

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Facultatea de Automatică și Calculatoare

TEZĂ DE DOCTORAT

Tehnici de adnotare grafică 3D în aplicațiile e-Learning

- rezumat -

Conducător științific

Prof.Dr.Ing. Dorian Gorgan

Autor

Teodor-Traian Ștefănuț

-2013-

Utilizarea tot mai extinsă a calculatoarelor în domeniul educațional, sprijinită și de evoluția tehnologică, a determinat includerea în resursele didactice a elementelor multimedia de complexitate tot mai ridicată. Similaritatea dintre modelările tridimensionale și lumea reală recomandă aceste reprezentări pentru explicarea și exemplificarea unor noțiuni și situații complexe în spațiul virtual, care pot fi astfel înțelese mai ușor de către cursanți. În același timp însă, complexitatea spațiului tridimensional generează numeroase probleme de interacțiune cu utilizatorii care nu au cunoștințe tehnice avansate.

Lucrarea de față propune noi metode de interacțiune cu utilizatorul prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale plasate direct pe suprafața obiectelor 3D. Inspirată din viața reală, această abordare asigură o modalitate naturală și eficientă de interacțiune, chiar și pentru utilizatorii fără pregătire tehnică. În vederea implementării, în cadrul acestei teze sunt propuse un model conceptual și un format de descriere care să asigure portabilitatea și interoperabilitatea între diferitele aplicații care utilizează aceste tehnici de interacțiune. Validitatea soluțiilor propuse a fost verificată în contextul e-Learning prin intermediul a două aplicații dezvoltate pe parcursul acestei activități de cercetare, intitulate eTrace și eGLE. În cadrul acestora interacțiunea prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale a fost utilizată în toate aspectele procesului didactic, de la crearea, prezentarea și analiza materialelor educaționale până la evaluarea automată a cunoștințelor.

Evaluarea cunoștințelor prin intermediul adnotărilor grafice oferă cursanților posibilitatea de a-și manifesta creativitatea și de a descrie soluții originale la problemele propuse. În același timp, instructorului îi sunt asigurate mecanismele efectuării unei evaluări complexe, prin analizarea atât a rezultatului final obținut cât și prin verificarea implicită a cunoașterii conceptelor de bază și a modalității de construire a soluției. Flexibilitatea asigurată de utilizarea adnotărilor grafice în evaluarea cunoștințelor generează însă și numeroase probleme în automatizarea acestui proces. Astfel, pentru ca această abordare să corespundă cerințelor reale ale unui sistem e-Learning în care sunt mii de participanți, în cadrul acestei teze au fost descrise structuri de modelare a evaluării răspunsurilor exprimate prin adnotare grafică tridimensională, care să asigure posibilitatea efectuării automate a întregului proces. Definirea acestora poate fi realizată de către instructor în modalități simple și eficiente, tot prin intermediul adnotărilor grafice 3D.

În vederea evaluării utilizabilității tehnicilor de interacțiune prin intermediul adnotării grafice tridimensionale plasată pe suprafața obiectelor 3D, vom prezenta în cadrul acestei teze o metodologie de testare și trei experimente dedicate care au fost concepute în acest scop. Rezultatele obținute prin aplicarea acestora pe 48 de utilizatori au confirmat gradul ridicat de utilizabilitate al acestor tehnici de interacțiune, ușurința cu care pot fi învățate, eficacitatea și eficiența în utilizare precum și un nivel crescut de naturalețe. În mod implicit au fost astfel validați și algoritmi de trasare propuși înspre implementare, descriși de asemenea în detaliu în cadrul acestei teze.

Deoarece realizarea unor modelări tridimensionale la un nivel calitativ ridicat este un proces costisitor care, în lipsa unor unelte dedicate, nu poate fi realizat decât de către specialiști IT, în cadrul platformei eGLE am propus un nou procedeu de dezvoltare bazat pe reconversia unor resurse didactice existente pentru a crea materiale noi, utilizând adnotările grafice tridimensionale sau alte procedee specifice. Arhitectura distribuită a sistemului și flexibilitatea de descriere a structurii vizuale a resurselor didactice permite accesarea a diferite elemente educaționale din locații geografice diferite, folosind protocoale de comunicare și acces distincte, totul fără a solicita un nivel avansat de cunoștințe tehnice din partea utilizatorului. Scenariile implementate au demonstrat capacitățile aplicației de a agrega în cadrul aceluiași material rezultatele unor procesări efectuate pe infrastructuri Grid, a unor simulări tridimensionale tratate pe clustere grafice dedicate și a unor informații expuse prin intermediul serviciilor OGC. Toate

elementele componente pot fi organizate și prezentate într-o formă coerentă și unitară, prin intermediul unei interfețe vizuale intuitive.

