

Optimizarea interfețelor grafice pentru aplicațiile de prelucrare a datelor spațiale

Vasile Dănuț Mihon, Vlad Colceriu, Victor Băcu, Teodor Ștefănuț, Dorian Gorgan

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Str. Memorandumului, 28, Cluj-Napoca

{vasile.mihon, vlad.colceriu, victor.bacu, teodor.stefanut, dorian.gorgan}@cs.utcluj.ro

REZUMAT

Noile direcții de cercetare din domeniul Știința Pământului, impun dezvoltarea de aplicații din ce în ce mai performante, atât din punct de vedere computațional, cât și în ceea ce privește creșterea gradului de satisfacție al utilizatorilor. Realizarea acestor cerințe (din perspectiva conceptului de utilizabilitate) presupune mascarea complexității sistemului de calcul, prin optimizarea modulelor existente la nivelul interfeței grafice. Principalele direcții de optimizare, descrise în cadrul acestei lucrări, sunt: dezvoltarea interactivă a scenariilor de execuție a datelor spațiale, organizarea vizuală a acestor scenarii, gestionarea facilă a resurselor de date, execuția, monitorizarea și vizualizarea rezultatelor etc.

Cuvinte cheie

Optimizare, interfață grafică, utilizabilitate, metode interactive, tehnici de interacțiune, date spațiale.

Clasificare ACM

H5.2. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

INTRODUCERE

Creșterea în popularitate a domeniului Geographic Information System (GIS) a atras după sine o multitudine de cerințe noi, atât în ceea ce privește puterea de procesare a datelor, cât și creșterea gradului de satisfacție al utilizatorilor.

Pentru o mai bună acuratețe a implementării scenariilor complexe (ex.: predicția fenomenelor naturale), este nevoie de prelucrarea unui volum mare de date spațiale, în anumite situații fiind necesară folosirea unor platforme distribuite de calcul. Lucrarea de față oferă soluții de prelucrare a fenomenelor (experimentelor, scenariilor) din domeniul Știința Pământului, folosind infrastructura Grid [1] pentru obținerea unor performanțe de calcul superioare.

Creșterea în complexitate a scenariilor de execuție GIS, implică partiționarea acestora într-o serie de module interconectate care conferă scenariului un anumit flux de procesare a datelor. Specificarea manuală a relațiilor dintre aceste module constituie o încetinire a întregului proces de dezvoltare, precum și o diminuare a utilizabilității aplicației. Soluția propusă în cadrul lucrării oferă o soluție semi-automată, în care utilizatorii pot specifica aceste inter-conexiuni în mod interactiv, prin intermediul uneltelor existente la nivelul platformei GreenLand [2, 3].

Pornind de la noțiunea de partiționare a scenariului GIS în module independente, s-a ajuns la modalitatea de reprezentare a acestor concepte prin intermediul grafurilor neorientate. Fiecare nod reprezintă un modul, iar relațiile dintre acestea se identifică prin arcele interne grafului.

Deși construirea scenariilor de execuție revine în sarcina specialiștilor din domeniul Știința Pământului, variații ale acestor modele pot fi realizate și de către alte categorii de utilizatori. Această extensie a platformei GreenLand, se adresează cerințelor: utilizatorilor novice (care nu dețin cunoștințe din domeniul Știința Pământului, fiind interesați în special de vizualizarea rezultatelor în scop educativ sau informațional), persoanelor din domeniul administrativ (care realizează studii în ceea ce privește impactul acestor scenarii asupra bunurilor pe care le administrează), specialiștilor care dezvoltă astfel de fenomene etc.

Pe lângă soluțiile descrise anterior, platforma GreenLand realizează și o optimizare a interfeței grafice, în vederea creșterii utilizabilității sistemului și a gradului de satisfacție al utilizatorilor. În acest context, prin optimizare se înțelege reducerea timpului și a complexității realizării de către utilizatori a sarcinilor de lucru. Astfel, au fost introduse hărțile interactive care facilitează colectarea datelor de intrare, precum și analiza rezultatelor obținute în urma prelucrării acestor date.

Organizarea și gestionarea resurselor platformei sunt esențiale în ceea ce privește realizarea cerințelor-utilizator. În acest sens, au fost introduse noțiunile de: container virtual pentru gestionarea scenariilor și a structurii acestora, lucru colaborativ în vederea realizării obiectivelor comune unui grup de utilizatori, standardizarea modului de expunere a datelor (care facilitează folosirea acelorași tehnici de interacțiune în cadrul mai multor platforme) etc.

