



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSOANELOR VÂRSTNICE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE
OIPOSDRU



UNIVERSITATEA
TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Investește în oameni !

FONDUL SOCIAL EUROPEAN

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013

Axa prioritară 1: „Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”

Domeniul major de intervenție 1.5 "Programe doctorale și post-doctorale în sprijinul cercetării"

Titlul proiectului: „Q-DOC- Creșterea calității studiilor doctorale în științe ingineresti pentru sprijinirea dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”

Contract : POSDRU/107/1.5/S/78534

Beneficiar: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Facultatea de Automatică și Calculatoare

TEZĂ DE DOCTORAT

- Rezumat -

Metodologii de dezvoltare a aplicațiilor interactive pentru prelucrarea și vizualizarea datelor spațiale

Conducător științific

Prof.Dr.Ing. Dorian Gorgan

Autor

Ing. Vasile-Danut Mihon

-2013-

Disponibilitatea datelor spațiale, accesul nelimitat la Internet, existența mașinilor puternice de calcul și de stocare, tehnologiile Web tot mai performante au accelerat folosirea informațiilor geo-spațiale în viața de zi cu zi. Studiile de caz din domeniul Științei Pământului (ex.: hidrologie, meteorologie, planificarea urbană etc.) necesită servicii specializate în prelucrarea, analizarea și vizualizarea datelor spațiale de diferite tipuri și formate.

Datele spațiale conțin informații geo-referențiate, putând fi clasificate în trei categorii: imagini satelitare, imagini aeriene și măsurători efectuate la nivelul suprafeței terestre. Imaginile satelitare și cele aeriene se obțin prin scanarea suprafeței Pământului (în diferite domenii de frecvență) de către senzorii artificiali care orbitează în jurul atmosferei. Măsurătorile de la nivelul solului se efectuează în acele regiuni în care senzorii artificiali nu pot pătrunde (ex.: păduri dense) și oferă informații precise despre gradul de dezvoltare a vegetației, eroziunea versanților, calitatea apei etc.

Prelucrarea optimă a unui volum mare de date, descrierea flexibilă a scenariilor complexe, partajarea informațiilor între diferite categorii de utilizatori sunt doar câteva dintre domeniile în care datele spațiale sunt intens folosite. În general, aplicațiile software existente nu permit prelucrarea unui volum mare de date spațiale, fiind mai mult orientate spre prelucrări de complexitate medie.

Modelarea scenariilor complexe din domeniul Știința Pământului implică descrierea în limbaj natural a experimentului, o bună cunoaștere a substratului problemei, colectarea datelor de intrare adecvate, descrierea sintactică și semantică a soluțiilor folosite, optimizarea execuției pe infrastructuri distribuite de calcul (ex.: Grid, Cloud, clustere etc.), existența unor unelte care să permită definirea, prelucrarea, vizualizarea și analizarea interactivă a setului de date spațiale. Dificultatea realizării acestor cerințe este reprezentată de definirea unui model de date care să permită reprezentarea dinamică a acestor algoritmi complecși, precum și a întregului flux de prelucrare a datelor.

În prezent, datele spațiale sunt folosite într-o varietate de experimente și studii de caz, realizate prin intermediul platformelor software. În aceste situații, partajarea datelor devine o problemă esențială datorită: distribuției geografice a utilizatorilor, numărului mare de tipuri de date, existenței unor politici proprietare de access la informațiile stocate în depozite situate la distanță (mecanismele valabile pentru o anumită infrastructură nu mai corespund politicilor implementate la nivelul altei platforme) etc. Rezolvarea acestor probleme necesită o îmbunătățire a procesului actual de partajare a datelor și de interoperabilitate între platformele care activează în domeniul Știința Pământului.

