September 26-29, 2006.
- [66] Markót M.Cs., Kocsis A.B., Csallner A.E., Szerkezetoptimalizálási problémák az építőmérnöki gyakorlatban, MTA SZTAKI Operációkutatási és Döntési Rendszerek Laboratórium, "Operációkutatás, alkalmazott matematika és döntési rendszerek" szeminárium sorozat, November 10, 2006.

- [67] Pál, L., T. Csendes, O.H. Sendin, and J.R. Banga: Improvements on the GLOBAL Optimization Algorithm with Numerical Tests. Abstracts of the VOCAL Conference, Veszprém, 2006, 55-56.
- [68] Pedamallu, C.S., T. Vinkó, and T. Csendes: An Interval partitioning Approach for Global Optimization. SCAN-2006, Book of Abstracts, Duisburg, 2006, 93-94.
- [69] T. Csendes and B. Bánhelyi: A verified computational technique to locate chaotic regions of Hénon systems. SCAN-2004 Conference Book of Abstracts, Fukuoka, 2004, 47.
- [70] T. Csendes, B. Bánhelyi, and B. Garay: A global optimization model for locating chaos. Proc. of the Int. Workshop on Global Optimization , Almeria, 2005, 81-84.
- [71] T. Csendes: Global Optimization and verified Numerical Techniques for the Solution of mathematical Problems. Plenary Talk. SCAN-2006, Book of Abstracts, Duisburg, 2006, 23.
- [72] T. Csendes: Interval Analysis and Verification of Mathematical Models. Submitted for the NATO ASI volume on Uncertainties in Environmental Modelling. Vrsar, 2007.
- [73] T. Csendes: Interval Analysis: Algorithmic improvements using a heuristic parameter, RejectIndex for interval optimization. Submitted for publication in the Encyclopedia of Optimization, Springer-Verlag, Berlin.
- [74] T. Csendes: Wil Michiels, Emile Aarts, and Jan Korst: Theoretical Aspects of Local Search. Springer-Verlag, Berlin, 2007, Book review for the SIAM Review.
- [75] Tamas Vinko, Jean-Louis Lagouanelle, and Tibor Csendes: A New Inclusion Function for Optimization: Kite - The One Dimensional Case, Journal of Global Optimization 30 (2004): 435-456
- [76] Tibor Csendes, Balázs Bánhelyi, and László Hatvani: Towards a computer-assisted proof for chaos in a forced damped pendulum equation. J. Computational and Applied Mathematics 199(2007) 378-383.
- [77] Tibor Csendes, Barnabás M. Garay, and Balázs Bánhelyi: A verified optimization technique to locate chaotic regions of Hénon systems. J. of Global Optimization 35(2006) 145-160.
- [78] Tibor Csendes, László Pál, J. Oscar H. Sendin, Julio R. Banga: The GLOBAL Optimization Method Revisited. Accepted for publication in the Optimization Letters.
- [79] Tibor Csendes: Generalized subinterval selection criteria for interval global optimization. Numerical Algorithms 37(2004) 93-100.