LUCRĂRI ASEMĂNĂTOARE

Majoritatea sistemelor de prelucrare a datelor spațiale se adresează dezvoltării scenariilor de complexitate medie, ceea ce permite folosirea infrastructurilor non-distribuite pentru execuția acestora. Drept urmare, descrierea interactivă a scenariilor nu este de neapărată trebuință.

Există, în schimb, platforme utilizate în special pentru prelucrarea scenariilor complexe, care dispun de editoare de grafuri (Pegasus [4] și GridFlow [5]), facilitând astfel întregul proces de dezvoltare a acestor fenomene. Metodele abordate sunt asemănătoare cu cele propuse în cadrul platformei GreenLand, fiecare nod al grafului

încapsulând un algoritm (funcție matematică) care descrie funcționalitatea unui modul al scenariului complex.

Infrastructura de calcul folosită pentru prelucrarea algoritmilor GIS, reprezintă un alt criteriu de clasificare a aplicațiilor. Există astfel platforme (Sextante [6], Quantum GIS [7]) care nu necesită resurse puternice de calcul. Pe de altă parte sistemele [8, 9] dezvoltate pentru infrastructurile Grid și Cloud oferă utilizatorilor soluții fezabile de prelucrare a scenariilor complexe, într-un timp rezonabil.

Folosirea standardelor de prelucrare a datelor spațiale reprezintă o tendință modernă în ceea ce privește dezvoltarea aplicațiilor ([8], [9], [10]) din domeniul Știința Pământului. Necesitatea de însușire de către utilizatori, a unui număr restrâns de acțiuni (metode), reprezintă unul dintre avantajele folosirii standardelor, întrucât majoritatea platformelor care implementează standardul respectiv pun la dispoziția utilizatorilor un set comun de tehnici de interacțiune.

Platforma GreenLand implementează conceptele descrise anterior, soluțiile propuse diferențindu-se de cele existente prin:

Folosirea aplicației de către un grup variat de utilizatori, din diferite domenii de activitate;

Extinderea interactivă a setului de scenarii, la alte discipline din domeniul Știința Pământului;

Organizarea grafurilor pe nivele ierarhice, un nod putând conține un alt nod interior, denumit sub-graf. Recursivitatea poate continua pe mai multe nivele, fără să existe o limită impusă de sistem;

Dezvoltarea colaborativă a grafurilor, pentru a satisface cerințele comune unui grup de utilizatori;

Folosirea infrastructurii Grid pentru execuția paralelă și distribuită a datelor.

ELEMENTE DE OPTIMIZARE A INTERFEȚEI GRAFICE

Prin optimizarea interfeței aplicațiilor de prelucrare a datelor spațiale, se înțelege dezvoltarea și îmbunătățirea tehnicilor de interacțiune cu utilizatorul, în vederea creșterii satisfacției acestuia și a utilizabilității sistemului. Reducerea timpilor de execuție a sarcinilor-utilizator, identificarea facilă a datelor de intrare, simplificarea pașilor necesari pentru prelucrarea scenariilor GIS, reprezintă cele mai importante direcții în cadrul procesului de optimizare a interfețelor grafice.

Descrierea interactivă a scenariilor de execuție

Platforma GreenLand oferă utilizatorilor posibilitatea de a dezvolta scenarii GIS complexe, prin intermediul cărora pot fi: simulate fenomenele naturale, modelate bazinele hidrologice, clasificate zonele de interes dintr-o anumită regiune geografică etc. Pentru o mai bună gestiune a acestora s-a convenit asupra modalității de reprezentare a scenariilor sub formă de grafuri neorientate, fiecare nod reprezentând un algoritm (funcție matematică) folosit în cadrul experimentului.

Descrierea în această formă este benefică din două puncte de vedere. Primul se referă la simplificarea sarcinilor-utilizator prin reducerea procesului la reprezentarea

vizuală a nodurilor și a conexiunilor. În acest caz pot fi aplicate direct de către sistem, anumite reguli de validare (ex.: conectarea a două noduri de același tip). Al doilea beneficiu constă în simplificarea modelului de date, prin care se realizează memorarea și actualizarea periodică a scenariilor.