În titlul tezei apar câteva cuvinte cheie cheie care sunt des folosite pe parcursul întregii lucrări: interactivitate, metodologie, prelucrare și vizualizare. De cele mai multe ori, aplicațiile actuale din domeniul Științei Pământului nu oferă soluții interactive pentru modelarea scenariilor complexe, fiind necesar ca utilizatorii să învețe diferite limbaje de programare care permit acest lucru. Îmbunătățirea acestui proces poate fi realizată prin dezvoltarea unor aplicații interactive care să poată fi ușor de folosit de către orice categorie de utilizatori.

Prelucrarea unui volum mare de date spațiale este o altă direcție de cercetare care a fost intens studiată în cadrul acestei teze. În acest scop a fost definit un model de date capabil să reprezinte diverse studii de caz complexe (experimente, fenomene) care au loc în mediul înconjurător sau sunt simulate pentru a demonstra anumite principii. Exemple de astfel de scenarii se pot referi la execuția algoritmilor geo-spațiali de clasificare a regiunilor acoperite cu vegetație, generarea hărților tematice, predicția cantității/calității apei etc.

Având în vedere volumul mare de date de intrare folosite în cadrul acestor studii de caz (ex.: se poate ajunge la sute de GB de informație), infrastructurile locale de calcul nu sunt suficient de puternice pentru a realiza prelucrarea acestor date într-un timp rezonabil, recomandându-se în schimb folosirea platformelor distribuite (ex.: Grid, Cloud, cluster etc.). Soluțiile propuse în cadrul acestei teze sunt suficient de flexibile pentru a permite prelucrarea datelor spațiale pe toate aceste infrastructuri de calcul, cu mențiunea că partea experimentală a fost realizată numai pentru platforme locale și Grid.

Procesul de vizualizare a rezultatelor obținute în urma etapei de prelucrare are ca și scop principal dezvoltarea unor tehnici de interacțiune care să permită interpretarea și analiza acestor rezultate de către diverse categorii de utilizatori. Principalele metode de prezentare pot fi realizate prin: suprapunerea rezultatelor peste hărți interactive, grafice dinamice, imagini statice, informații statistice și fișiere text etc.

Obiectivele tezei

Principala direcție de cercetare a acestei teze are în vedere definirea unei metodologii pentru dezvoltarea aplicațiilor interactive care să ofere soluții la problemele identificate anterior. Având în vedere aceste aspecte, se pot defini următoarele obiective ale tezei de doctorat:

1. Definirea unei metodologii de dezvoltare a aplicațiilor interactive pentru modelarea, prelucrarea, vizualizarea și analizarea datelor spațiale. Fiecare pas al metodologiei este însoțit de descrierea conceptelor teoretice și a soluțiilor practice folosite pentru rezolvarea problemelor identificate anterior;
2. Implementarea unor soluții optime de prelucrare a unui volum mare de date spațiale, fără a ține seama de tipul și locația acestora. Există o varietate de depozite de stocare care impun politici proprietare de access la date. Definirea unei arhitecturi pentru extragerea automată a acestor informații reprezintă un alt sub-obiectiv propus;
3. Definirea unui model de date flexibil care să permită implementarea studiilor de caz din diferite domenii ale Științei Pământului;
4. Implementarea unor tehnici interactive pentru modelarea scenariilor complexe. În general, aplicațiile actuale nu permit descrierea vizuală a experimentelor, impunând definirea funcționalității prin intermediul editoarelor text care lasă loc pentru introducerea erorilor sintactice. Soluțiile interactive propuse evită aceste neajunsuri, oferind modalități dinamice de descrierea a proceselor geo-spațiale;
5. Îmbunătățirea proceselor de partajare a datelor și de interoperabilitate între platformele care folosesc infrastructura Grid pentru prelucrarea datelor spațiale.

Structura lucrării

Lucrarea este structurată în 9 capitole și conține 162 de referințe bibliografice. Contribuțiile tezei au fost publicate în 12 articole de jurnale indexate ISI și B+, 12 articole la conferințe naționale și internaționale indexate ACM și IEEE, un capitol de carte și 12 prezentări susținute la diferite cursuri de instruire și ateliere de lucru.

