

Descrierea diagramatică a prelucrării imaginilor satelitare în aplicația GreenLand

Dănuț Mihon, Vlad Colceriu, Angela Minculescu, Victor Băcu, Dorian Gorgan

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Str. Memorandumului, 28, Cluj-Napoca

vasile.mihon@cs.utcluj.ro, vlad.colceriu@cs.utcluj.ro, angela.minculescu@gmail.com,
victor.bacu@cs.utcluj.ro, dorian.gorgan@cs.utcluj.ro

REZUMAT

Cerințele societății moderne și predicțiile fenomenelor naturale stau la baza dezvoltării aplicațiilor, folosite pentru monitorizarea și analizarea diferitelor fenomene din domeniul Științelor Pământului. Lucrarea de față experimentează metode de prelucrare a imaginilor satelitare prin intermediul aplicației GreenLand. Descrierea acestor metode în formă vizuală reprezintă unul dintre obiectivele principale ale aplicației de față. Pentru aceasta au fost definite noțiuni și concepte noi, referitoare la operatori și grafuri matematice. Pentru a facilita definirea practică a acestor noțiuni, a fost necesară implementarea unor editoare de grafuri. Acestea folosesc tehnici avansate de interacțiune, care permit utilizatorului dezvoltarea și utilizarea grafurilor complexe (hipergrafuri) în cadrul procesărilor GreenLand. Platformele gProcess și ESIP (Environment Oriented Satellite Data Processing Platform) au un rol important în dezvoltarea aplicației GreenLand, oferind servicii pentru generarea, accesul și gestionarea grafurilor de execuție. Procesarea datelor spațiale de dimensiuni mari (imagini satelitare în particular) necesită mașini puternice de calcul. Datorită acestui fapt procesele de execuție, oferite de aplicația GreenLand, sunt dezvoltate ca și servicii ale platformei Grid. Aceasta oferă spații de stocare de dimensiuni mari precum și resurse puternice de calcul, capabile de a executa procese paralele într-un interval redus de timp.

Cuvinte cheie

Imagini satelitare, prelucrări Grid, grafuri, infrastructură Grid, descrierea proceselor, tehnici de interacțiune.

Clasificare ACM

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

INTRODUCERE

Lucrarea de față descrie tehnicile de interacțiune cu utilizatorul, folosite pentru generarea operatorilor de bază și a grafurilor complexe. Acestea pot fi folosite ulterior în cadrul aplicației GreenLand pentru prelucrarea imaginilor satelitare.

Unealta GreenLand poate fi utilizată pentru prelucrarea imaginilor satelitare, modelare spațială, vizualizarea animată a rezultatelor prin intermediul hărților interactive, analiza și gestionarea resurselor interne, etc. Modelele de

prelucrare implementate până în prezent includ: indici de vegetație, metode de clasificare, operatori de extragere a informațiilor relevante, operatori statistici, operatori matematici, etc. Toate aceste forme de prelucrare sunt descrise prin formule matematice, care pe baza unui set de valori de intrare generează rezultatul dorit.

Conceptele de operatori de bază și grafuri matematice sunt folosite în cadrul aplicației GreenLand pentru a descrie, executa și analiza algoritmi complecși, care implică diferite modele de prelucrare a imaginilor satelitare. Pentru a facilita descrierea acestor concepte, a fost necesară implementarea a două tipuri de editoare grafice: OperatorEditor și WorkflowEditor. Se dorește astfel minimizarea efortului și a bagajului de cunoștințe de programare a utilizatorilor, prin folosirea unor tehnici de interacțiune specifice, care permit descrierea grafurilor sub formă interactivă.

Operatorul de bază reprezintă entitatea atomică din cadrul aplicației GreenLand, care poate fi folosită în combinație cu alți operatori pentru crearea de grafuri complexe. Funcționalitatea acestora poate fi descrisă prin intermediul fișierelor executabile Windows sau Linux și prin algoritmi implementați în diferite limbaje de programare.

Grafurile descrise prin intermediul aplicației GreenLand, reprezintă o mulțime finită de operatori de bază și subgrafuri. Există posibilitatea ca un graf să conțină mai multe nivele de imbricare, caz în care acesta poartă denumirea de hipergraf.

