

SINTEZA GRANT 1192, anul 2010

Colectivul Grantului este format din Dan Tiba si Lori Badea, CS 1 la Institutul de Matematica "Simion Stoilow", Bucuresti, Andrei Halanay, profesor universitar la Univ. Politehnica, Bucuresti, Cristian Danet, lector la Universitatea Craiova si Diana Merlusca, doctorand cu frecventa la Institutul de Matematica "Simion Stoilow", Bucuresti. In perioada care a trecut de la predarea de Grant din 2009, activitatea in cadrul Grantului s-a concretizat in elaborarea mai multor lucrari, din care cinci au fost tiparite in publicatii ISI, una este acceptata pentru publicare in volum de conferinta ISI, patru sunt acceptate pentru publicare dupa revizie (doua in reviste ISI). Alte doua lucrari, foarte recente, sunt in faza de preprint sau de trimitere catre publicare. Lucrarile au ca autori membri ai colectivului Grantului si colaboratori ca J.Sprekels (Weierstrass Institut, Berlin), R. Krause (University of Lugano, Elvetia), A. Ionita (Institute of Theoretical and Experimental Analysis of Aeronautical Structures, Bucuresti). Raportam si colaborarile cu M. Barboteu (Univ. Perpignan, Franta), M. Sofonea (Univ. Perpignan), I.Ursu (Elie Carofoli Institute of Aerospace Research, Bucuresti), M. Cocou (Univ. Marseille, Franta) in cadrul expunerilor la a X-a Conferinta Franco-Romana, Poitiers, august 2010. Rezumatele tuturor celor douasprezece lucrari predate la Grant in 2010 sunt incluse in partea finala a acestui raport.

A continuat seminarul grantului , inceput in 2009, si dam citeva titluri de expuneri care au avut loc in 2010 : "Metoda de control variational in cazul neconvex" (Dan Tiba), "Aproximare prin element finit a problemelor de optimizarea formelor asociate la ecuatii Navier-Stokes stationare" (Dan Tiba), "Proprietati ale spatiilor Sobolev in domenii cu proprietatea segmentului" (Diana Merlusca), "Operatori contractivi si repulsivi in raport cu un con» (Andrei Halanay), "Existenta si stabilitatea solutiilor periodice in cazul unor ecuatii diferentiale cu coeficienti periodici care modeleaza hematopoieza in cazul unor leucemii sub tratament» (Andrei Halanay), "Metode topologice in studiul existentei solutiilor periodice pentru sisteme de ecuatii diferentiale cu coeficienti periodici si aplicatii»(Andrei Halanay), «Une methode de contrôle optimale pour le contact des poutres elastiques» (M. Barboteu, Perpignan).

Doamna Diana Merlusca a absolvit cursurile de masterat la Facultatea de Matematica, Univ. Ovidius, Constanta si a sustinut in septembrie 2010 examenul de admitere la doctorat la Institutul de Matematica «Simion Stoilow», Bucuresti, conducator stiintific, C.S.1 dr. Dan Tiba

O activitate deosebita a fost organizarea celei de-a X-a Conferinte Franco-Romana, la Universitatea Poitiers, Franta, august 2010. Membrii

colectivului Grantului au jucat un rol important la nivel organizatoric: Dan Tiba este unul dintre coordonatorii acestui eveniment periodic (urmatoarea editie va avea loc la Bucuresti in 2012), Lori Badea a fost organizatorul unei sesiuni alaturi de Mikael Barboteu (Univ. Perpignan) si Andrei Constantinescu (Ecole Polytechnique, Palaiseau, Franta). De asemenea au fost prezentate in total cinci comunicari stiintifice in care au fost implicati membri ai colectivului Grantului. Detalii se gasesc pe site-ul Institutului de Matematica www.imar.ro si pe site-ul Univ. Poitiers www.math.univ-poitiers.fr/CFR2010/. Participarea membrilor Grantului la aceasta actiune a fost suportata aproape in totalitate din alte fonduri, dintre care cel mai important este programul romano-francez LEA-Math Mode.