Capitolul 1 descrie contextul general al domeniului abordat, împreună cu motivația și obiectivele care au stat la baza realizării acestei teze.

Descrierea caracteristicilor datelor spațiale reprezintă principalul obiectiv al **Capitolului 2**. Datorită gradului ridicat de utilizare a datelor spațiale în societatea modernă, a fost nevoie de implementarea unor inițiative și standarde care să ofere soluții de îmbunătățire a schimbului de date între diferite comunități științifice, precum și a interoperabilității între aplicațiile care activează în aceleași domenii.

Analiza stadiului actual în ceea ce privește soluțiile folosite pentru prelucrarea și vizualizarea datelor spațiale reprezintă tema principală abordată în cadrul **Capitolului 3**. Astfel au fost identificate o varietate de platforme care aparent oferă servicii comune, dar care acoperă o plajă diferită de cerințe, acestea fiind folosite atât pentru prelucrarea algoritmilor geo-spațiali simpli, cât și pentru prelucrarea unui volum mare de date prin intermediul infrastructurilor distribuite de calcul. Obiectivul acestui capitol este acela de a identifica principalele probleme existente în cadrul acestor soluții și de a defini direcțiile de cercetare care pot contribui la eliminarea acestor neajunsuri. În acest sens, este descrisă platforma interactivă GreenLand, care reprezintă implementarea practică a metodelor propuse în cadrul acestei lucrări.

În **Capitolul 4** se realizează o analiză comparativă între metodologia clasică de dezvoltare a platformelor software și metodologia propusă în cadrul acestei lucrări, folosită pentru implementarea aplicațiilor interactive de prelucrare și vizualizare a datelor spațiale. Această metodă conține 7 pași (în comparație cu prima care este formată numai din 5 etape) care pornesc de la definirea funcționalităților care urmează a fi implementate, continuând cu modelarea arhitecturii sistemului, specificarea metodelor de prelucrare optimă a datelor spațiale pe diferite infrastructuri de calcul, precum și identificarea tehnicilor de interacțiune care să faciliteze vizualizarea rezultatelor obținute. Ultimele doua etape a

metodologiei propuse au în vedere descrierea unor studii de caz pentru validarea aplicației GreenLand (dezvoltată pe baza acestei metodologii), precum și recomandări de instalare și mentenanță a platformei.

Principalele concepte teoretice referitoare la reprezentarea sub formă de grafuri matematice a scenariilor (studiilor de caz, experimentelor) complexe din domeniul Știința Pământului sunt prezentate în **Capitolul 5**. Soluția propusă pleacă de la premisa că studiul de caz poate fi descompus în sub-probleme atomice care poartă denumirea de operatori de bază, în timp ce scenariul global este denumit flux de procese (workflow). Este necesară transcrierea modelului abstract al acestor fluxuri de procese în formate (ex. XML) recunoscute de către limbajele de programare care permit generarea de fișiere binare care pot fi mai apoi executate pentru a obține rezultatele dorite. În cazul scenariilor complexe, dimensiunea acestor fișiere XML este mare, ele putând fi gestionate numai de către specialiștii din domeniul calculatoarelor. Soluția propusă în cadrul acestui capitol se bazează pe aplicațiile OperatorEditor și WorkflowEditor și are în vedere simplificarea procesului de modelare a scenariilor complexe, prin oferirea de tehnici interactive care permit descrierea vizuală a acestor funcționalități, fără a mai fi nevoie de o gestiune directă a fișierelor XML care conțin modelul de date abstract.