Activitatea de cercetare prezentată în cadrul acestei teze a fost susținută prin proiectele de cercetare iTrace, SEE-GRID-SCI, GiSHEO, mEducator și enviroGRIDS.

Obiective

Această lucrare își propune să prezinte noi modalități și abordări în contextul e-Learning, cu scopul de a pune la dispoziția utilizatorilor:

- posibilitatea exprimării interactive vizuale a unei game largi de concepte și cunoștințe;
- noi tehnici de comunicare și colaborare în sesiunile de lucru colaborative;
- mecanisme pentru evaluarea automată a cunoștințelor exprimate prin tehnici grafice;

Direcția principală de cercetare adoptată pentru atingerea obiectivelor menționate poate fi sintetizată astfel:

dezvoltarea unor noi tehnici de interacțiune utilizator cu scenele de obiecte 3D prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale plasate pe suprafața obiectelor din cadrul scenei

În vederea îndeplinirii obiectivelor propuse, activitatea de cercetare a fost organizată în următoarele etape principale:

- definirea unui model conceptual de descriere a adnotărilor grafice tridimensionale plasate pe suprafețe 3D oarecare;
- dezvoltarea unui format flexibil pentru codificarea informațiilor aferente adnotării;
- verificarea validității modelului propus prin aplicarea sa într-un context real: domeniul e-Learning;
- adaptarea și completarea unor algoritmi existenți în domeniul analizei suprafețelor 3D pentru a oferi suportul necesar implementării tehnicilor de interacțiune;
- dezvoltarea unor noi algoritmi și metode de trasare a adnotărilor grafice tridimensionale;
- realizarea unor mecanisme specifice de evaluare a tehnicilor de interacțiune propuse;
- dezvoltarea unor platforme e-Learning pilot care să utilizeze acest tip de interacțiune;
- descrierea și implementarea modelelor și mecanismelor necesare evaluării automate a cunoștințelor prin intermediul adnotării grafice 3D;
- studiul realizării unor materiale didactice 3D noi, pe baza unora deja existente, prin intermediul adnotării grafice tridimensionale.

Structura tezei

Contribuțiile acestei teze au fost publicate în cadrul a două capitole de carte, 5 articole în reviste indexate ISI și ACM și 19 articole la conferințe naționale și internaționale indexate ISI, ACM, IEE. Lista bibliografică este alcătuită din 141 de referințe. Conținutul lucrării a fost organizat în 9 capitole, după cum urmează:

Capitolul 1 evidențiază motivația activității de cercetare descrise în cadrul acestei teze și obiectivele propuse, prezentând contextul în care acestea au fost stabilite.

Capitolul 2 realizează o analiză a tehnicilor de interacțiune utilizator implementate în cadrul aplicațiilor e-Learning actuale. O atenție deosebită este acordată influenței pe care aceste tehnici o exercită asupra diferitelor etape ale procesului didactic: crearea materialelor, prezentarea acestora către cursanți, desfășurarea activităților de analiză colaborativă sau individuală a conținutului și evaluarea cunoștințelor. Sunt de asemenea analizate modalitățile curente de comunicare între utilizatorii aplicației (instructori și cursanți), atât cele sincrone cât și cele asincrone, fiind evidențiate avantajele dar și dezavantajele pe care acestea le prezintă. În finalul capitolului sunt discutate aspecte ale utilizabilității sistemelor actuale de e-Learning.

Capitolul 3 prezintă modalitățile curente de utilizare a adnotării grafice în interacțiunea cu utilizatorul, precum și domeniile în care acest tip de interacțiune este utilizat cu succes. Formatele și standardele uzuale de descriere a adnotărilor grafice sunt analizate pentru identificarea capabilităților de extindere în vederea codificării adnotărilor tridimensionale. De asemenea, în cadrul acestui capitol se realizează o scurtă caracterizare a dispozitivelor uzuale de intrare folosite în definirea adnotărilor grafice și o clasificare a adnotărilor în contextul e-Learning, în funcție de spațiul de reprezentare, contextul de realizare și scopul adnotării.