OperatorEditor oferă utilizatorilor posibilitatea de a crea un nou operator de bază, prin simpla acțiune de încărcare a unui fișier care descrie (în diferite forme de reprezentare) funcționalitatea acestuia. Independent de acțiunea utilitatorului, au loc o serie de procese complexe, care includ: analiza și validarea fișierului, înscrierea funcționalității în baza de date ESIP sub forma unui nou operator, publicarea operatorului către utilizatorii sistemului ținând seama de constrângerile impuse, etc. Se poate observa astfel o reducere semnificativă a efortului pe care utilizatorul trebuie să îl depună pentru implementarea unui operator de bază.

Prin intermediul unelei WorkflowEditor, utilizatorul are posibilitatea de a dezvolta structuri complexe de grafuri, denumite hipergrafuri. Aceasta se realizează prin specificarea interactivă a proprietăților nodurilor structurii, a relațiilor dintre acestea, a parcurgerii recursive a hipergrafului, gestionarea resurselor interne, etc.

Structurile de grafuri și operatorii de bază vor fi descriși pe larg în secțiunile următoare ale lucrării. De asemenea se oferă detalii despre funcționalitățile celor două editoare precum și tehnicile de interacțiune folosite în procesul de implementare.

LUCRĂRI ASEMĂNĂTOARE

Unul dintre obiectivele care au contribuit la descrierea sub formă de grafuri a prelucrărilor Grid, l-a reprezentat posibilitatea de integrare (prin intermediul platformei SHIWA [1]) cu grafuri dezvoltate folosind alte tehnologii: Pegasus [2], Taverna [3] și GridFlow [4]. Astfel, se poate construi un proiect SHIWA (SHaring Interoperable Workflows for large-scale scientific simulations on Available DCIs) care permite includerea grafurilor GreenLand, împreună cu cele descrise folosind aceste tehnologii. Toate acestea se vor executa pe baza limbajelor în care au fost implementate, iar rezultatul final este disponibil într-o formă standardizată în cadrul proiectului SHIWA.

Grafurile descrise anterior se folosesc în continuare pentru execuția Grid. Există multe limbaje care permit descrierea proceselor Grid sub formă de grafuri. Printre acestea cele mai importante sunt: JSDL (Job Submission Description Language), GXML (Guideline XML) sau JSL (Job Description Language). Acestea permit descrierea grafurilor pe baza limbajului XML, ceea ce introduce anumite limitări asupra categoriilor de utilizatori care le pot folosi.

ARHITECTURA SISTEMULUI

Sistemul care se află la baza aplicației este unul client-server (Figura 1), format din mai multe module conectate prin intermediul serviciilor REST [5] și SOAP [6].

Partea de server este divizată între două subsisteme, gProcess [7] și ESIP [8]. gProcess este partea aplicației, care asigură executarea, monitorizarea și gestionarea proceselor pe platforma Grid [9].

Independent de această aplicație este platforma ESIP, care oferă utilizatorului acces la grafurile de execuție precum și la operatorii de bază. Aceste ultime două concepte reprezintă elementele de utilitate a sistemului, conținând toate informațiile necesare pentru o execuție Grid: date de intrare, date de ieșire și codul executabil.

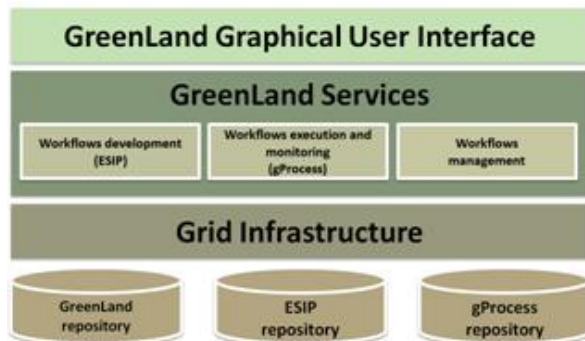


Figura 1. Arhitectura platformei GreenLand

Între aceste două module nu există nici un fel de comunicare directă, fiind posibilă lansarea lor pe mașini separate, cu condiția ca o parte din structura de fișiere din memoria permanentă să fie replicată pe cele două calculatoare.

