

Tehnici de interacțiune utilizator în prelucrarea pe Grid a imaginilor satelitare

Vlad Doru Colceriu

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Str. Barițiu nr. 28, 400027, Cluj-Napoca

colceriu_vd@yahoo.com

Dorian Gorgan

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Str. Barițiu nr. 28, 400027, Cluj-Napoca

dorian.gorgan@cs.utcluj.ro

REZUMAT

Această lucrare prezintă tehnicile de interacțiune om-calculator, care sunt utilizate în execuția unor programe pe platforma Grid. Este prezentat modul în care o astfel de aplicație rezolvă problema managementului datelor, a selectării datelor de intrare specifice unei operații, sau prezentare a stării interne și a controlării execuției unui operator. De asemenea, se va prezenta modul de vizualizare a datelor de intrare-ieșire în mod separat și comparativ. Nu în ultimul rând se va face o analiză a beneficiilor și constrângerilor tehnicilor de interacțiune incluse în acest experiment.

Cuvinte cheie

Tehnici de interacțiune utilizator, infrastructura Grid, Imagini satelitare, biblioteca GRASS.

Clasificare ACM

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

INTRODUCERE

Odată cu creșterea și dezvoltarea posibilităților tehnice de achiziție, transmitere și corectare a imaginilor satelitare, datorită în principal lansării ultimei generații de sateliți, Landsat 7 [1], Spot 5 [2], Modis [3] și AVHRR [4], a devenit evident faptul că prelucrarea imaginilor de către o singură mașină nu este fezabilă.

Pentru a evita supraîncărcarea propriei mașini cu un proces, consumator de resurse, a devenit clar că prelucrarea imaginilor va trebui să fie portată pe o platformă capabilă să suporte execuția unor programe ca procese externe.

Două exemple de astfel de platforme le găsim în Grid și Cloud, ambele cu filozofii asemănătoare, aceea de a închiria resurse de calcul unor membri autentificați, dar cu implementări diferite.

Arhitectura utilizată pentru acest experiment a fost infrastructura Grid cu platformele software gLite [5], gProcess [6] și ESIP (Environment oriented Satellite Data Processing Platform) [7].

Platformele gProcess și ESIP au fost dezvoltate în Laboratorul CGIS (Computer Graphics and Interactive Systems) de la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, iar ca model al interfeței utilizator grafice au fost folosite aplicațiile WebGrass [8] și GreenLand [9], care prezintă o

interfață transparentă pentru executarea interactivă a operatorilor expuși.

APLICAȚIILE WEBGRASS ȘI GREENLAND

Articolul de față se bazează pe două aplicații WebGrass și GreenLand, de fapt două interfețe care expun subseturi diferite de operatori ale aceleiași platforme, numită ESIP.

ESIP este o platformă pentru specificarea funcționalităților și capabilităților infrastructurii Grid printr-o interfață uniformă și independentă de cunoașterea comenzilor și firului execuției unui proces pe această platformă.

ESIP expune operatori de prelucrare a imaginilor satelitare pe Grid, prin intermediul unor programe scrise în Java, subset care este expus de GreenLand și prin intermediul unor programe care folosesc binecunoscuta platformă Grass pentru prelucrarea imaginilor satelitare.

ESIP oferă următoarele capabilități:

- Inserarea unor operatori noi;
- Inserarea de workflowuri, ierarhii de operatori combinați pentru a obține funcționalități complexe. Aceste ierarhii pot fi combinate și organizate pe mai multe nivele, astfel încât să se poată refolosi ierarhiile deja create;
- Descoperirea dinamică a operatorilor expuși;
- Executarea, monitorizarea și controlul execuției operatorilor și workflowurilor create.

WebGrass va fi subiectul principal tratat în continuare, deoarece prezintă prototipul felului în care platforma ESIP va fi dezvoltată ulterior. Totuși GreenLand trebuie să fie luat în considerare de asemenea, deoarece este prototipul peste care WebGrass a fost construit, prezentând un set mai bogat de interacțiuni decât acesta.

Multe din funcționalitățile implementate de GreenLand vor fi integrate mai departe în WebGrass, dar în momentul de față trebuie să tratăm ambele aplicații pentru a avea o imagine de ansamblu asupra posibilităților de executare a aplicațiilor portate pe Grid.

