

Interacțiunea om-calculator în aplicațiile GIS pe platforme wireless

Tudor Borlea
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca,
Facultatea de Automatică și Calculatoare
tudorborlea@gmail.com

Dorian Gorgan
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Automatică și Calculatoare
Dorian.Gorgan@cs.utcluj.ro

REZUMAT

Această lucrare tratează problema interactivității în aplicațiile GIS pe platforme wireless cu resurse limitate. Sunt prezentate problemele care apar în cursul procesării și trasării hărților în format SVG pe terminale mobile, în condițiile în care interacțiunea cu utilizatorul este un plus de funcționalitate neinclus în standardul SVGT.

Categoriile și descriptorii ai subiectelor

H.5.2 [User Interfaces]: *Ergonomics, Standardization, User Centered Design, Interaction Styles*

H2.2.8 [Database Applications]: *Spatial databases and GIS*

C.1.4 [Mobile Processors]

Termeni generali

Performance, Design, Experimentation, Human Factors, Standardization.

Cuvinte-cheie

GIS, SVG, terminale wireless, interactivitate.

1. INTRODUCERE

Lucrarea de față reflectă rezultatele cercetării în domeniul aplicațiilor GIS (*Geographical Information Systems*) pe terminale mobile (*wireless*). La afișarea hărților pe astfel de terminale trebuie luată în considerare capacitatea redusă de calcul a platformelor respective, precum și costurile de transfer de date. În rețelele de telefonie, traficul de date este taxat la volum de date transmis, iar viteza de transmisie este și ea limitată - două motive pentru care volumul de date necesar pentru afișarea unei hărți trebuie să fie cât mai mic. Considerând aceste constrângeri, grafica vectorială SVG (*Scalable Vector Graphics*) apare ca soluție foarte bună: harta în format vectorial ocupă un volum mic, care se transmite rapid și fără costuri mari. Problema care apare este necesitatea de a „traduce” harta din format text (vectorial) în format vizual pe ecranul dispozitivului. Apoi este necesară furnizarea unei tehnici de interacțiune a utilizatorului cu prezentarea grafică a hărții, pentru a putea naviga în spațiul acesteia (sus, jos, stânga, dreapta, mărire/zoom in, micșorare/zoom out). Aceasta este și funcționalitatea standard furnizată de un viewer SVGT (*SVG-Tiny*, un subset al standardului SVG, adaptat

platformelor wireless restrictive). Însă standardul SVGT nu permite nici o altă formă de interactivitate. Scopul acestei lucrări este însă de a descrie posibilități adiționale de interacțiune, spre exemplu posibilitatea de a selecta individual străzile de pe hartă.

2. REALIZĂRI ASEMĂNĂTOARE

Soluția propusă de autor se bazează pe tehnologia Java, în particular J2ME (*Java 2 Micro Edition*)[2]. O realizare asemănătoare o reprezintă sistemul Mobile Europe al firmei Route66, care folosește însă tehnologia Symbian[3] (bazată pe limbajul C++). Ei oferă însă o soluție „statică”, în sensul că harta este situată în întregime pe suport local (flash disk), deci nu este nevoie de transfer de date prin rețeaua de telefonie. Este însă nevoie de mult mai mult spațiu de stocare. În plus, soluția oferită de ei folosește probabil un format propriu, nestandardizat, deci nu SVG, și cu siguranță nu raster. Ca și metodă de interacțiune, sistemul Mobile Europe folosește un dispozitiv GPS (*Global Positioning System*), acesta fiind de fapt singurul mod de interacțiune, oarecum indirect. Sistemul Mobile Europe este adaptat pentru navigația la bordul unui automobil. Sistemul descris în această lucrare oferă metode de interacțiune adaptate mai ales unei utilizări în trafic pietonal.

3. REALIZĂRI

3.1 Obiectivele cercetării

Scopul lucrării este de a prezenta problemele care apar atunci când se dorește interactivitate în aplicațiile GIS bazate pe standardul SVGT, precum și posibile metode de soluționare a acestora.