Proprietatea de aciclitare reprezintă o altă caracteristică a acestor grafuri, prin care sistemul este protejat de execuția în buclă a scenariilor dezvoltate de utilizatori. Descrierea manuală a acestora este aproape imposibilă, datorită numărului mare de dependențe între algoritmi și metodele folosite. O posibilă soluție constă în punerea la dispoziție a unui mediu de dezvoltare, în care utilizatorii să aibă posibilitatea de a specifica interactiv toate aceste conexiuni.

Reprezentarea scenariilor sub formă de grafuri

Structura generală a unui astfel de graf [3] este prezentată în Figura 1. După cum se poate observa, acest model conține trei operatori (OP1, OP2 și OP3) și sub-graful imbricat SW1. Operatorii reprezintă entități atomice, care nu mai pot fi partiționate, conținând implementarea unor algoritmi sau funcții matematice. Pe de altă parte, sub-grafurile reprezintă structuri complexe, care pot fi expandate în mod recursiv. Pornind de la acest concept, este posibilă vizualizarea conținutului sub-grafului SW1, sub forma structurii OP4-SW2-OP5.

Relațiile dintre nodurile grafului sunt specificate prin intermediul arcelor uni-direcționale, care au rolul de a conecta ieșirea unui nod la intrarea nodului următor. Pornind de la un nod rădăcină, se realizează în acest fel întregul flux de procesare a scenariilor GIS complexe.

Platformele existente, folosesc limbaje descriptive (ex.: XML) pentru reprezentarea internă a scenariilor GIS. Dezvoltarea și modificarea manuală a acestor formate este un proces costisitor, care poate fi realizat numai de către persoane care dețin cunoștințe solide în utilizarea unor astfel de limbaje.

Soluția propusă în cadrul platformei GreenLand are la bază același concept (de reprezentare a scenariilor în formatul XML), dar oferă în schimb un mediu de dezvoltare vizuală a scenariilor, putând fi folosit de către orice categorie de utilizatori, fără a ține seama de

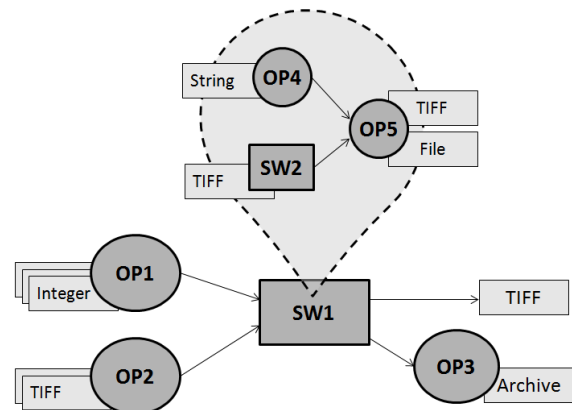


Figura 1. Reprezentarea grafică a scenariilor GIS

competențele acestora. Formatul XML este folosit și în cadrul execuției pe infrastructura Grid, el conținând toate elementele necesare procesării: modulele din scenariu (reprezentate ca noduri ale grafului), conexiunile dintre acestea (identificate prin arcele grafului) și setul de date spațiale (folosite ca intrări de bază).

Dezvoltarea scenariilor, de către utilizatori, presupune accesul la o bază de algoritmi-geospațiali, care pot fi folosiți ca noduri în cadrul grafului. În locul editării fișierelor XML, utilizatorii au posibilitatea de poziționare și actualizare a elementelor din graf prin intermediul dispozitivului Maus. Acest mod de descriere a scenariilor complexe, reduce semnificativ numărul de erori introduse de utilizatori ca urmare a modificării structurii XML. Astfel, timpul necesar pentru efectuarea sarcinilor de lucru scade considerabil, în timp ce gradul de satisfacție al utilizatorilor crește.