DESCRIEREA PROBLEMEI

Interacțiunea om calculator, din punctul de vedere al executării pe Grid a funcționalității aplicației este îngreunată de mai mulți factori, care vor fi prezentați în ceea ce urmează.

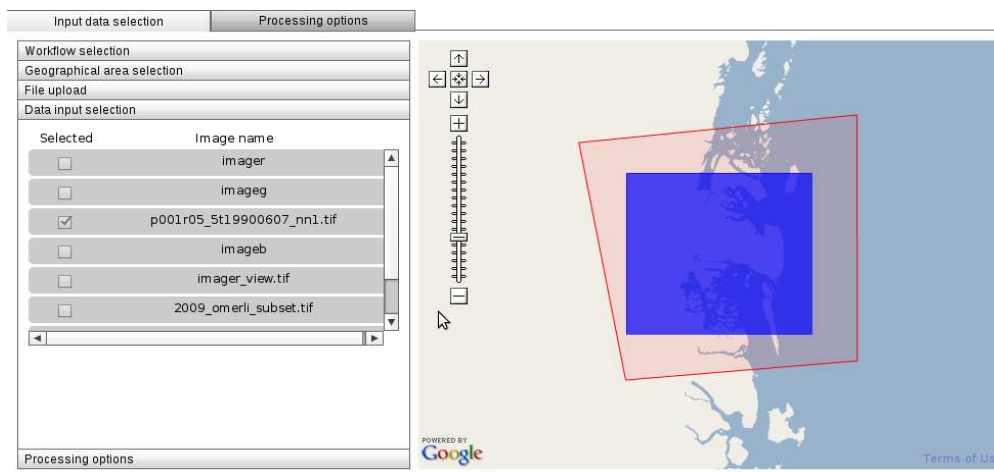


Figura 1: Vedere de ansamblu a interfeței WebGrass.

Aplicația ideală este cea care se execută în totalitate local, deoarece prezintă cele mai complexe și complete mijloace de interacțiune.

Primul factor care trebuie să fie luat în considerare într-o astfel de situație este trecerea datelor prin două faze de încărcare, înainte ca acestea să fie disponibile nodurilor care execută operația, astfel încât:

1. Prima fază are loc în momentul în care un utilizator autentificat își încarcă datele de intrare pe o mașină care conține un proxy folosit de utilizator pentru autentificarea pe Grid;
2. A doua fază începe atunci când utilizatorul, prin protocolul SSH (Secure SHell) sau printr-un serviciu expus de un server Web își creează un JDL (Job Description Language) [10] și îl trimite spre execuție. În momentul acela toate datele de intrare specificate, sunt trimise pe nodul în care se va desfășura execuția efectivă.

Al doilea factor care intervine în interacțiunea om-calculator este platforma Grid, care este o resursă transparentă și nesigură din punctul de vedere al execuției proceselor.

Un proces care se execută pe Grid nu deține o stare ce poate fi accesată direct. Singurul lucru care se poate spune despre el este dacă se află în una din următoarele stări predefinite: Scheduled, Submitted, Running, Aborted, Done, Waiting.

Nodurile pe care se execută operația pot ceda în timpul execuției sau pot fi angajate în execuții foarte lungi, care pot întârzia executarea procesului. Acest neajuns este provocat de imposibilitatea reprogramării execuției pe un alt nod și a faptului că dispecherul nu poate să prevadă durata de execuție a unui program.

DESCRIEREA ȘI ANALIZA SOLUȚIILOR

Managementul datelor

Managementul datelor într-o aplicație expusă pe Grid, de exemplu WebGrass și GreenLand, trebuie expus

utilizatorului într-un mod transparent, în așa fel încât să fie specificate intrările direct de pe mașina locală (Fig. 1). Acestea sunt foarte greu de realizat deoarece ar suprasolicita serverul Glassfish [11], care este obligat să apeleze mai departe cererile de lansare în execuție spre Grid. Suprasolicitare care intervine din faptul că utilizatorul va trebui să încarce o imagine pe server de fiecare dată când are intenția să o folosească ca intrare pentru un operator. Astfel că odată ce o imagine de intrare a fost încărcată pe nodul de execuție, va fi ștersă de pe server, nemaiputând fi folosită în continuare, ceea ce creează nevoia încărcării ei la fiecare utilizare.