Fiind dat un sistem GIS de tip client-server, în care clientul rulează pe o platformă wireless restrictivă, iar serverul generează la cerere hărți în format SVGT pe care le livrează clientului, se dorește o comunicare între client și server cât mai eficientă (rapidă și economică).

Pe scurt, clientul îi trimite serverului o cerere de forma „vreau să ajung de pe strada A pe strada B”. Serverul procesează cererea, caută cele două străzi în baza de date spațială disponibilă, și dacă le găsește pe amândouă, încearcă să genereze un drum între A și B. Dacă există soluție, generează un fișier în format SVG, conținând extensia dreptunghiulară (*bounding-box*) pentru itinerarul

găsit, plus o marjă de eroare. Acest fișier este apoi transmis către client. Astfel, traficul între client și server este redus la un minim reprezentat de comenzile text prin care a fost formulată cererea de la client la server, și fișierul text primit de client ca răspuns. Un dezavantaj îl reprezintă necesitatea prelucrării ulterioare a răspunsului serverului pe client (*fat-client*). Este vorba de un echilibru foarte fragil care trebuie menținut între puterea de procesare limitată a clientului, și necesitatea unui răspuns rapid, în urma unui transfer minim de date.

De îndată ce clientul a primit răspunsul de la server, poate începe procesarea acestuia și afișarea pe ecran a hărții (formată în principal din primitive grafice de tip linie). Există două mari inconveniențe:

- a) afișarea textului
- b) interactivitatea

3.1.1 Afișarea textului

Formatul SVGT nu permite afișarea textului decât pe orizontală, facilitarea de *textPath* (text de-a lungul unei curbe oarecare) din formatul SVG complet necesitând resurse prea mari pentru platformele mobile. Acesta este un mare dezavantaj față de platformele desktop, unde formatul SVG permite (prin folosirea facilității de *textPath*) o afișare a hărții mult mai intuitivă și mai aproape de cea familiară utilizatorului – harta tipărită (în care numele străzilor apare de-a lungul liniei care le reprezintă grafic).

3.1.2 Interactivitate

Formatul SVGT nu permite decât o interacțiune minimală cu utilizatorul, și anume specificarea operațiilor *pan*, *zoom* și *link* asupra prezentării grafice. În cazul navigării pe o hartă însă, se dorește mai mult decât atât, și anume posibilitatea de navigare în spațiul hărții, căutarea, selectarea, evidențierea a anumitor străzi, precum și o formă de identificare a numelui acestora.

În concluzie este necesară o tehnică de interacțiune care să ofere utilizatorului posibilitatea unei percepții simple a hărții care apare pe terminalul dispozitivului mobil, fără însă ca această hartă să necesite un transfer mare de date sau un timp prea lung de procesare.

În acest scop trebuie să luăm în considerare limitările platformei mobile țintă, și anume ecranul mic, tastatura limitată (taste numerice plus câteva taste funcționale), și resursele de memorie. Vom lua ca exemplu practic telefoanele mobile Nokia din Seria 60, care îndeplinesc cerințele minime pentru a fi folosite în acest scop¹.

Harta va fi deci afișată pe un ecran de dimensiuni reduse, iar navigarea se va face folosind tastele disponibile. Fiind dată o hartă în format SVGT se dorește obținerea funcționalității standard pentru acest format, precum și depășirea problemelor expuse mai sus.

3.2 Metode noi de vizualizare și interacțiune

Ceea ce această lucrare dorește să aducă nou este tocmai soluția (sau variante de soluții) la problemele descrise în paragraful anterior.

Prima problemă „vizibilă” este afișarea textului, limitată în SVGT numai la direcția orizontală. Prima soluție simplă ar fi extinderea subsetului SVGT cu setul de tag-uri necesare afișării textului de-a lungul unei curbe date, și scrierea unui interpretor și trasor propriu de SVGT, care să „înțeleagă” aceste tag-uri și să le interpreteze ca atare. Această soluție însă ar implica niște calcule mult prea costisitoare pentru procesorul platformei wireless în discuție, care ar duce la timpi de răspuns inacceptabili, chiar și pentru un număr redus de străzi. Cu alte cuvinte, decizia Consorțiului World Wide Web (W3C) de a nu oferi această facilitate în standardul SVGT a fost bine întemeiată, bazată pe motive ce țin de realitățile obiective ale tehnologiei actuale².