Comunicarea este asigurată de aplicația interfață, generic numită GreenLand Interface, care pe lângă interacțiunea într-un mod prietenos cu utilizatorul, asigură și transmiterea informațiilor între cele două aplicații din culise.

Grafurile de execuție sunt divizate în două categorii: grafuri de execuție generică (PDG-Process Description Graph) și grafuri de execuție instanțiate (IPDG-Instantiated Process Description Graph). Acestea din urmă reprezintă produsul final al aplicației ESIP transmise către platforma gProcess.

Grafurile de execuție generice reprezintă modelele neinstanțiate ale grafurilor mai sus descrise. Ele sunt elementele care dau complexitate sistemului, permițând dezvoltarea hipergrafurilor. Acestea din urmă oferă funcționalități similare cu funcțiile din limbajele de programare de nivel înalt.

Operatorii de bază sunt cărămizile din care se construiesc metodele, care permit execuția pe Grid. Ele reprezintă unități indivizibile de execuție, apropiat ca și comportament de declarațiile atomice.

ESIP conține toate informațiile de care utilizatorul are nevoie pentru a crea grafurile de execuție dorite. Această platformă conține informații despre grafurile de execuție generice sau instanțiate, tipuri de date, date de intrare sau ieșire, operatori de bază și constrângerile definite pentru combinarea lor într-un mod care respectă siguranța tipurilor.

Odată instanțiate, grafurile de execuție pot fi trimise de către ESIP spre platforma gProcess. Aici grafurile nu mai sunt reprezentate ca entități din tabelele bazei de date, ci ca și fișiere XML.

În final mai este de menționat faptul că ESIP conține și partea din culise a editoarelor de grafuri și operatori, iar GreenLand Interface conține partea de interfață a uneltelor OperatorEditor și WorkflowEditor.

MODELUL CONCEPTUAL AL GRAFULUI DE EXECUȚIE

Aplicațiile ESIP și GreenLand Interface sunt bazate pe reprezentarea și interpretarea unor grafuri direcționale, care specifică ordinea, dependențele și transferul datelor într-un mediu distribuit și paralel.

După cum este detaliată în arhitectura sistemului, fiecare nod al unui graf poate reprezenta un operator de bază sau un alt graf în sine.

Operatorul este un caz special, deoarece constituie invocarea unui executabil pe un nod Grid. De aceea fiecărui operator trebuie să i se specifice datele de intrare, codul ce urmează să fie executat, dependențele și datele de ieșire așteptate.

Platformele gProcess și ESIP impun anumite limitări asupra numărului de intrări și ieșiri ale unui anumit

operator. Aceste limitări sunt necesare pentru a asigura corectitudinea execuției.

Prima dintre aceste constrângeri se datorează faptului că numărul de intrări trebuie dinainte precizat în așa fel încât conexiunile dintre ieșirile și intrările operatorilor și a grafurilor să poată fi verificate.

O altă limitare provine din necesitatea ca cele două extremități ale unei muchii să fie de același tip. În cazul în care ieșirea unui operator este o imagine satelitară, iar intrarea unui alt operator este un fișier de același tip, atunci cele două puncte sunt compatibile și pot fi conectate cu ajutorul unei muchii.

Rolul muchiilor este de a indica sensul de curgere a fluxului de date printr-un graf, care reprezintă codul programului distribuit. În cazul execuțiilor Grid, starea nodurilor acestei structuri diferă. Astfel, ele se pot afla în execuție sau în așteptare (urmăresc terminarea unei execuții lansate anterior).

Definiția programului nu poate conține cicluri, deoarece pentru moment nu există operatori de control, care să fie capabili să selecteze între mai multe direcții de circulație a informației.