Ca alternativă la această implementare WebGrass și GreenLand folosesc fiecare câte un depozit de imagini, astfel încât fiecare utilizator are un set de imagini, folosind mai multă memorie pe discul serverului. Execuția operatorilor Grass este mai rapidă pentru că serverul nu trebuie să aștepte terminarea încărcării imaginilor pentru

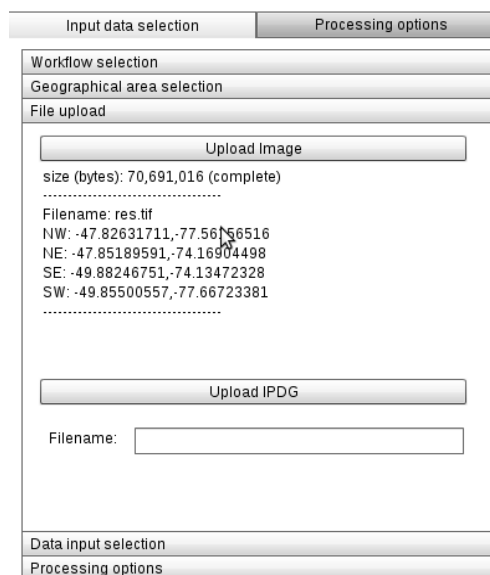


Figura 2: Încărcarea imaginilor satelitare.

a lansa operatorul în execuție.[12]

În acest mod fiecare utilizator își încarcă imaginile pe server într-un mod separat de executarea operatorilor, oferind posibilitatea refolosirii imaginilor deja încărcate pentru executarea altor operații (Fig. 2).

Un alt punct important care trebuie atins este selectarea datelor de intrare, care în cazul acestor două aplicații trebuie să respecte anumite constrângeri. Acest subiect este tratat mai pe larg în secțiunea „Tehnici de selecție”, acum analizând doar managementul datelor de intrare.

În momentul în care o imagine se încarcă pe server trebuie să treacă printr-o serie de validări, care stabilesc în primul rând dacă este o imagine și apoi coordonatele de georeferențiere. În cazul în care fișierul încărcat nu respectă una din aceste două constrângeri va fi șters de pe server, iar utilizatorul va fi avertizat de acest fapt.

Aceste limitări au legătură cu platforma Grass, care implementează doar operatori ce utilizează imagini satelitare cu aceeași referință geografică. Acesta înseamnă că fiecare dintre intrările unui operator trebuie să fie benzile cu răspunsuri spectrale (frecvență) din aceeași imagine satelitară.

O altă problemă, care necesită atenție, este cea a imaginilor de ieșire. În mod normal ele se pot descărca de către utilizator sau previzualiza, dar nu pot fi folosite în mod automat pentru a îmbogăți depozitul de imagini al utilizatorului. Problema este cauzată de faptul că aplicațiile GreenLand și WebGrass implementează operatori la finalul cărora utilizatorul obține o imagine foarte sugestivă, dar săracă în informații. Aceasta se datorează prelucrării intense la care este supusă imaginea finală, motiv pentru care este mai puțin potrivită pentru o folosire ulterioară într-un workflow sau operator.

Vizualizare

Din punctul de vedere al vizualizării stării interne a aplicației trebuie luate în considerare mai multe cazuri:

- Unul dintre acestea este vizualizarea rezultatului după execuția unui operator. Dacă s-ar executa local vizualizarea nu ar ridica probleme, deoarece ieșirea ar fi transpusă ușor pe ecran. Însă cum execuția are loc în infrastructura distribuită Grid, apar probleme legate de modul de comunicare dintre partea de aplicație și partea de interacțiune. Comunicația se realizează prin fișiere care la rândul lor trebuie să treacă prin două faze de descărcare pentru ca informația să ajungă să fie analizată și vizualizată.
- Pentru a putea verifica starea în care se află procesul în execuție, trebuie realizate interogări de stare. Această stare ar putea fi una din următoarele: "Submitted", "Scheduled" etc, fiind informație suficientă pentru indicarea stării procesului. Totuși nu este suficientă pentru a calcula corect timpul în care s-a executat procesul.
- ESIP poate lansa în execuție numai workflowuri, acestea fiind compuse din unul sau mai mulți operatori și alte sub-workflowuri, creându-se astfel ierarhii de operatori. În momentul execuției unui



Figura 3: Metoda de vizualizare folosind o bară verticală.

workflow, se obțin concomitent mai multe rezultate finale și parțiale, deoarece fiecare operator oferă un rezultat.