Principala direcție de cercetare abordată în **Capitolul 6** se referă la implementarea soluțiilor optime pentru execuția unui volum mare de date spațiale, folosind infrastructuri distribuite de calcul (ex.: Grid, Cloud, cluster etc.). Pe de altă parte, trebuie menționat faptul că metodologia propusă în cadrul acestei teze se adresează și prelucrării algoritmilor geo-spațiali simpli care nu necesită mașini puternice de calcul. Deși soluțiile propuse sunt valabile pentru orice tip de infrastructură, ele au fost experimentate practic numai pe platforma Grid și platforma locală (nu oferă facilități de execuție paralelă și distribuită a datelor). Procesul de prelucrare a informațiilor spațiale a fost divizat în 4 etape: pre-procesare, execuție, monitorizare și vizualizarea și analiza rezultatelor. La fiecare nivel sunt descrise caracteristicile esențiale ale metodologiei propuse, precum și detaliile despre modul de implementare a acestora în cadrul platformei GreenLand. Acest capitol cuprinde și partea de execuție standardizată a algoritmilor GreenLand prin intermediul serviciului Web Processing Service (WPS), implementat în cadrul standardului Open Geospatial Consortium (OGC). Folosirea locală a mecanismelor standardului OGC oferă soluții optime de partajare a datelor și de asigurare a interoperabilității la nivel de platforme. În schimb, folosirea acestor servicii în medii distribuite de calcul (care necesită un timp îndelungat de prelucrare a datelor) necesită o extindere a standardului prin intermediul metodei *Monitor* care oferă posibilitatea de interogare periodică a stării execuției proceselor geo-spațiale.

În **Capitolul 7** se descriu conceptele teoretice folosite în dezvoltarea proceselor de vizualizare și analiză a datelor spațiale, indiferent de tipul și locația acestora. La început se realizează o identificare a principalelor metode de prezentare a datelor spațiale (prin suprapunere peste hărți interactive, ca și imagini statice, grafice dinamice, fișiere text etc.) în funcție de tipul de utilizatori care urmează să le folosească. De obicei, aplicațiile din domeniul Știința Pământului necesită un schimb permanent de resurse. Soluțiile propuse în cadrul acestui capitol sunt bazate pe serviciile Web Map Service (WMS) și Web Coverage Service (WCS) ale standardului OGC care oferă cele mai bune mecanisme pentru vizualizarea la distanță a datelor și extragerea interactivă a informațiilor relevante. Procesul de vizualizare implică de asemenea identificarea unui set comun de tehnici de interacțiune care să simplifice acțiunile-utilizator referitoare la accesarea, extragerea, vizualizare și analiza datelor, indiferent de tipul și locația de stocare a acestora.

Conceptele teoretice descrise în cadrul acestei teze stau la baza definirii metodologiei de dezvoltare a aplicațiilor interactive folosite pentru modelarea, prelucrarea și vizualizarea datelor spațiale. Deși conceptele au fost motivate în cadrul secțiunilor în care au fost descrise, **Capitolul 8** își propune validarea generală a acestora prin intermediul a două studii de caz. Aceste scenarii au fost formulate de către specialiști din domeniul Știința Pământului și reflectă problemele actuale cu care se confruntă aceștia, în ceea ce privește calitatea/cantitatea apei din bazinul Mării Negre, precum și clasificarea suprafețelor terestre acoperite cu vegetație, apă și zone urbane din regiunea Istanbul.

Principalele contribuții ale acestei teze sunt prezentate în **Capitolul 9**, împreună cu concluziile finale și cu principalele direcții de cercetare ulterioară.

Contribuțiile tezei

Principala contribuție a acestei teze se referă la definirea unei metodologii de dezvoltare a aplicațiilor interactive pentru modelarea, prelucrarea și vizualizarea datelor spațiale și a proceselor aferente acestora. În cele ce urmează sunt prezentate alte contribuții care au fost folosite pentru atingerea obiectivului anterior:

1. Definirea conceptelor de operator de bază și flux de procese, folosite pentru modelarea studiilor de caz (experimentelor) din diverse domenii de activitate;
2. Descrierea formală a conceptelor de operator de bază și flux de procese;
3. Identificarea unui set de tipuri și reguli și constrângere care sunt folosite pentru specificarea și conectarea intrărilor și ieșirilor din cadrul fluxurilor de procese;
4. Dezvoltarea a două unelte (OperatorEditor și WorkowEditor) care permit descrierea interactivă a studiilor de caz sub formă de operatori de bază și fluxuri de procese;
5. Definirea etapelor necesare procesului de execuție a datelor spațiale;
6. Dezvoltarea platformei interactive GreenLand folosită pentru modelarea, prelucrarea și vizualizarea diferitelor tipuri de date spațiale. Această contribuție este derivată din metodologia propusă în cadrul tezei;
7. Implementarea de mecanisme capabile de prelucrarea unui volum mare de date, extrase automat în timpul execuției din depozite situate la distanță. Aceste metode sunt utile în special pentru predicția fenomenelor naturale;
8. Interoperabilitatea platformelor care oferă servicii pentru domeniul Știința Pământului, poate fi realizată prin intermediul metodei WPS. Această înseamnă că algoritmi GreenLand pot fi accesați din cadrul altor platforme externe care implementează acest standard. Ipoteza inversă este de asemenea valabilă, în sensul că sistemul GreenLand este capabil de prelucrarea la distanță a algoritmilor dezvoltați de către alte aplicații. Se elimină astfel necesitatea de reimplementare a acelorași funcționalități;
9. Extinderea serviciului WPS cu metoda `Monitor` pentru prelucrările care se efectuează pe infrastructura Grid;
10. Implementarea unui modul interactiv de monitorizare a execuției proceselor pe platforme locale și pe infrastructura Grid;
11. Dezvoltarea unui mecanism automat de reprezentare a informațiilor din fișiere XML (obținute în urma apelării serviciilor OGC) în module grafice care facilitează acțiunile-utilizator de accesare, extragere și vizualizare a datelor spațiale;
12. Dezvoltarea unei arhitecturi de comunicare (bazată pe standardul OGC) între platforma GreenLand și diferite depozite care conțin date spațiale;
13. Identificarea tehnicilor eficiente de vizualizare a diferitelor formate de date spațiale, care se adresează atât utilizatorilor novice cât și celor specialiști în domeniile Știința Pământului și calculatoare;
14. Definirea de experimente de validare a metodologiei propuse. Rezultatele au demonstrat corectitudinea conceptelor și soluțiilor folosite pentru dezvoltarea platformei GreenLand, conform specificațiilor metodologice descrise în cadrul acestei teze.

Lista de publicații

Articole jurnale

1. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, and D. Gorgan, "Tehnici de vizualizare a imaginilor satelitare prin servicii geospatiale," *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, vol. 6, no. 1, pp. 1-22, 2013.

2. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, K. Allenbach, D. Rodila, G. Giuliani, and D. Gorgan, "OGC compliant services for remote sensing processing over the Grid infrastructure," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, in press.
3. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, and D. Gorgan, "Grid based processing of satellite images in GreenLand platform," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, in press.
4. V. Bacu, D. Mihon, T. Stefanut, D. Rodila, K. Abbaspour, E. Rouholahnejad, and D. Gorgan, "Calibration of SWAT hydrological models in a distributed environment using the gSWAT application," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, in press.
5. V. Colceriu, D. Mihon, A. Minculescu, V. Bacu, D. Rodila, and D. Gorgan, "Workflow based description and distributed processing of satellite images," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, in press.
6. F. B. Balcik, D. Mihon, V. Colceriu, K. Allenbach, C. Goksel, A. O. Dogru, M. Gvilava, G. Giuliani, and D. Gorgan, "Remotely sensed data processing on Grids by using GreenLand Web-based platform," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, in press.
7. D. Mihon, A. Minculescu, V. Colceriu, and D. Gorgan, "Descrierea diagramatica a prelucrării distribuite a datelor spațiale," *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, vol. 5, no. 3, pp. 59-80, 2012.
8. D. Gorgan, V. Bacu, D. Mihon, D. Rodila, K. Abbaspour, and E. Rouholahnejad, "Grid based calibration of SWAT hydrological models," *Natural Hazards and Earth System Science*, vol. 12, no. 7, pp. 2411-2423, 2012.
9. D. Gorgan, V. Bacu, T. Stefanut, D. Rodila, and D. Mihon, "Earth observation application development based on the Grid oriented ESIP satellite image processing platform," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 34, no. 6, pp. 541-548, 2012.
10. D. Gorgan, V. Bacu, D. Mihon, T. Stefanut, D. Rodila, P. Cau, K. Abbaspour, G. Giuliani, N. Ray, and A. Lehmann, "Software platform interoperability throughout enviroGRIDS portal," *International Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing - JSTARS*, vol. 5, no. 6, pp. 1617-1627, 2012.
11. D. Mihon, V. Bacu, D. Gorgan, R. Meszaros, and G. Gelybo, "Practical considerations on the GreenView application development and execution over SEE-GRID," *Earth Science Informatics*, vol. 3, no. 4, pp. 247-258, 2010.
12. D. Gorgan, T. Stefanut, V. Bacu, D. Mihon, and D. Rodila, "Grid based environment application development methodology," *Springer Journal Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5910, pp. 499-506, 2010.