Prin urmare grafurile de execuție sunt capabile să modeleze declarații atomice (operatori) și niveluri complexe (subgrafuri), dar nu pot modela declarații de forma structurilor de control și structuri repetitive.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

```
<Workflow>
```

```
<Nodes>
```

```
<Operator id="6" name="NDVI" idDB="64">
```

```
<Preconditions>
```

```
<Input id="1"/>
```

```
<Input id="2"/>
```

```
<Input id="3"/>
```

```
<Input id="4"/>
```

```
</Preconditions>
```

```
</Operator>
```

```
</Nodes>
```

```
</Workflow>
```

INTEROPERABILITATEA GRAFURILOR FOLOSIND PLATFORMA SHIWA

Unul dintre obiectivele esențiale ale aplicației GreenLand este acela de a integra și extinde funcționalități externe, implementate în sisteme similare. O posibilă direcție de dezvoltare este dată de folosirea hipergrafurilor curente (generate prin intermediul unelei WorkflowEditor) în cadrul platformei SHIWA (SHaring Interoperable Workflows for large-scale scientific simulations on Available DCIs).

Proiectul SHIWA are ca și scop principal dezvoltarea

platformei SSP (SHIWA Simulation Platform) care să ofere servicii de interoperabilitate de nivel înalt, prin intermediul cărora este posibilă standardizarea grafurilor, dezvoltate folosind diferite sisteme.

Aceste sisteme folosesc limbaje multiple de descriere a unităților de lucru (*Workflow*), fiecare prezentând o abordare diferită în această direcție.

În prezent activitățile din domeniul Științelor Pământului beneficiază de infrastructuri hardware performante, capabile de a prelucra un volum mare de date. Odată cu dezvoltarea mașinilor de calcul, au apărut o serie de tehnologii de programare care oferă suport pentru implementarea acestor algoritmi de procesare. Principala problemă este reprezentată de faptul că produsele oferite de acestea sunt incompatibile între ele, putând fi folosite doar într-un cadru restrâns.

Având în vedere numărul mare de medii de execuție distribuită, cum ar fi Cluster, Grid și Cloud a apărut nevoia de o platformă care să fie capabilă să opereze într-un mod transparent pentru utilizator.

Proiectul SHIWA are în vedere eliminarea acestor neajunsuri din cadrul comunităților științifice, prin standardizarea grafurilor implicate în procesele de prelucrare.

Interoperabilitatea grafurilor permite execuția acestora pe sisteme diferite, incluzând infrastructuri eterogene (Grid, Cloud, clustere specializate, etc.). Principalele avantaje ale acestei metodologii sunt:

- Folosirea integrală a grafurilor între comunitățile științifice, care își desfășoară activitatea în aceleași domenii de cercetare;
- Execuția grafurilor în medii distribuite, indiferent de tehnologiile folosite pentru dezvoltarea acestora;
- Facilitează integrarea grafurilor, folosind standarde și directive;

În prezent proiectul SHIWA oferă suport pentru patru categorii de grafuri, implementate prin intermediul platformelor ASKALON [10], Pegasus, PGRADE [11] și Triana. În continuare, una dintre acțiunile cu prioritate ridicată este aceea de integrare a grafurilor GreenLand cu serviciile SHIWA. Un pas important în această direcție a fost deja realizat, prin memorarea acestor structuri în baza de date ESIP. Astfel, este nevoie de implementarea unor funcționalități suplimentare, care să permită transmiterea compactă a informațiilor direct spre platforma SHIWA.

EDITAREA VIZUALĂ A GRAFURILOR

Aplicația GreenLand se folosește pentru prelucrarea imaginilor satelitare de dimensiuni mari (de ordinul GB), folosind ca și platformă de execuție infrastructura Grid. Există două posibilități de descriere a acestor tipuri de prelucrări: prin intermediul grafurilor sau folosind instrucțiuni de cod executabil (necesită un bagaj bogat de cunoștințe a limbajelor Java și XML).