Soluțiile pentru cele trei probleme ridicate de către ESIP și rezolvate prin aplicațiile WebGrass și GreenLand sunt următoarele:

- În cazul unui workflow lansat în execuție se poate vizualiza starea sa internă, precum și rezultatele ce pot fi previzualizate și salvate pe disc. Pentru previzualizare se folosesc imagini în format JPEG, cu o rezoluție de 1024 x 768, mult mai mică decât imaginile originale, care sunt ieșirile operatorilor și care pot avea rezoluții de până la 15000 x 15000 și chiar mai mari, ceea ce reprezintă 80 - 90 MB.
- În cazul workflowurilor compuse din mai mulți operatori sau sub-workflowuri, se obțin rezultate parțiale, care devin disponibile în timpul execuției, utilizatorul având posibilitatea să le descarce sau să le previzualizeze înainte ca întreaga prelucrare să se fi încheiat.
- Imaginile care au fost folosite ca intrări pot fi comparate cu imaginile care au rezultat prin prelucrare. Prin urmare acestea sunt prezentate în paralel folosind același spațiu al ecranului pentru vizualizare, iar pentru selectarea imaginii dorite se pot utiliza două metode:
 - Folosind un buton la apăsarea căruia imaginea

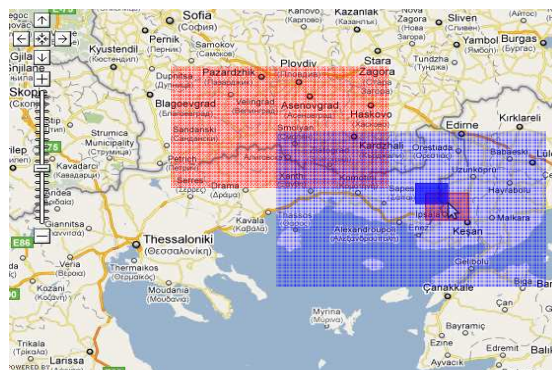


Figura 4: Sub-selectarea imaginilor satelitare conținute în baza de date ESIP.

description	Node name	Start server time	End server time	Status	Options
IPVI: Final result	25_4_Div	2011-05-09 19:11:12		SCHEDULED	
IPVI: (NIR + Red)	25_3_Add	2011-05-09 19:11:12	2011-05-09 19:11:33	DONE	
	22_15_Div	2011-05-09 19:11:12		SUBMITTED	
	22_14_MultFloat	2011-05-09 19:11:13		SCHEDULED	
	22_12_Add	2011-05-09 19:11:13		SUBMITTED	
	22_11_AddFloat	2011-05-09 19:11:13		SCHEDULED	
	22_9_Add	2011-05-09 19:11:13		SCHEDULED	
	22_8_MultFloat	2011-05-09 19:11:13	2011-05-09 19:11:35	DONE	
	22_5_SubFloat	2011-05-09 19:11:13	2011-05-09 19:11:46	DONE	
	22_3_Add	2011-05-09 19:11:13	2011-05-09 19:11:38	DONE	
	14_15_Div	2011-05-09 19:11:14		SUBMITTED	
	14_14_MultFloat	2011-05-09 19:11:14		SUBMITTED	
	14_12_Add	2011-05-09 19:11:14		SUBMITTED	
	14_11_AddFloat	2011-05-09 19:11:14		RUNNING	
	14_9_Add	2011-05-09 19:11:15		SUBMITTED	

Figura 5 : Vizualizarea și controlul proceselor aplicației GreenLand.

currentă este acoperită progresiv de imaginea cu care este comparată.

2. A doua variantă de vizionare a imaginilor în paralel o reprezintă folosirea unei linii, bară verticală, cu un singur grad de libertate (stânga - dreapta), care să reprezinte frontiera dintre cele două imagini (Fig. 3).

Tehnici de selecție

Selecția datelor reprezintă una din cele mai importante operații pe care interfața WebGrass trebuie să o conțină. Aceasta se datorează faptului că operatorii expuși de către ESIP trebuie să fie validați pentru a asigura o execuție corectă.

Selectarea imaginilor se face fie prin introducerea coordonatelor NW și SE a acestora sau prin selectarea lor direct pe hartă, prin manipulare directă. Toate imaginile care fac parte din baza de date de imagini sunt prezentate după nume și după coordonatele lor pe hartă (Fig. 4).