Reguli și constrângeri pentru dezvoltarea interactivă a grafurilor

Platforma GreenLand are implementate un set de constrângeri și reguli de validare [3], care se aplică automat, în funcție de acțiunile-utilizator efectuate la nivelul interfeței grafice:

Suprapunerea nodurilor: există definită o distanță minimă (d) între două noduri adiacente. În cazul în care utilizatorul încearcă plasarea unui nod într-o vecinătate care nu respectă această proprietate, nodul curent este poziționat automat în regiunea corectă;

Interconectarea nodurilor: fiecare nod al grafului reprezintă abstractizarea unui algoritm sau a unei funcții matematice. La fel cum acestea pot avea mai multe variabile de intrare și de ieșire, în mod similar nodul conține un set finit de intrări și ieșiri. Procesul de interconectare se poate realiza numai între ieșirea și intrarea a două noduri diferite;

Potrivirea tipurilor de date: un arc reprezintă o legătură uni-direcțională între două entități, pentru care ieșirea nodului de plecare este identică (ca tip de date) cu intrarea nodului final;

Aciclitarea grafului: în matematică există noțiunea de graf ciclic. Aceasta presupune existența unei secvențe de noduri, pentru care primul și ultimul element sunt identice, existând astfel posibilitatea de parcurgere infinită a acestei secvențe.

Soluția adoptată în cadrul platformei GreenLand, folosește noțiunea de graf neorientat aciclic, eliminând astfel posibilitatea introducerii de către utilizatori a buclilor de execuție infinită;

Graf nenul: presupune existența a cel puțin un nod în scenariul descris de către utilizatori.

Accesul partajat la resurse și dezvoltarea colaborativă a scenariilor, fac parte dintre funcționalitățile unelei de dezvoltare interactivă. Există astfel posibilitatea ca un grup de utilizatori să colaboreze pentru realizarea intereselor comune, actualizând (iterativ și interactiv) structura descrisă prin intermediul grafului.

Studiu de caz: dezvoltarea indicelui de vegetație NDVI

În Figura 2 este descris procesul de clasificare a zonelor de vegetație din regiunea geografică Istanbul [2], obținută prin aplicarea indicelui de vegetație Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).

Reprezentarea (sub formă de graf) scenariului, este identică cu cea din Figura 2a, intrările și ieșirile fiind specificate în mod abstract (ex.: banda Red și NIR), fără a fi nevoie de resursele fizice asociate acestor date. În timpul execuției (Figura 2b) aceste intrări sunt instanțiate cu imagini satelitare existente în baza de date GreenLand.

În acest caz, utilizatorul dorește pseudo-colorarea rezultatului NDVI, specificând următoarea paletă de culori: verde (pentru zonele de vegetație), albastru (suprafețele de apă) și roșu (regiunile urbane). Clasificarea obținută în urma execuției acestui scenariu este prezentată în Figura 2b.

Modelul de organizare a scenariilor de execuție

În urma dezvoltării interactive a scenariilor complexe, acestea devin disponibile spre execuție. A fost necesară implementarea unui model de organizare a acestora, datorită faptului că există posibilități multiple de combinare a scenariilor: același graf executat de mai multe ori, existența unui nod ca sub-graf în cadrul unui scenariu etc.

Luând în considerare aceste aspecte a fost propusă o soluție care să simplifice procedura prin care utilizatorii au acces la informațiile scenariului în ceea ce privește: datele de intrare, starea execuției, interpretarea și vizualizarea rezultatelor. Soluția adoptată introduce noțiunea de proiect, care poate fi definit ca un container virtual care păstrează datele esențiale despre starea scenariilor: denumire, data la care a fost creat și starea execuției. Aceste informații sunt considerate ca fiind esențiale pe parcursul întregii activități a utilizatorului, în cadrul sesiunii de lucru.

În interior, proiectul conține un număr finit de scenarii de

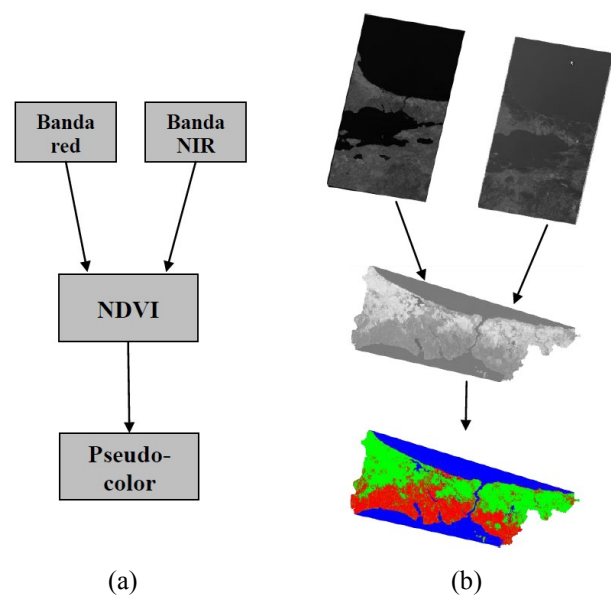


Figura 2. (a) Reprezentarea indicelui NDVI sub formă de graf; (b) Rezultatul obținut în urma prelucrării indicelui NDVI