Capitolul 4 cuprinde descrierea modelului adnotării grafice 3D plasată pe suprafețe tridimensionale poligonale. În vederea definirii acestuia este efectuată o analiză a modalităților de reprezentare a suprafețelor 3D și sunt identificate elementele componente ale acestora. În baza observațiilor făcute este prezentat modelul conceptual al adnotării, alcătuit din: *modelul geometric*, *atributele grafice*, *specificatiile contextuale* și *lista de parametri*. Portabilitatea și transmiterea informațiilor între aplicații diferite sau între utilizatori diferiți, codificate sub forma adnotărilor grafice 3D, este realizată prin intermediul formatului XML specializat, descris în cadrul acestui capitol, format inspirat din standardul InkML. În final sunt analizate principalele probleme care apar în trasarea și reprezentarea adnotărilor grafice 3D, pentru fiecare dintre acestea fiind identificate soluții de implementare.

Capitolul 5 descrie modelul adnotării grafice tridimensionale extins și adaptat pentru utilizarea în contextul e-Learning. Sunt analizate tehnicile de interacțiune utilizator care pot fi implementate pe baza adnotărilor grafice 3D și influența acestora în diferitele etape ale procesului didactic. În vederea evaluării automate a cunoștințelor, sunt definite structuri de evaluare și sunt identificate elementele caracteristice ale acestora. Conform specificațiilor obținute este descris noul model de adnotare grafică 3D, adaptat conform cerințelor aplicațiilor e-Learning, realizându-se de asemenea extinderea formatului XML pentru a corespunde noilor structuri de date. Utilizarea adnotărilor grafice în contextul unui material didactic (denumit generic *lecție*) impune modificări structurale ale acestuia și permite introducerea unor noi tipuri de exerciții, prezentate detaliat în cadrul acestui capitol.

Capitolul 6 prezintă diferiți algoritmi de trasare și evaluare automată a adnotărilor grafice tridimensionale. Pentru eficientizarea acțiunilor de trasare a adnotărilor grafice 3D prin intermediul dispozitivelor uzuale de intrare (maus și creion grafic), sunt prezentate modalități de adaptare a unor tehnici de interacțiune utilizator bidimensionale, prin intermediul unor algoritmi specifici. Abordări similare sunt utilizate în definirea vizuală a parametrilor adnotării grafice în funcție de anumite caracteristici ale suprafeței adnotate. În vederea evaluării automate a adnotărilor grafice sunt prezentați algoritmi specifici structurilor de evaluare de tip: *punct cheie*, *set de puncte cheie*, *adnotare exemplu* și *adnotare contur*.

Capitolul 7 descrie procesul de evaluare a utilizabilității tehnicilor de interacțiune prin adnotarea grafică 3D, realizată prin două modalități distincte: *evaluare euristică* și *evaluare experimentală*. În urma analizei efectuate conform celor 10 euristici ale lui Nielsen au fost identificate anumite aspecte

importante pentru dezvoltarea interfețelor utilizator în care sunt implementate tehnici de interacțiune prin intermediul adnotărilor grafice. Evaluarea experimentală a fost realizată în două etape: 1. evaluarea comparativă a dispozitivelor de intrare *maus* și *creion grafic* prin intermediul adnotărilor grafice 2D; 2. evaluarea tehnicilor de interacțiune grafică 3D utilizând trei experimente specializate și un chestionar, cu ajutorul cărora au fost efectuate măsurători ale eficienței, eficacității, ușurinței de învățare și gradului de naturalitate a acestor tehnici de interacțiune. Rezultatele obținute confirmă faptul că adnotarea grafică 3D are un nivel ridicat de utilizabilitate.