Alte participari conferinte si evenimente internationale : Dan Tiba a fost conferentiar invitat la "Alexandru Myller Mathematical Seminar Centennial Conference" (Iasi, iunie 2010) si "Analysis and Numerics of PDE constrained optimization" (Lambrecht, Germania, iulie 2010), unde a prezentat expuneri de o ora pe tema aproximarii problemelor de shape optimization. Toate cheltuielile de deplasare au fost suportate de catre organizatori. In noiembrie 2010, Dan Tiba si Diana Merlusca participa la lucrarile semestrului "Control of partial differential equations and applications" la Institutul Henri Poincare, Paris, fiecare pe o perioada de trei saptamini. Cheltuielile sunt suportate in proportie de peste 75% de catre partea franceza. In perioada 28 noiembrie-11 decembrie 2010, Dan Tiba este invitat la Institutul Weierstrass din Berlin, in cadrul cooperarii cu prof. J.Sprekels., unde va sustine si conferinta "Extensions of the control variational method". Toate cheltuielile sunt suportate de catre partea germana.

Dan Tiba si Andrei Halanay au redactat o propunere pentru un proiect de colaborare cu un grup de cercetatori francezi de la Universitatea din Mulhouse in cadrul programului Brancusi. Impreuna cu Murea Cornel (Univ. Mulhouse) am demarat si organizarea unui minisimpozion in cadrul Conferintei IFIP «System modelling and optimization», Berlin, septembrie 2011, cu tema «Approximation and optimization in some systems from mechanics». La aceasta minisesiune au confirmat deja participarea sapte cercetatori din Franta, Germania si Romania.

PREZENTARE LUCRARI

A. Lucrari ISI publicate dupa predarea din 2009

1. A.Halanay, D.Tiba, Shape optimization for stationary Navier-Stokes equations, Control and Cybernetics, vol.38, no.4B (2009), p.1359-1374, revista ISI, factor de impact 0.380.

Aceasta lucrare a parvenit autorilor in 2010, desi data de publicare este sfirsitul lui 2009. Ea nu a fost inclusa in predarea din 2009 la Grant.

Sunt discutate probleme de optimizare geometrica asociate la ecuatii Navier-Stokes stationare in dimensiune arbitrara. Se demonstreaza ca exista domenii optimale in ipoteza ca domeniile admisibile sunt marginite si Lipschitz cu o constanta uniforma. Nu este impusa conditia de unicitate pentru rezolvarea ecuatiei Navier-Stokes, ceea ce reprezinta un progres si o relaxare a ipotezelor folosite uzual in literatura de specialitate. Prin parametrizarea formelor admise cu ajutorul unor functii continue definite pe un domeniu universal, continind toate domeniile admise, se transforma problema initiala intr-o problema de control optimal. Se foloseste tehnica de extensie aproximativa la domeniul universal prin penalizarea ecuatiei Navier-Stokes. Rezultate de existenta si unicitate sunt demonstrate si se introduce un algoritm de rezolvare de tip gradient.

2. J. Sprekels, D. Tiba, Optimization problems for thin elastic structures, ISNM 158, Birkhauser Verlag (2009), p. 255-273, lucrare ISI Proceedings.

Acesta lucrare a parvenit autorilor in 2010 si nu a fost inclusa in predarea de Grant din 2009.

Articolul se concentreaza asupra unor rezultate recente de optimizarea grosimii si/sau formei in probleme asociate cu elasticitatea liniara cum ar fi modele de birne, placi, arce, coci. Abordarea este bazata pe metoda de control variational. In cazul modelului Kirchhoff-Love pentru arce se obtine chiar solutia explicita a problemei la limita, prin noua metoda.

3. A. Halanay, Stability analysis for a mathematical model of chemotherapy action in hematological diseases, Bull. Soc. Sci. Math. Roumanie, 53 (101), no. 1, 2010, pp. 3-10. Lucrare ISI. Factor de impact : 0,554.