utilizare (denumite workflow-uri), selectate de acesta din lista de intrări, disponibilă la nivelul platformei GreenLand. Trebuie remarcat faptul că în cadrul aceluiași proiect, un scenariu poate să apară de mai multe ori. Motivația constă în faptul că utilizatorul dorește să efectueze o analiză comparativă asupra aceluiași fenomen, instanțiat cu date de intrare diferite. Această analiză poate avea în vedere regiuni geografice diferite, sau aceeași zonă de interes, dar analizată în perioade diferite de timp.

Pentru a avea acces la conținutul unui proiect, este nevoie de o singură acțiune-utilizator și anume: selectarea proiectului folosind dispozitivul maus sau tastele direcționale.

În Figura 3 este prezentat modul de organizare a proiectelor GreenLand (coloana din stânga). Se poate observa faptul că proiectul *Demo project* conține trei instanțe ale aceluiași scenariu (*SubsetPDG*) care are ca si efect decuparea unei imagini satelitare în funcție de coordonatele specificate de utilizator.

Pentru a facilita acțiunile-utilizator asupra acestor entități, sistemul oferă funcționalitatea de căutare, adaugare, ștergere și redenumire a proiectelor și a scenariilor (workflow-urilor) atașate.

Gestionarea datelor spațiale

Trebuie remarcat faptul că fiecare scenariu, prezentat în Figura 3, are o listă de intrări, care trebuie populate de către utilizatori înaintea procesului de prelucrare. Datorită numărului variat de date spațiale și a distribuției geografice a acestora, este necesară implementarea unui mecanism care să faciliteze gestiunea informațiilor de către utilizatori.

Platforma GreenLand oferă suport pentru trei tipuri de date spațiale: imagini satelitare (Landsat, MODIS etc.), imagini aeriene (SPOT, QuickBird etc.) și date măsurate la nivelul suprafeței terestre. Principalele caracteristici ale imaginilor satelitare, constă în faptul că au o gamă largă de acoperire a regiunilor geografice, perioada de revizitare a aceleiași zone fiind de 1 sau 8 zile. Acestea sunt folosite în special în cazul predicției fenomenelor naturale și a scenariilor complexe.

Demo project Created at: Oct 4th, 2012 Status: Content provided	<input type="checkbox"/> BlackSeaMosaicPDG
	<input checked="" type="checkbox"/> SubsetPDG (3 instances)
	<input type="checkbox"/> SubsetPDG_1
	<input type="checkbox"/> SubsetPDG_2
	<input type="checkbox"/> SubsetPDG_3
	<input type="checkbox"/> Density SlicingPDG
	<input type="checkbox"/> LandsatAtmosphericCorre
Mosaic use case Created at: Apr 12, 2012 Status: Execution completed	
Sofia_test Created at: Apr 18, 2012 Status: Execution completed	
Project Created at: Jul 5, 2012 Status: Execution completed	
Project_DS Created at: Jul 6, 2012 Status: Execution completed	
Project_DS1 Created at: Jul 11, 2012	

Figura 3. Organizarea scenariilor de utilizare

Imaginile aeriene, pe de altă parte au o rezoluție foarte bună (1-50 metri), oferind informații mult mai detaliate decât imaginile satelitare. Organizarea datelor în cazul primele două categorii se realizează sub formă de benzi spectrale, folosind formate digitale. Valorile identificate în cazul măsurătorilor efectuate la nivelul suprafeței terestre, sunt păstrate în tabele digitale sau pe hârtie.

Expunerea standardizată a datelor

De obicei pentru stocarea informațiilor spațiale sunt folosite depozite de date, care implementează politici proprietare de access. Procesul de folosire a imaginilor satelitare, de către utilizatori novice în domeniul Știința Pământului, este mult îngreunat din cauza modalităților diferite de acces, căutare și achiziționare a acestora.