O a doua variantă ar fi afișarea numelui străzilor în singurul mod posibil, adică pe orizontală, în vecinătatea fiecărei străzi. Aceasta însă poate duce la o încărcare mult prea mare a imaginii, generând erori de identificare a străzilor. Nu este viabilă decât la nivele de detaliu foarte mari, când pe ecran sunt vizibile nu mai mult de 5- 10 străzi.

Varianta propusă de autor este de a avea o zonă separată pe ecran, o așa numită bandă de informație unde să apară numele străzii selectate la momentul curent. În felul acesta se decongestionează mult suprafața de afișare a hărții, unde rămân astfel afișate doar străzile sub formă grafică (linii) Este desigur necesară o compensare pentru pierderea de informație astfel survenită (nu va fi disponibil decât numele unei singure străzi la un moment dat). Utilizatorul va trebui să fie atenționat în legătură cu traseul pe care îl are de parcurs, prin scoaterea în evidență a acestuia, (desenarea cu o altă culoare). După furnizarea punctului de plecare și a celui unde dorește să ajungă, utilizatorul va fi ghidat pas cu pas, atât vizual, cât și prin instrucțiuni text: va avea în permanență întregul traseu pe care trebuie să îl urmeze evidențiat pe ecran, și cunoscând poziția de plecare, va putea confirma în fiecare moment segmentul de stradă unde se află, și va vedea afișat numele următorului segment unde trebuie să înainteze. Va putea de asemenea să navigheze individual în spațiul hărții, putând să obțină astfel informații despre numele străzilor din împrejurimi.

¹ Ecran de 176 pixel lățime și 208 pixeli înălțime, tastatură cu 12 taste alfanumerice(0-9,*,#), 3 taste funcționale (2 *softkeys* și o tastă *Cancel*) și o tastă multifuncțională (joystick navigațional cu 5 poziții – sus,jos, stânga, dreapta și apăsat)

² În câțiva ani, dacă platformele mobile evoluează și ele conform legii lui Moore, nu se va mai pune problema timpilor de procesare, dar această lucrare își propune să prezinte soluții adecvate prezentului și viitorului apropiat.

Ceea ce ne aduce la a doua problemă imediat vizibilă în cazul folosirii formatului SVGT pentru aplicații GIS pe terminale wireless, și anume cum să navighezi în spațiul hărții (practic spațiul SVGT), când acest lucru nu este permis prin însăși natura standardului. Răspunsul la această problemă poate fi ca și mai sus adăugarea tag-urilor lipsă necesare pentru navigare. Aceasta înseamnă însă incompatibilitatea cu standardul SVGT. Autorul a ales deci ca, deoarece oricum se impune crearea unui parser și trasor SVG personalizate, să nu altereze standardul SVGT, ci să lase funcționalitatea suplimentară în seama viewerului. Acesta devine astfel unul foarte specializat, compatibil doar cu fișiere SVGT care conțin anumite informații pe care le așteaptă. Nu va fi deci un viewer general de SVGT, ci unul de sistem închis, în care clientul știe că poate conta pe un anumit tip de informații pe care le va primi de la server. Fișierul SVGT primit însă, rămâne astfel conform standardului, putând fi vizualizat și cu un alt viewer, singurul lucru care se pierde fiind facilitățile de interactivitate.

3.3 Implementare și experimente

Folosind limbajul de programare Java și tehnologia J2ME am reușit implementarea și testarea unei aplicații care să îndeplinească toate condițiile discutate mai sus.

Elementul cheie al implementării constă în trasorul (*viewer*-ul) SVGT, care include funcționalitate pentru navigarea în spațiul hărții cu ajutorul unui cursor (similar cu cel deja familiar din interfețele grafice desktop). Acest cursor trebuie însă adaptat scopului său foarte specific, adică navigarea facilă în spațiul hărții pe ecranul telefonului mobil.