In lucrare este studiat un model al evolutiei celulelor stem hematopoetice in doua stadii : celule care prolifereaza, a caror densitate la momentul t este $x_1(t)$ si celule dormante (in repaus), cu densitate $x_2(t)$ la momentul t . Modelul este dat de un sistem de ecuatii diferentiale cu intarziere. Celulele dormante se pot diferentia intr-una din liniile principale de celule sanguine (rosii, albe, trombocite) care apar din diviziunea celulelor proliferative corespunzatoare. Rata de reintroducere e luata cel mai adesea o functie Hill descrescatoare. Timpul necesar unei celule care a intrat in faza proliferativa pentru a se diviza este legat de intirzierea din model si doi termeni redau efectul tratamentului care contribuie la descresterea numarului de celule in fiecare faza.

In lucrare se analizeaza stabilitatea solutiei banale a sistemului, iar o functie periodica g reprezinta efectul tratamentului. Solutia banala corespunde disparitiei populatiei de celule tumorale. Rezultatul principal demonstrat in lucrare este ca tratamentul imbunatateste stabilitatea

solutiei banale daca actioneaza asupra compartimentului celulelor dormante infectate dar nu si daca actioneaza exclusiv asupra celulelor proliferative. Rezultatul vine in sprijinul terapiilor care actioneaza asupra compartimentului celulelor stem.

4. A. Halanay, A. Ionita, Existence and stability of periodic motions in some roll-coupling dynamics of an aircraft, Proc. Romanian Academy, Ser. A, vol 11. no.2, (2010) pp. 103-107. Lucrare ISI. Factor de impact: 0,088.

A fost demonstrata existenta unei solutii periodice in conditiile actiunii unei forte periodice intr-un anumit tip de zbor al unui avion supus actiunii fortelor gravitationale. S-au identificat conditii in care aceasta solutie este asimptotic stabila.

5. A. Halanay, Treatment induced periodic solutions in some mathematical models of tumoral cell dynamics, Mathematical Reports, 12(62), no. 4 (2010, sub tipar). Lucrare ISI fara factor de impact.

Lucrarea este anuntata ca fiind sub tipar pe site-ul Academiei Romane la revista Mathematical Reports:

http://www.csm.ro/reviste/Mathematical_Reports/Mrc10_4.pdf

Lucrarea contine rezultate privind existenta solutiilor periodice in cazul unui tratament periodic in boli ale singelui. Folosind un criteriu al lui Krasnoselskii, se arata ca, in anumite conditii, tratamentul periodic poate induce solutii periodice asimptotic stabile.

B. Lucrari acceptate pentru publicare

1. D.Tiba, Approximation in shape optimization problems, va fi publicata in Proceedings of the "Alexandru Myller Mathematical Seminar Centennial Conference" (Iasi, iunie 2010), V.Barbu and O.Cirja (Eds.), American Institute of Physics, Melville, New York (2011), (Proceedings ISI).

Aceasta lucrare este o prezentare a rezultatelor obtinute in principal de catre D.Tiba si colaboratorii sai P.Neitaanmaki, A.Pennanen (dar si de alti autori), in acest domeniu in ultimii doi-trei ani. Subliniez ca problema enuntata in titlu este o problema fundamentala in cadrul optimizarii geometrice (avind ca necunoscuta domeniul unde este definita ecuatiile cu derivate parțiale) si este o problema extrem de discutata in literatura de specialitate contemporana.

C. Lucrari acceptate pentru publicare (dupa revizie).

1. D. Tiba, Finite element approximation for shape optimization problems with Neumann and mixed boundary condition, lucrare trimisa din prima parte a anului 2010 la SIAM J. Control Optimization. A primit doua rapoarte favorabile, iar revizia ceruta este in curs, va fi trimisa curind la revista. Revista este ISI din prima categorie CNCSIS (factor impact 1,220).