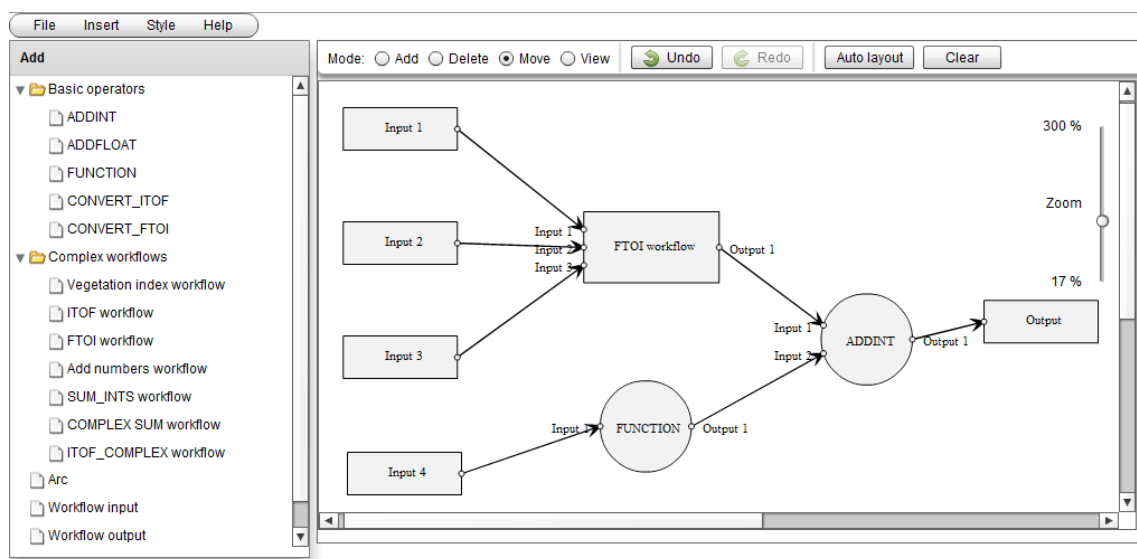


Figura 2. Structura modulară a editorului de grafuri

Aplicația GreenLand se adresează atât specialiștilor în domeniul calculatoarelor și a Științelor Pământului, cât și utilizatorilor care nu au cunoștințe avansate de programare. Editoarele de operatori și de grafuri au fost dezvoltate ca și componente de bază în cadrul aplicației GreenLand.

Principalul obiectiv al uneltelor OperatorEditor și WorkflowEditor este acela de a facilita dezvoltarea grafurilor de prelucrare pentru utilizatorii neexperimentați. Folosind acest tip de reprezentare, se elimină marea majoritate a erorilor semantice și sintactice care sunt întâlnite frecvent în limbajele de programare, prin folosirea inadecvată a serviciilor expuse utilizatorilor.

Fiecare graf este format din mai multe noduri, iar fiecare nod are un set de intrări și ieșiri. În cazul prelucrării imaginilor satelitare este necesară definirea corectă a relațiilor dintre noduri, astfel încât acestea să realizeze conexiuni între aceleași tipuri de intrări/ieșiri. În cadrul editorului de grafuri, această constrângere este mult simplificată, din punctul de vedere al utilizatorului. Dacă utilizatorul introduce incompatibilități între tipurile de date, este automat notificat, iar acțiunea de conectare a nodurilor nu este permisă.

De cele mai multe ori prelucrarea imaginilor satelitare, presupune scenarii de utilizare a unor fenomene din lumea reală (ex.: modelarea bazinului Mării Negre pentru predicția calității apei în decursul ultimului deceniu). Astfel de scenarii implică definirea unor structuri complexe, care necesită un efort susținut pentru implementarea manuală, folosind limbajele Java și XML. Dezvoltarea în mod vizual a acestor structuri (grafuri complexe) reduce nivelul de efort și contribuie la creșterea gradului de satisfacție al utilizatorilor.

Atât operatorii de bază, cât și grafurile complexe respectă un anumit model de organizare din bazele de date ESIP și GreenLand. Un operator reprezintă entitatea indivizibilă, care nu conține la rândul lui alte noduri interne. Cu toate

acestea inserarea manuală reprezintă un proces dificil, care de multe ori generează erori semantice. Prin folosirea unelei OperatorEditor, acțiunea de adăugare se realizează în mod automat, utilizatorul fiind nevoit să specifice numai fișierul executabil care descrie funcționalitatea operatorului de bază.