Deși există mai multe standarde de prelucrare a datelor (International Organization for Standardization – ISO, Organization for the Advancement of Structured Information Standards – OASIS etc.), conceptele propuse în cadrul lucrării de față folosesc Open Geospatial Consortium (OGC) [11], datorită faptului că oferă cele mai complete soluții în ceea ce privește gestionarea imaginilor satelitare.

Odată cu implementarea standardului OGC, gradul de utilizabilitate al sistemelor GIS a crescut foarte mult. Drept urmare, utilizatorii pot folosi un set restrâns de tehnici de interacțiune pentru accesul, căutarea și extragerea informațiilor spațiale, indiferent de tipul și structura de organizare a depozitelor de date.

Extragerea unui sub-set de date, din imaginea inițială (Figura 4), reprezintă un alt avantaj al folosirii serviciilor OGC. Singura acțiune utilizator constă în specificarea adresei depozitului de date. Drept urmare, sistemul realizează conexiunea dorită, populând în mod automat elementele grafice (ex.: lista *Layers* conține toate imaginile satelitare existente în baza de date) cu informații valide, preluate din metadatele depozitului respectiv.

Extragerea informațiilor de interes implică selectarea de pe harta interactivă a unei regiuni geografice (Figura 4). Această tehnică de interacțiune are ca efect creșterea gradului de utilizabilitate al sistemului, întrucât nu mai este necesară interpretarea manuală a coordonatelor imaginii satelitare, a descoperirii regiunii geografice și a specificării manuale a zonei din care se dorește extragerea datelor.

Trebuie remarcat faptul că selecția are tot timpul o formă dreptunghiulară (ABCD), fiind realizată prin următoarele acțiuni-utilizator:

Se identifică punctul de pornire (A) de pe hartă, prin utilizarea butonului de clic a dispozitivului maus;

Determinarea punctului final al selecției (D) se specifică prin deplasarea maus-ului pe harta interactivă, timp în care poziția punctului D se actualizează conform deplasării dispozitivului. Pe tot parcursul acestui proces, regiunea selectată este marcată printr-un dreptunghi verde;

Eliberarea butonului maus are ca efect specificarea finală a regiunii de interes. În cazul în care regiunea definită de utilizator este în afara imaginii satelitare, sistemul o redimensionează automat astfel încât selecția rezultată să fie validă.

Specificarea datelor de intrare

Există trei mecanisme prin care utilizatorii pot încărca date în cadrul platformei GreenLand: fișier cu fișier, achiziționare prin intermediul serviciilor OGC și extragerea automată a informațiilor din depozite de date situate la distanță. Prin utilizarea acestor trei metode, se acoperă majoritatea cerințelor-utilizator, în ceea ce privește specificarea intrărilor în cazul prelucrării imaginilor satelitare.

Prima metodă este ideală pentru scenariile de complexitate redusă, care conțin un număr mic de intrări (ex.: cel mult 5 elemente). Al doilea mecanism se poate folosi în aceleași cazuri ca și primul, cu mențiunea faptului că este recomandat atunci când utilizatorul nu are stocate datele pe calculatorul personal, ci acestea trebuie descărcate din depozite situate la distanță.

Simplificarea sarcinii utilizatorilor de a aloca date valide pentru fiecare intrare a scenariilor complexe care urmează a fi executate, reprezintă o altă optimizare efectuată la nivelul interfeței grafice GreenLand. Există situații (în special predicția fenomenelor naturale) care necesită un număr foarte mare de intrări. Soluția de automatizare propusă în cadrul acestei lucrări, reduce semnificativ durata și complexitatea realizării de către utilizatori a acestei sarcini, contribuind totodată și la creșterea gradului de utilizabilitate a sistemului.

Extragerea automată a datelor de interes este posibilă pe baza criteriilor specificate de utilizatori. Un exemplu în acest sens îl constituie scenariul denumit *Mosaic*, prin intermediul căruia utilizatorul are posibilitatea de predicție a calității și cantității apei din bazinul Mării Negre [2]. Singurele informații pe care utilizatorul trebuie să le specifice sunt: benzile de interes din cadrul imaginilor satelitare și anul de achiziționare a acestora.

În momentul lansării cererii, sistemul realizează o căutare automată în două depozite de date externe, identificând datele care corespund criteriilor specificate de utilizator.