Articole conferințe

1. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Optimizarea interfetelor grafice pentru aplicatiile de prelucrare a datelor spațiale," *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, vol. 6, no. Special issue, pp. 79-85, 2013.
2. V. Colceriu, D. Mihon, and D. Gorgan, "Optimizing the satellite images execution process through a decision mediator approach," *Proceedings of the 2013 IEEE 9th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing*, pp. 343-346, IEEE Computer Society, 2013.
3. D. Mihon, V. Colceriu, A. Minculescu, V. Bacu, and D. Gorgan, "Descrierea diagramatica a prelucrării imaginilor satelitare in aplicatia GreenLand," *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, vol. 5, no. 2, pp. 129-134, 2012.

4. D. Mihon, V. Bacu, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Tehnici de interactiune pentru executia modelelor hidrologice pe Grid - aplicatia gSWAT," *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, vol. 4, no. Special issue, pp. 103-106, 2011.
5. V. Bacu, D. Mihon, T. Stefanut, D. Rodila, D. Gorgan, P. Cau, and S. Manca, "Grid based services and tools for hydrological model processing and visualization," in *Proceedings of the 2011 13th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing, SYNASC '11*, pp. 291-298, IEEE Computer Society, 2011.
6. D. Gorgan, K. Abbaspour, P. Cau, V. Bacu, D. Mihon, G. Giuliani, N. Ray, and A. Lehmann, "Grid based data processing tools and applications for Black Sea catchment basin.," in *Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2011 IEEE 6th International Conference*, vol. 1, pp. 223-228, 2011.
7. V. Bacu, D. Mihon, D. Rodila, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Grid based architectural components for SWAT model calibration," *HPCS 2011 - International Conference on High Performance Computing and Simulation*, 4-8 July, Istanbul, Turkey, ISBN 978-1-61284-381-0, pp. 193-199, IEEE, 2011.
8. D. Mihon, V. Bacu, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Tehnici de interactiune utilizator in aplicatiile de prelucrare a imaginilor satelitare - exemplificare pe baza aplicatiilor GreenView si GreenLand," *Revista Romana de Interactiune Om-Calculator*, vol. 3, no. Special issue, pp.7-44, 2010.
9. D. Mihon, V. Bacu, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Considerations on the Grid oriented environmental application development framework," *Proceedings of the 2010 IEEE 6th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing, ICCP '10*, pp. 419-426, IEEE Computer Society, 2010.
10. V. Bacu, D. Rodila, D. Mihon, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Error prevention and recovery mechanisms in the ESIP platform," *Proceedings of the 2010 IEEE 6th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing, ICCP '10*, pages 411-417, IEEE Computer Society, 2010.
11. D. Mihon, V. Bacu, R. Meszaros, G. Gelybo, and D. Gorgan, "Satellite Image Interpolation and Analysis through GreenView Application," *CISIS series, Proceedings of the 2010 International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*, pages 514-519, IEEE Computer Society, 2010. ISBN: 978-0-7695-3967-6.
12. D. Mihon, V. Bacu, T. Stefanut, and D. Gorgan, "Grid based environment application development - GreenView application," *Proceedings of the 2009 IEEE 5th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing, ICCP '09*, pp. 275- 282, IEEE Computer Society, 2009.