Lucrarea discuta chestiunea aproximarii problemelor de optimizarea formelor prin metode de element finit. Aceasta problematica are un caracter fundamental in intelegerea si aplicarea mecanismelor de rezolvare pe calculator a acestor tipuri de probleme. In optimal design, minimizarea este in cazul neconvex, iar domeniul unde este definita ecuatia cu derivate parțiale are un caracter variabil (necunoscut), facind rezolvarea deosebit de dificila. In literatura de specialitate, este discutat cazul conditiilor la limita de tip Dirichlet, in ipoteze de compacitate de tip Sverak, in anul 2006 de catre cunoscutii E.Zuazua si D.Chenais (in J.de Mathematiques Pures et Appliquees). Lucrarea pe care am elaborat-o se adreseaza cazurilor mai dificile cu conditii Neumann sau mixte la frontiera si foloseste proprietati de compacitate specifice multimilor deschise de clasa C, demonstrate de catre autor (de exemplu in monografia sa impreuna cu J.Sprekels si P.Neittaanmaki, Springer, New York, 2006). Metoda de element finit analizata are un caracter de "domeniu fix", iar implementarea ei este foarte usoara in cadrul acestor probleme de optimizare geometrica. Lucrarea este un "deschizator de drum" deoarece chestiunea complementara a estimarii erorilor de aproximare (care este inca complet deschisa in optimizare geometrica), in cadrul problemelor similare de control optimal este deja foarte studiata.

2.L. Badea, R. Krause, One- and two-level Schwarz methods for inequalities of the second kind and their application to frictional contact problems, lucrare trimisa din 2009 la Numerische Mathematik, iar a doua revizie (finala) a fost trimisa in iulie 2010. Revista este ISI din prima parte a clasamentului CNCSIS (factor impact 1,605).

In lucrare sunt prezentate si analizate metode de corectii pe subspatii pentru rezolvarea inegalitatilor variationale de speta a doua si aplicarea acestor rezultate teoretice la probleme de contact cu frecare de tip Tresca si Coulomb nelocala din elasticitatea liniara. Aceste metode sint introduse intr-un spatiu Banach reflexiv, se demonstreaza convergenta lor si se dau estimari de eroare. In contextul discretizarii in elemente finite, unde metodele devin metode Schwarz cu unu sau doua nivele de discretizare, calculind rata de convergenta si dependenta de parametrii de discretizare, rezulta ca metodele converg optimal. Transferind aceste rezultate la probleme de contact cu frecare, se poate evita dependenta de rețeaua de

discretizare a unor scheme de punct fix care sint folosite de obicei pentru problemele de contact cu frecare de tip Coulomb.

3. Lori Badea, Multigrid methods with constraint level decomposition for variational inequalities, acceptata pentru publicare dupa revizie in Mathematics and its Applications, Annals of ARS, revista recenzata AMS, Zentralblatt, DOAJ, etc.

In lucrare se introduc patru algoritmi pentru minimizarea cu restrictii a functionalelor nepatratice. Acesti algoritmi sint combinatii de iterari aditive sau multiplicative pe nivele cu iteratii aditive sau multiplicative intre nivele. Multimea convexa este descompusa ca o suma de submultimi convexe de nivel, si, in consecinta, algoritmi au o complexitate de calcul optimala.

Metodele sint descrise ca V-cicluri multigrid, dar rezultatele ramin valabile pentru alte tipuri de iteratii, W-cicluri, de exemplu. Sint estimate ratele globale de convergenta ale algoritmilor propusi in functie de numarul de nivele si sint comparate cu ratele de convergenta ale altor metode multigrid existente. Chiar daca teoria generala de convergenta este data pentru orice multime convexa care poate fi descompusa ca o suma de submultimi convexe de nivel, algoritmi propusi sint aplicati pentru problemele cu un singur obstacol, pentru ca, pentru aceste probleme putem construi descompuneri optimale. Dar, in acest caz, ratele de convergenta ale metodelor propuse in lucrare sint mai bune decit ale metodelor pe care le cunoastem in literatura.