S-a constatat, din punct de vedere statistic, că rezultatul operației de căutare generează în medie un număr de 90 de benzi satelitare, care devin intrări ale algoritmului *Mosaic*. Specificarea manuală a acestora reprezintă o sarcină complexă, a cărei durată este de ordinul orelor.

Vizualizarea rezultatelor

Folosirea hărților interactive (pentru vizualizarea și interpretarea rezultatelor obținute în urma prelucrării datelor spațiale) reprezintă un câștig în ceea ce privește utilizabilitatea sistemului și gradul de satisfacție al utilizatorilor. Acest câștig are în vedere atât calitatea procesului de vizualizare (suprapunerea imaginilor geo-referențiate peste hartă) cât și reducerea duratei de realizare a sarcinii respective (în abordarea tradițională, utilizatorul este nevoit să descarce rezultatul pe calculatorul personal, să deschidă un editor de imagini, să încarce imaginea finală, după care urmează procesul de vizualizare și analiză).

Avantajul folosirii hărților interactive (ESRI în cazul de față [12]), constă în faptul că acestea suportă suprapunerea imaginilor geo-referențiate. În acest fel, procesele de analiză și vizualizarea a elementelor de interes sunt mult îmbunătățite. Mai mult, există posibilitatea de aplicare a efectului de transparență asupra imaginii încărcate, de a vizualiza rezultatul până la cele mai mici detalii, de deplasare interactivă a conținutului etc.

Adăugarea noțiunii de realitate îmbogățită pentru afișarea și vizualizarea datelor spațiale, reprezintă o funcționalitate interesantă, care poate contribui semnificativ la creșterea gradului de satisfacție al utilizatorilor. Conceptele de bază, de la care se poate porni etapa de implementare, au fost definite de către Dădârlă et al. [13].

Folosirea standardelor OGC în procesul de vizualizare, reprezintă un alt avantaj în ceea ce privește procedura de transfer a datelor și de analiză la distanță a acestora. Astfel, utilizatorul are posibilitatea de a întrebuița aceleași tehnici de interacțiune, pentru accesul și

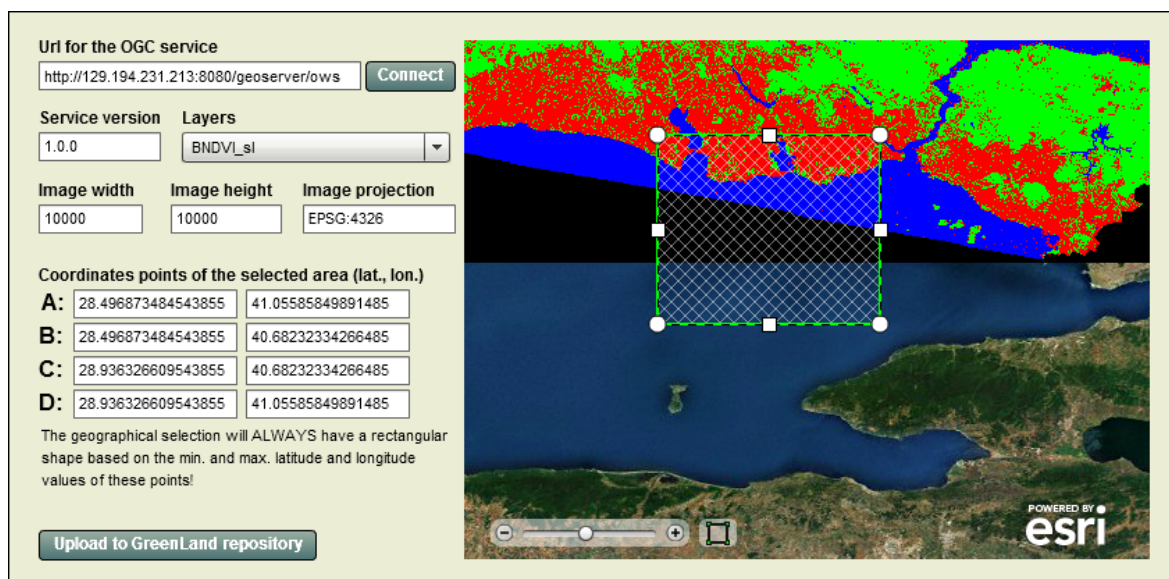


Figura 4. Vizualizarea și extragerea informațiilor de interes

vizualizarea aceleiași imagini satelitare, indiferent dacă este vorba despre platforma GreenLand sau despre alte sisteme. Acest lucru este posibil datorită depozitului de date care conține aceea imagine și a serviciilor standardului OGC, implementate de aceste platforme și sisteme.