Nu în ultimul rând, prin descrierea interactivă a grafurilor, se dorește implementarea standardelor și a directivelor specificate de platforma SHIWA. Astfel, există posibilitatea de integrare a algoritmilor GreenLand cu module de prelucrare descrise în cadrul altor sisteme. Acest aspect este foarte important pentru partajarea resurselor în cadrul comunităților științifice care folosesc serviciile oferite de aceste tipuri de aplicații.

Evaluarea utilizabilității este realizată doar la nivel teoretic, urmând să fie pusă în practică în viitorul apropiat. Pentru evaluarea utilizabilității platformei GreenLand și a uneltelor componente s-au folosit euristiciile lui Nilsen [12].

Se dorește aplicarea acestui test pe două grupuri de utilizatori: primul grup deține cunoștințe minime despre folosirea aplicațiilor Grid și despre modul de prelucrare a imaginilor satelitare. Al doilea grup deține cunoștințe minime despre modul de folosire a aplicațiilor Grid, dar sunt experți în domeniul Științelor Pământului. Fiecare grup va fi format dintr-un număr de 4-5 utilizatori, urmărindu-se identificarea problemelor întâlnite de aceștia.

TEHNICI DE INTERACȚIUNE UTILIZATOR

Platformele ESIP și gProcess conțin editoarele de grafuri și operatori folosite pentru dezvoltarea programelor Grid.

Pentru a putea insera un operator, utilizatorul trebuie să specifice următoarele informații: numele executabilului, parametrii trimiși operatorului și în final o arhivă care să conțină fișierul executabil precum și alte dependențe de care acesta are nevoie (ex.: biblioteci partajate, fișiere de

configurare, etc.). Acestor date se mai adaugă un nume și o descriere care facilitează identificarea ulterioară a operatorului inserat precum și nivelul de partajare. Toate aceste informații sunt colectate prin intermediul unui formular.

Pentru a edita sau șterge un operator, sistemul se asigură că acesta nu mai este folosit în alte contexte. În caz contrar acțiunea respectivă va avea efectul de a-l elimina din lista de operatori pe care utilizatorul o poate folosi pentru a crea grafuri de execuție noi, dar funcționalitatea lui va persista în grafurile deja existente. În cazul editării unui operator existent sunt introduse o serie de limitări, cum ar fi: numele, descrierea și nivelul de partajare.

Editorul de grafuri introduce un concept nou în interfața aplicațiilor prezentate, numit nod de execuție. Acesta oferă posibilitatea de a fi instanțiat cu operatori sau grafuri de execuție generică.

Un astfel de model în care nodurile unui graf pot fi expandate în noduri atomice sau alte grafuri, introduce ideea de hipergraf, adică de graf ierarhizat. Un graf care face parte dintr-un alt graf este referit în continuare sub denumirea de subgraf.

Reprezentarea nodurilor

Pentru a putea edita o astfel de structură complexă a fost dezvoltată o interfață grafică, care să permită utilizatorului descrierea într-un mod vizual a nodurilor (Figura 2. Structura modulară a editorului de grafuri2). Operatorii de bază sunt reprezentați sub formă circulară, iar subgrafurile prin intermediul dreptunghiurilor geometrice.

Nodurile grafului sunt poziționate pe baza coordonatelor bidimensionale (x , y). Acțiunile de translație, rotație și scalare presupun modificarea coordonatelor și ca urmare o nouă poziționare a nodului în zona activă. Se folosesc coordonate ecran, facilitând astfel transformările geometrice aferente. Folosirea acestor tipuri de coordonate permite efectuarea operațiilor cu numere întregi (spre deosebire de coordonatele normalizate care folosesc valori reale). Astfel, se realizează optimizarea calculelor și se reduce dimensiunea datelor referitoare la proprietățile grafului. Salvarea și încărcarea din baza de date GreenLand a acestor structuri complexe, reprezintă două dintre funcționalitățile de bază ale editorului.

La fiecare operație de încărcare a grafurilor se realizează scalarea automată a acestuia, pentru a se integra perfect în spațiul adresat zonei active. Scalarea afectează distanța dintre noduri și dimensiunea acestora.