Capitolul 8 prezintă experimentele realizate în domeniul e-Learning prin dezvoltarea aplicațiilor eTrace și eGLE. În cazul aplicației eTrace, tehnicile principale de interacțiune a utilizatorilor cu materialele didactice sunt implementate prin adnotări grafice 2D și 3D. Experimentele de utilizabilitate efectuate cu ajutorul aplicației eTrace au revelat numeroase dintre avantajele dar și dintre limitările acestui tip de interacțiuni. Aplicația eGLE permite crearea de resurse educaționale complexe, prin agregarea de informații accesate din locații diferite, prin protocoale de comunicare diferite. Alături de prezentarea unitară a acestora, eGLE oferă instructorilor și posibilitatea de a defini în cadrul aceleiași resurse tipuri diferite de interacțiune cu utilizatorul, în funcție de specificul fiecărui element component (imagine, reprezentare 3D, text, fișier video etc.). Adresând problematica dificultăților întâmpinate în crearea unor modelări tridimensionale cu scop didactic, de un înalt nivel calitativ, în cadrul acestui capitol sunt prezentate abordări de reutilizare și adaptare a unor resurse deja existente, prin intermediul adnotărilor grafice 3D, pentru obținerea unor noi elemente educaționale.

Capitolul 9 Sintetizează concluziile, contribuțiile acestei teze, principalele realizări ale activității de cercetare prezentate și direcțiile viitoare de dezvoltare.

Contribuțiile tezei

Contribuțiile principale ale acestei teze de doctorat sunt:

- propunerea unui model formal de descriere a adnotării grafice 3D plasată pe suprafața obiectelor 3D poligonale;
- dezvoltarea unui format XML, inspirat din standardul InkML, pentru reprezentarea adnotărilor grafice 3D;
- identificarea problemelor principale în trasarea adnotărilor grafice tridimensionale plasate pe suprafețe 3D și discutarea posibilelor soluții ale acestora; [publicații nr: 8]
- identificarea unor noi tehnici de interacțiune cu utilizatorul, prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale, în contextul aplicațiilor e-Learning; [publicații nr: 21, 23]
- extinderea modelului de bază al adnotărilor grafice 3D plasate pe suprafețe 3D pentru a corespunde necesităților domeniului e-Learning, atât la nivel formal cât și la cel de structură a formatului de date sau de descriere în limbaj XML;
- definirea formală a unor mecanisme și modele de evaluare automată a cunoștințelor descrise prin adnotări grafice tridimensionale plasate pe suprafețe 3D, precum și a unor algoritmi specializați de aplicare a acestor modele; [publicații nr: 18]
- identificarea unor noi tipuri de exerciții ce pot fi aplicate în evaluarea cunoștințelor prin intermediul aplicațiilor e-Learning; [publicații nr: 17]
- descrierea de noi tehnici de interacțiune utilizator care permit definirea adnotărilor grafice tridimensionale plasate pe suprafețe 3D poligonale oarecare; [publicații nr: 8]

- adaptarea unor algoritmi specifici din literatură pentru determinarea automată a formei tridimensionale a adnotării grafice, conform unor instrucțiuni bidimensionale;
- dezvoltarea unei metodologii de testare și a unor experimente specifice evaluării tehnicilor de interacțiune cu utilizatorul bazate pe adnotarea grafică 2D și 3D; [publicații nr: 22, 24]
- formularea unor recomandări în implementarea tehnicilor de interacțiune prin adnotarea grafică 3D în interfețele utilizator, pe baza evaluării euristice și a rezultatelor experimentale obținute;
- realizarea primei aplicații e-Learning în care majoritatea tehnicilor de interacțiune cu materialele didactice sunt implementate prin intermediul adnotărilor grafice; [publicații nr: 20, 23]
- dezvoltarea platformei e-Learning eGLE care permite accesarea resurselor didactice din surse distribuite și integrarea mai multor tehnici de interacțiune cu utilizatorul în cadrul aceleiași resurse educaționale; [publicații nr: 4, 6, 12]
- propunerea unor noi metode de creare a resurselor didactice, pe baza materialelor deja existente, prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale; [publicații nr: 1, 3]

Lucrări publicate

Capitole de carte

1. **T. Ștefănuț**, D. Gorgan, E. Kaldoudi, N. Dovrolis și S. Dietze. Creating Educational Resources for Medical Education in the Web2.0/Web3.0 Era. *Information Systems and Technology for Organizations in a Networked Society*. [Online]. IGI Global, 2013. pp. 275–294. doi:10.4018/978-1-4666-4062-7.ch015
2. D. Petcu, D. Zaharie, M. Neagul, S. Panica, M. Frîncu, D. Gorgan, **T. Ștefănuț** și V. Băcu. Remote Sensed Image Processing on Grids for Training in Earth Observation. În cartea *Image Processing*, editată de Yung-Sheng Chen. [Online]. Publicată de InTech. ISBN 978-953-307-026-1, pp. 115–140, 2009