În Figura 4 este prezentat modul în care rezultatul NDVI (obținut ca urmare a prelucrării scenariului din Figura 2) se poate vizualiza în cadrul hărții interactive. Funcționalitatea și semnificația paletelor de culori folosite, rămân valabile și în cazul de față.

CONCLUZII

Prelucrarea datelor spațiale implică, de cele mai multe ori, execuția unui volum mare de informații, folosind algoritmi performanți și infrastructuri de calcul complexe. Creșterea utilizabilității sistemului și a gradului de satisfacție al utilizatorilor, presupune mascarea acestor funcționalități complexe, prin intermediul interfețelor grafice.

Lucrarea de față propune un set de concepte și funcționalități, care au fost implementate la nivelul interfeței grafice a platformei GreenLand. Prin folosirea acestora s-a constatat o simplificare a acțiunilor-utilizator pentru realizarea sarcinilor de gestionarea, execuție, monitorizare și vizualizare a datelor spațiale.

MULȚUMIRI

Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul "Creșterea calității studiilor doctorale în științe inginerești pentru sprijinirea dezvoltării societății bazate pe cunoaștere", contract: POSDRU/107/1.5/S/78534, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, precum și prin proiectul FP7 enviroGRIDS, cofinanțat de Comisia Europeană, prin contractul 226740.

REFERINȚE

1. Foster I., Zhao Y., Raicu I., Lu S., Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared, Grid Computing Environments Workshop, pp.1-10, (2008)
2. Bektaş B.F., Goksel C., Sozen S., Allenbach K., Gvilava M., Rahman K., Gorgan D., Mihon D., Remote Sensing Services – ESIP Platform and Hot Spot Inventory Case Studies. enviroGRIDS Deliverable D2.11, (2012), http://envirogrids.net/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=13&view=finish&cid=139&catid=11
3. Mihon D., Minculescu A., Colceriu V., Gorgan D., Descrierea Diagramatica a Prelucrării Distribuie a Datelor Spatiale, Revista RRIOCH, Vol.5(3), pp.59-80, (2012)
4. Deelman E., Blythe J., Gil Z., Kesselman C., Mehta G., Patil S., Su M. H., Vahi K., Livny M., Pegasus: Mapping Scientific Workflow onto the Grid, Across Grids Conference, Nicosia, Cyprus, pp. 11-20, (2004)
5. Cao J., Jarvis, S.A. Saini, S., Nudd G.R., GridFlow: Workflow Management for Grid Computing, In 3rd International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid), IEEE CS Press, Tokyo, Japan, Los Alamitos, pp. 198-206, (2003)
6. Sextante, A Versatile Open-Source Library for Spatial Data Analysis, (2011), <http://gvsigce.sourceforge.net/sextante/web/pdf/SextantePaper.pdf>
7. Athan T., Dassau O., Ghisla A., Quantum GIS 1.8.0 Geographic Information System User Guide, Open Source Geospatial Foundation, (2013), <http://docs.qgis.org/pdf/QGIS-1.8-UserGuide-en.pdf>
8. Wang Y., Wang S., Zhou D., Retrieving and Indexing Spatial Data in the Cloud Computing Environment, 1st International Conference on Cloud Computing, pp. 322-331, (2009)
9. Gorgan D., Bacu V., Ștefanuț T., Rodila D., Mihon D., Grid Based Satellite Image Processing Platform for Earth Observation Application Development, Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, pp. 247-252, (2009)
10. Chen Z., Chen N., Yang C., Di L., Cloud Computing Enabled Web Processing Service for Earth Observation Data Processing, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol.5, pp.1637-1649, (2012)
11. Standardul OGC, Integrating Geospatial Standards and Standards Strategies into Business Process, OGC White Paper, (2004), http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5098&version=2&format=pdf
12. Esri Maps, An Esri White Paper, (2012), <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/esri-maps-for-ibm-cognos.pdf>
13. Dardala M., Reveiu A., Felix F.T., Model de realitate virtuala integrat in sisteme informatice geografice, Revista RoCHI, Vol.4(număr special), pp.115-118, (2011).