Conectarea nodurilor

Fiecare operator de bază și fiecare nod al unui hipergraf conține o mulțime finită de intrări și ieșiri. Acestea sunt evidențiate la nivelul interfeței grafice prin primitive geometrice (cercuri în cazul de față). Relațiile dintre elementele grafului presupun o legătură unidirecțională între o ieșire și una dintre posibilele intrări. Trebuie specificat faptul că aceste grafuri sunt folosite în continuare pentru execuția Grid. Din acest motiv unealta WorkflowEditor nu permite dezvoltarea grafurilor ciclice, întrucât aceasta presupune o execuție infinită.

Construirea unui graf presupune specificarea nodurilor componente precum și a relațiilor dintre acestea. Utilizatorul are la dispoziție o listă de operatori de bază și o listă care conține toate grafurile publice, existente în baza de date ESIP. Unealta WorkflowEditor cuprinde două componente de bază: zona activă care permite interacțiunea cu nodurile grafului și cele două liste descrise anterior. Adăugarea noilor noduri se face prin tehnica de tragere-și-plasare, folosind dispozitivul maus. Astfel, utilizatorul are posibilitatea de a plasa nodul respectiv în orice regiune a zonei active. În cazul în care poziția nodului depășește suprafața de lucru, se realizează derularea automată a acesteia. La adăugarea sau mutarea unui nod se verifică ca acesta să nu se suprapună peste alte noduri existente.

Relațiile dintre nodurile grafului sunt unidirecționale și pot fi descrise interactiv. Acțiunea inițială presupune selectarea unei ieșiri din nodul de start, după care linia urmează traiectoria dispozitivului maus. În timpul trasării unui arc, intrările libere ale altor noduri care sunt compatibile cu ieșirea nodului de start (din punctul de vedere al tipului de date) sunt evidențiate printr-o altă culoare. Pentru a definitiva trasarea liniei, trebuie selectată una dintre intrările nodului final. Modul de adăugare a relațiilor (arcelor) rămâne activ până când se selectează alt mod, deoarece în cazul general se adaugă simultan mai multe arce.

Pentru a putea avea o privire de ansamblu asupra unui graf complex, sau pentru a putea vizualiza regiuni specifice din graf, utilizatorul are posibilitatea de a realiza operații de scalare.

Optimizarea vizualizării hipergrafurilor

Aranjarea nodurilor în graf se poate realiza automat. Graful fiind unul orientat și aciclic, algoritmul de afișare cel mai adecvat este unul ierarhic. Algoritmul presupune mai multe etape: aranjarea nodurilor pe nivele orizontale, reducerea numărului de intersecții ale arcelor, iar la final asignarea coordonatelor x și y astfel încât să se realizeze minimizarea lungimii arcelor.

Optimizarea reprezentării hipergrafurilor se realizează prin vizualizarea acestuia în formă compactă (toate subgrafurile componente sunt în stare împachetată). În cazul în care avem de-a face cu o ierarhie de grafuri, trebuie să luăm în considerare posibilitatea de a le vizualiza atât desfășurate cât și împachetate.

Deoarece subgrafurile pot reprezenta la rândul lor structuri complexe, este de preferat, pentru a putea urmări logica lor de execuție, o soluție în care numai un nivel să fie vizibil în orice moment. Acesta presupune că odată ce am decis să expandăm un subgraf, conținutul acestuia ne va ocupa întreaga fereastră de lucru.

Un hipergraf reprezintă o structură complexă formată dintr-o mulțime finită de operatori, grafuri și subgrafuri. Acțiunea de expandare a unui subgraf presupune includerea conținutului acestuia în zona de lucru activă. Dacă acesta conține la rândul lui alte subgrafuri interne, ele vor putea fi expandate în mod similar. Parcurgerea unui hipergraf se poate realiza folosind conceptele de înainte și înapoi (împrumutate din aplicațiile Web) sau

prin selectarea nivelului dorit dintr-o listă cu opțiuni multiple.

Nodurile grafurilor sunt conectate prin muchii unidirecționale, care specifică direcția fluxului de execuție. Muchiile nu pot prevedea cicluri deoarece o astfel de construcție ar duce la o execuție infinită. O ultimă notă asupra acestor construcții se referă la vizualizarea lor personalizată, în funcție de preferințele fiecărui utilizator.