În cazul selectării imaginilor după locație (vezi exemplul de mai sus) nu avem suficiente garanții că imaginile obținute sunt benzile aceleiași imagini satelitare, condiție impusă de operatorii implementați de aplicația WebGrass. În momentul acesta singura modalitate de obținere a imaginilor care să corespundă unei anumite locații se face prin selectare explicită (Fig. 1), cu ajutorul unei casete opțiune (engl. Check box).

Selectare workflow-urilor care urmează să fie lansate în execuție se face explicit printr-o simplă alegere a acestora din lista de workflow-uri și introducerea intrărilor selectabile după cum este descris mai sus.

Tehnici de control al procesului

Operațiile care sunt lansate pe Grid au de obicei un timp îndelungat de execuție, astfel încât ele presupun din partea interfeței grafice un dialog asincron.

Asincronismul operațiilor deschide posibilitatea executării mai multor algoritmi în mod concurent. Din acest motiv se poate ajunge la o listă mare de procese aflate în execuție. Controlul lor devine foarte important. Pentru acest motiv aplicația Greenland monitorizează starea fiecărui proces, având valori cum ar fi Scheduled, Submitted etc.

Fiecare proces are ca ieșiri una sau mai multe imagini, acestea fiind în strânsă legătură cu stadiul în care se află procesul și fiecare operator în parte (Fig. 5). Din această cauză descărcarea și previzualizarea fac parte din monitorizarea procesului.

Deoarece anumite operații s-ar putea să nu ajungă să se execute, din cauza unor probleme de planificare eșuată a resurselor, pe

care ESIP încă le poate întâlni și care au fost menționate mai sus, aplicația GreenLand oferă utilizatorului posibilitatea de a renunța la anumite procese, pe care le poate opri din execuție.

CONCLUZII

Tehnicile de interacțiune prezentate în această lucrare deși rezolvă o parte din problemele cu care se confruntă o aplicație în mediul distribuit, de exemplu Grid, ea lasă câteva probleme nerezolvate.

Una dintre aceste probleme este faptul că utilizatorul poate vedea modul în care se face transmiterea datelor pe Grid, datorită faptului că trebuie să încarce imaginile pe serverul înainte de a le folosi ca intrări pentru operatori.

O alta problemă cu care se confruntă aceste două aplicații este determinarea stării în care se află procesul, dacă acesta s-a terminat cu succes sau a eșuat, precum și în determinarea timpului de execuție a operatorului, respectiv a întregului proces.

De asemenea, o problemă care apare în aceste aplicații, este faptul că nu oferă posibilitatea de a compune dinamic operatorii, ci doar se pun la dispoziție operatori prestabiliți, care doar pot fi instanțiați pentru anumite imagini.

Nu în ultimul rând, ar trebui menționat faptul că aceste aplicații nu oferă posibilitatea unui utilizator să vizualizeze datele de intrare, cum ar fi imaginile inițiale, pe hartă, ci doar un contur dreptunghiular al zonei pe care aceasta o ocupă.

MULȚUMIRI

Această activitate de cercetare s-a efectuat în Laboratorul de cercetare Grafică pe Calculator și Sisteme Interactive din Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, având acces la aplicațiile ESIP, GreenLand și infrastructura Grid enviroGRIDS VO.

REFERINȚE

1. LandSat 7, <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>
2. Spot 5, <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/spot-5.html>
3. Modis, <http://modis.gsfc.nasa.gov/>
4. AVHRR NOAA satellite, <http://www.noaa.gov/>
5. gLite middleware, <http://glite.cern.ch/>
6. gProcess platform, <http://cgis.utcluj.ro/>
7. ESIP (Environment Satellite Data Image Processing), <http://cgis.utcluj.ro/cgiswiki/index.php/ESIP>
8. WebGrass application, <http://cgis.utcluj.ro>
9. GreenLand application, <http://cgis.utcluj.ro:4331/GreenLand1.3/>
10. JDL (Job Description language), <http://glite.web.cern.ch/glite/documentation>
11. David Heffelfinger. Java EE development using Glassfish application server. Packet Publishing 2007.
12. Dănuț Mîhon, Victor Băcu, Teodor Ștefănuț, Dorian Gorgan. Tehnici de interacțiune utilizator în aplicațiile de prelucrare a imaginilor satelitare; exemplificare pe baza aplicațiilor GreenView și GreenLand. RoCHI 2010.