Articole în jurnale

3. **T. Ștefănuț**, D. Gorgan, N. Dovrolis și E. Kaldoudi. Modelarea reutilizării resurselor în domeniul medical prin intermediul rețelelor sociale și a internetului semantic. *Revista Română de Interacțiune Om – Calculator*, Volumul 5 (1), ISSN 1843-4460, pp. 1–18, 2012
4. D. Petcu, S. Panica, M. Frîncu, M. Neagul, D. Zaharie, G. Macariu, D. Gorgan și **T. Ștefănuț**. Experiences in building a Grid-based platform to serve Earth observation training activities. *Computer Standards & Interfaces*, Volumul 34 (6), pp. 493–508, 2012
5. D. Gorgan, **T. Ștefănuț**, M. Mărginean și V. Băcu. Dezvoltarea și Utilizarea Materialelor Educaționale în Mediul eGLE. *Revista Română de Interacțiune Om - Calculator*, Volumul 3 (2), ISSN 1843-4460, pp. 139–156, 2010
6. D. Gorgan, **T. Ștefănuț**, V. Băcu, D. Mihon și D. Rodilă. Grid based Environment Application Development Methodology. În *Large-Scale Scientific Computing*, Springer Journal LNCS 5910, ISBN 978-3-642-12534-8, pp. 499–506, 2010
7. D. Gorgan, **T. Ștefănuț** și V. Băcu. Grid based Training Environment for Earth Observation. Publicat de Springer-Verlag în N. Abdennadher și D. Petcu (Eds.): *GPC 2009, LNCS 5529*, pp. 98–109, 2009

Articole prezentate la conferințe

8. **T. Ștefănuț**. Tehnici de interacțiune utilizator pentru trasarea adnotărilor grafice 3D plasate pe suprafețe poligonale 3D. *RoCHI 2013 - Conferința Națională de Interacțiune Om-Calculator*. 2-3 septembrie 2013, Cluj-Napoca, România (în curs de tipărire)
9. **T. Ștefănuț**, D. Gorgan, N. Dovrolis, E. Kaldoudi și S. Dietze. Creating Medical Related Learning Resources Using Repurposing Procedures and Semantic Web Functionalities. *Proceedings of Iadis e-Society International Conference 2012*. 10-13 martie, Berlin, Germania. ISBN: 978-972-8939-67-0, pp. 52–59, 2012
10. C. M. Mocan, **T. Ștefănuț** și D. Gorgan: Virtual Geographical Space Visualization Based on a High-Performance Graphics Cluster. *Proceedings of 36th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics - MIPRO 2011*. 20-24 mai, Opatija, Croatia. pp. 336–341, 2011
11. **T. Ștefănuț**, G. Popescu și D. Gorgan. Elearning platform for educational resources repurposing in Earth Observation. *12th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing – SYNASC 2010*. 23-26 septembrie, Timișoara, România. ISBN: 978-076954324-6, pp. 308–314, 2010
12. M. Mărginean și **T. Ștefănuț**. Unelte Interactive pentru Dezvoltarea Lecțiilor în Sisteme Colaborative de eLearning. *RoCHI2010 – Conferința Națională de Interacțiune Om-Calculator*. 3-5 septembrie, București, România. ISSN 1843-4460, pp. 65–70, 2010
13. **T. Ștefănuț**, M. Mărginean și D. Gorgan. Tools based eLearning platform to support the development and repurposing of educational material. *12th Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing – MEDICON 2010*. 27-30 mai, Chalkidiki, Grecia. ISBN: 978-364213038-0, ISSN: 16800737, pp. 955–958, 2010
14. D. Gorgan, A. Bartha și **T. Ștefănuț**. Graphics cluster based visualization of 3D medical objects in lesson context. *Final Program and Abstract Book - 9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine – ITAB 2009*. 4-7 noiembrie, Larnaca, Cipru. ISBN: 978-142445379-5, 2009
15. **T. Ștefănuț**, V. Bâcu și D. Gorgan. Crearea și Execuția Lecțiilor în cadrul Platformei eLearning eGLE. *RoCHI2009 – Conferința Națională de Interacțiune Om-Calculator*. 3-4 septembrie, Cluj-Napoca, România. ISSN 1843-4460, pp. 13–18, 2009
16. **T. Ștefănuț**, V. Bâcu și D. Gorgan. eLearning Lesson Development and Execution Based on gProcess Workflow Description Platform and eGLE E-learning Platform. *HiPerGRID - 3rd International Workshop on High Performance Grid Middleware*. 28 mai, București, România. ISSN: 2065-0701, pp. 431–436, 2009
17. D. Gorgan și **T. Ștefănuț**. Knowledge Assessment for Annotation Techniques on Medical eLearning Objects. *Proceedings of the Twenty-First IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*. 17-19 iunie, Jyväskylä, Finlanda. ISBN: 978-0-7695-3165-6, pp. 379–384, 2008
18. D. Gorgan, **T. Ștefănuț**, M. Vereș și I. Gaboș. Knowledge Assessment Based on Evaluation of 3D Graphics Annotation in Lesson Context. *Proceedings of HCI and Usability for Education and Work, 4th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society – USAB 2008*. 20-21 noiembrie, Graz, Austria. ISBN: 978-3-540-89349-3, pp. 145–160, 2008
19. **T. Ștefănuț** și D. Gorgan. Tehnici de adnotare grafică în eLearning. *RoCHI2008 – Conferința Națională de Interacțiune Om-Calculator*. 18-19 septembrie, Iași, România. ISSN 1843-4460, pp. 143–146, 2008