Personalizarea grafică

GreenLand Interface pune la dispoziția utilizatorului opțiunea de a specifica culoarea, fontul nodurilor și stilul muchiilor. Aceasta oferă posibilitatea de a introduce marcaje vizibile în cadrul dezvoltării unui hipergraf, pentru a indica zonele finalizate (culoarea verde spre exemplu) și nodurile grafului incomplet definite (li se poate asigura culoarea roșie). Pentru acest scop există trei opțiuni:

- Prima se referă la setările implicite de afișare a grafurilor;
- A doua face trimitere la setările de vizualizare disponibile utilizatorului curent, care poate să aleagă o temă existentă sau să își creeze una proprie;
- Al treilea caz face referire la nevoia de a personaliza anumite porțiuni ale grafurilor, astfel încât să se poată atrage atenția asupra acestora. În acest caz acțiunea-utilizator are efect asupra nodurilor și legăturilor dintre acestea.

CONCLUZII

Articolul de față prezintă tehnicile de interacțiune cu utilizatorul în contextul descrierii unor funcționalități complexe prin intermediul unor metafore vizuale, care să permită unui utilizator neinițiat să își creeze, lanseze și gestioneze unități de lucru pe Grid.

Această lucrare încearcă să balanseze nevoile de ghidare prin proces ale unui novice cu nevoia de flexibilitate a unui expert. Acestuia din urmă îi sunt puse la dispoziție metode prin care să își personalizeze procesele până la cele mai mici unități de lucru, cum ar fi operatorii de bază.

Dezvoltările ulterioare ale acestor aplicații își propun să folosească un limbaj uniform de descriere și interpretare a grafurilor, cum este SHIWA.

MULȚUMIRI

Tema de cercetare face parte din proiectul enviroGRIDS, finanțat de Comisia Europeană prin Contractul 226740.

REFERINȚE

1. Cerezo N., Montagnat J., Scientific Workflows Reuse through Conceptual Workflows on the Virtual Imaging Platform, Proceedings of 6th WORKS2011, Seattle, USA, (2011)
2. 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, (2004)
3. Oinn T., Addis M., Ferris J., Marvin D., Senger M., Greenwood M., Carver T., Glover K., Pocock M.R., Wipat A., Li P., Taverna: a Tool for the Composition and Enactment of Bioinformatics Workflows, Bioinformatics, Oxford University Press, London, UK, Vol. 20, pp.3045-3054, (2004)
4. 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, May 12-15, (2003)
5. Pautasso C., Zimmermann O., Leymann F., RESTful Web Services vs. Big Web Services: Making the Right Architectural Decision, 17th International World Wide Web Conference (WWW2008), Beijing, pp.804-814, (2008)
6. Peng Y., Ma S. P., Lee J., REST2SOAP: a Framework to Integrate SOAP Services and RESTful SERVICES, Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), pp.1-4, (2009)
7. Bacu V., Stefanut T., Rodila D., Gorgan D., Process Description Graph Composition by gProcess Platform, HiPerGRID - 3rd International Workshop on High Performance Grid Middleware, 28 May, Bucharest. Proceedings of CSCS-17 Conference, Vol.2, pp. 423-430, (2009)
8. Bacu V., Rodila D., Mihon D., Stefanut T., Gorgan D., Error prevention and recovery mechanisms in the ESIP platform, IEEE 6th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing, ICCP2010, pp. 411 – 417, (2010)
9. Gorgan D., Bacu V., Stefanut T., Rodila D., Mihon D., Earth Observation application development based on the Grid oriented ESIP satellite image processing platform, Computer Standards & Interfaces, (2011)
10. Fahringer T., Jugravz A., Pillana S., Prodan R., Clovis S., Truong S.L., ASKALON: a tool set for cluster and Grid computing, Concurrency and Computation: Practice and Experience, Vol. 17, (2005)
11. Farkas Z., Kacsuh P., P-GRADE: a generic workflow system to support user communities, Future Generation Computer Systems, Vol.27, pp.454-465, (2011)
12. Nielsen J., Euristici de utilizabilitate, http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html, (2012)