Capitole de carte

1. D. Mihon, V. Bacu, D. Rodila, T. Stefanut, K. Abbaspour, E. Rouholahnejad, and D. Gorgan, *Grid Based Hydrologic Model Calibration and Execution. Advanced in Intelligent Control Systems and Computer Science*, Springer-Verlag, 2013. ISBN: 978-3-642-32547-2.

Prezentări la evenimente de tip Workshop și Training

1. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, T. Stefanut, D. Rodila, and D. Gorgan, "The enviroGRIDS Tools - GreenLand platform", *Novi Sad GEO Workshop*, Novi Sad, Serbia, 19 - 21 September 2013.
2. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, T. Stefanut, D. Rodila, and D. Gorgan, "Satellite image processing through the GreenLand platform", *EnviroGRIDS Final meeting*, Batumi, Georgia, 30 October - 1 November 2012.

3. D. Mihon, V. Colceriu, V. Bacu, T. Stefanut, D. Rodila, and D. Gorgan, "GreenLand application supporting satellite image processing", EnviroGRIDS General Assembly Meeting Workshops, So_a, Bulgaria, 18-20 April 2012.
4. D. Mihon, and D. Gorgan, "Spatial Data Processing and Visualization", Computer Science Student Conference, Cluj-Napoca, 2012.
5. D. Mihon, V. Colceriu, F. B. Balcik, K. Allenbach, M. Gvilava, and D. Gorgan, "Spatial Data Exploring by Satellite Image Distributed Processing", Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, EGU2012-13278, EGU2012 - European Geosciences Union General Assembly, Vienna, April, 2012.
6. V. Bacu, D. Mihon, T. Stefanut, D. Rodila, P. Cau, S. Manca, C. Soru, and D. Gorgan, "Hydrological Scenario Using Tools and Applications Available in enviroGRIDS Portal", Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, EGU2012 - European Geosciences Union General Assembly, Vienna, April, 2012.
7. D. Mihon, D. Gorgan, V. Bacu, and D. Rodila, "SWAT Model Calibration and Execution on GRID Infrastructure by gSWAT Application", Sustainable Watershed Management (SuWaMa), September, Istanbul, 2011.
8. D. Mihon, T. Stefanut, V. Bacu, D. Rodila, and D. Gorgan, "Grid Based Environment Oriented Tools and Applications", Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011 - European Geosciences Union General Assembly, Vienna, April, 2011.
9. D. Gorgan, V. Bacu, S. Manca, G. Giuliani, D. Rodila, T. Stefanut, D. Mihon, K. Abbaspour, E. Rouholahnejad, A. van Griensven, L. Kokoszkiwicz, and P. Cau, "Tools and applications in enviroGRIDS project for spatial data processing of Black Sea catchment basin." EGI User Forum, Vilnius, 11-15 April, 2011.
10. D. Mihon, V. Bacu, D. Gorgan, R. Meszaros, G. Gelybo, and T. Stefanut, "GreenView and GreenLand applications development on SEE-GRID infrastructure", Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU2010 - European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, EGU2010-14455, eISSN: 1607-7962, 2-7 May, 2010.
11. D. Gorgan, V. Bacu, T. Stefanut, D. Rodila, and D. Mihon, "Grid based satellite image processing platform for Earth observation application development," Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, pp. 247-252, 2009.
12. D. Gorgan, D. Mihon, and V. Bacu, "GreenView - Refinement of surface and vegetation parameters in SEE region based on satellite images", SEE-GRID-SCI PSC-05, Dubrovnik, September, 2009.