4. Cristian Danet, The classical maximum principle. Some of its extensions and applications, acceptata pentru publicare dupa revizie in Mathematics and its Applications, Annals of ARS, revista recenzata AMS, Zentralblatt, DOAJ, etc.

In acest articol se prezinta cele mai importante rezultate aparute pana in prezent in domeniul principiilor de maxim si ale aplicatiilor acestora.

Articolul are doua parti si anume: principii de maxim pentru operatori unu dimensionali (cazul ecuatiilor diferentiale) si principii de maxim pentru ecuatii cu derivate partiale (cazul operatorilor n dimensionali).

In prima parte se prezinta principiile de maxim clasice pentru operatori unu dimensionali de ordinul doi (clasice dar si mai noi datorate autorului) si de ordin superior, indicandu-se cateva consecinte precum: unicitatea solutiei unor probleme la limita, parti din teoria clasica Sturm-Liouville, existenta pentru ecuatii neliniare cu metode de monotonie, etc.

In a doua parte se prezinta principiul de maxim classic al lui Hopf precum si o extensie a acestuia, numita *metoda functiei P* . In continuare se indica cateva din multiplele aplicatii in fizica si geometrie ale acestei metode la : studiul problemei de torsiune (problema St.-Venant), o problema de electricitate (se dau estimari pentru capacitate), problema

membranei, probleme de tip Monge – Ampere (se prezinta un criteriu necesar de existenta a solutiei), probleme care apar in teoria placilor (de tip Karman etc.).

C. Lucrari foarte recente

1. Dan Tiba, Finite element discretization in shape optimization problems for the stationary Navier-Stokes equation, Preprint series in Mathematics 2 (2010), IMAR, Bucuresti, ISSN 0250 3638.

Lucrarea este pregatita pentru Proceedings ISI al conferintei IFIP din septembrie 2011, Berlin.

Pentru probleme de optimizarea formelor asociate la ecuatii stationare Navier-Stokes, se introduce o discretizare corespunzatoare prin elemente finite si se demonstreaza rezultate de convergenta. Problema are un grad ridicat de dificultate datorita caracterului necunoscut (variabil) al domeniului optimal si intra in categoria metodelor de domeniu fixat.

2. L. Badea, Multigrid methods for variational inequalities, SIAM J. Numer. Anal., revista ISI, lucrare trimisa la publicare in 2010.

In aceasta lucrare introducem patru algoritmi multigrid pentru minimizarea cu restrictii a functionalelor nepatratice. Algoritmul introdus in [L. Badea, Convergence rate of a Schwarz multilevel method for the constrained minimization of non-quadratic functionals, SIAM J. Numer. Anal., 44, 2, 2006, p. 449-477] are o complexitate de calcul sub-optimala pentru ca multimea convexa, care este definita pe cea mai fina retea, este folosita in interiorul iteratiei si pe retelele grosiere. Primul algoritm introdus in lucrare este o iterare de tip V-ciclu standard care imbunatateste algoritmul din lucrarea citata mai sus, avind o complexitate de calcul optimala. Acest algoritm poate fi de asemenea vazut ca efectuind o iterare multiplicativa la fiecare nivel si, de asemenea, una multiplicativa intre nivele. Ceilalti trei algoritmi propusi sint combinatii de iteratii aditive sau multiplicative la fiecare nivel cu iteratii aditive sau multiplicative intre nivele. Acesti algoritmi sint dati pentru minimizarea cu restrictii a functionalelor nepatratice in care multimea convexa este data de doua obstacole si au o complexitate de calcul optimala. Sint date estimari ale ratei de convergenta globala in functie de numarul de nivele, iar estimarile obtinute sint comparate cu estimarile ratei de convergenta asimptotica care exista in literature pentru problemele complementare.