20. **T. Ștefănuț** și D. Gorgan. Annotation on 3D Objects by eTrace eLearning System. *The 8th International Conference on Technical Informatics – Conti'2008*. 5-6 iunie, Timișoara, România. ISSN: 1844-539X, pp. 159–163, 2008
21. **T. Ștefănuț** și D. Gorgan. Graphical annotation based interactive techniques in eTrace eLearning environment. *Proceedings of the 4th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education" – eLSE 2008*. 17-18 aprilie, București, România. ISBN: 978-973-749-362-0, pp. 187–194, 2008
22. **T. Ștefănuț** și D. Gorgan. Măsurarea utilizabilității tehnicilor de adnotare grafică. *RoCHI2007 – Conferința Națională de Interacțiune Om-Calculator*. 20-21 septembrie, Constanța, România. ISSN 1843-4460, pp. 55–60, 2007
23. D. Gorgan, **T. Ștefănuț** și B. Gavrea. Pen Based Graphical Annotation in Medical Education. *20th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems – CBMS 2007*, 20-22 iunie, Maribor, Slovenia. ISBN: 0-7695-2905-4, pp. 681–686, 2007
24. D. Gorgan și **T. Ștefănuț**. Graphics annotation usability in eLearning applications. *1st International Workshop on Pen-Based Learning Technologies – PLT 2007*. 24-25 mai, Catania, Italia. ISBN: 978-076952942-4, pp. 131–136, 2007

Prezentări la evenimente de tip Workshop, Training

1. Virtual Training Center based on eGLE eLearning Platform, *EnviroGRIDS Final meeting*, Batumi, Georgia, 30 octombrie - 1 noiembrie 2012
2. Earth Observation oriented teaching materials development based on OGC Web services and Bashyt generated reports, *EGU 2012 - European Geosciences Union General Assembly*, Viena, Austria, 22-27 aprilie 2012
3. eGLE – Grid Oriented Scenarios, *5th Grid and e-collaboration Workshop: from Digital Repositories to Digital Earth Communities*, ESA/ESRIN Frascati, Italia, 12 Mai 2010
4. Grid-based platform for training in Earth Observation, *EGU 2010 - European Geosciences Union General Assembly*, Viena, Austria, 2-7 mai 2010
5. eGLE - GiSHEO eLearning Environment, *GiSHEO Training*, Timișoara, România, 27 septembrie 2009
6. Lesson Patterns and Templates for Flexible Teaching Content Development Based on GRID Technology, *Third edition of Grid training days in Timisoara*, Timișoara, România, 18-19 decembrie 2008