De fapt aici intervine artificul care rezolvă problema introdusă de folosirea standardului SVGT (faptul că nu există tag-uri de animație în standard): cursorul se mișcă în spațiul ecran, și are loc o mapare în spațiul hărții.

Astfel, utilizatorul vede o porțiune de hartă afișată pe ecranul telefonului, și cursorul suprapus peste aceasta. Poate controla mișcarea cursorului în spațiul bidimensional al ecranului folosind tasta multifuncțională joystick sau echivalentul acesteia. Când vârful cursorului se află în apropierea unei străzi, aceasta este scoasă în evidență prin îngroșare și desenarea cu altă culoare, iar numele acesteia apare în banda de informație. Totul pare foarte simplu, dar trebuie luate în considerare câteva probleme, și anume:

3.3.1 Detectarea apropierii

Noțiunea de „în apropierea unei străzi” este evidentă pentru utilizatorul uman, dar ea trebuie definită în termeni inteligibili pentru aplicația de pe telefonul mobil, care lucrează cu două obiecte distincte, obiectul hartă (stradă) și obiectul cursor. Noțiunea de „apropiere” corespunde evident distanței de la punctul cu coordonatele vârfului cursorului la segmentul de dreaptă care reprezintă strada.

Cursorul trebuie deci să „simtă” când se află în apropierea unei străzi pentru ca strada să fie scoasă în evidență corespunzător. Pentru aceasta, cursorul a fost înzestrat cu un atribut, numit senzitivitate, care reprezintă distanța maximă la care se poate afla cursorul față de segmentul de dreaptă pentru ca acesta să fie selectat. Într-un mediu desktop, unde acuratețea de control a cursorului este mult mai mare, nu ar fi fost nevoie de acest atribut, deoarece utilizatorul ar fi putut poziționa mult mai repede și mult mai exact cursorul deasupra străzii dorite.

3.3.2 Navigarea folosind cursorul

În contextul platformei mobile însă, ale cărei limitări au fost discutate mai sus, cursorul este dirijabil doar cu ajutorul joystick-ului, în pași care trebuie să fie îndeajuns de mari pentru ca percepția utilizatorului de mișcare să fie una de viteză apropiată cu cea a unui cursor de pe o platformă desktop, dar îndeajuns de mici pentru a putea selecta cu exactitate strada dorită. Utilizatorul trebuie să exercite un efort minim din momentul în care își propune să selecteze o stradă oarecare și până la îndeplinirea acestui scop. Efortul minim se traduce printr-un număr minim de acțiuni (mișcări/apăsări de taste). Aici intervine factorul de senzitivitate al cursorului. Acesta trebuie să fie mai mic la nivele scăzute de detaliu (când harta este văzută în ansamblul ei), pentru a nu detecta mai multe străzi deodată. La nivele ridicate de detaliu, când o porțiune de hartă este mărită foarte mult, și pe ecran apare un număr mic de străzi, nivelul de senzitivitate poate fi mai ridicat, respectiv cursorul poate să „simtă” străzi de la o distanță mai mare, neexistând riscul selectării mai multor străzi simultan.

Rămâne totuși problema deplasării în spațiul ecran cu ajutorul cursorului. Un exemplu concret și elocvent îl reprezintă un utilizator de telefon Nokia Seria 60, care are un ecran standard de 176x208 pixeli. Pentru a ajunge cu cursorul din colțul stânga sus al ecranului în colțul dreapta jos este nevoie, presupunând pași de 1 pixel de exact $176 + 208 = 382$ click-uri, un efort total inacceptabil pentru utilizator. Chiar și folosind pași de 5 pixeli la mișcarea cursorului (ceea ce aduce precizia de poziționare la limita acceptabilă) este nevoie de $(176 + 208)/5 = 76$ click-uri, mult mai rezonabil, dar încă inacceptabil pentru utilizator. Ca atare, se impune o metodă în plus de control al cursorului. În urma observației că în procesul de navigare descris până acum tastele alfanumerice ale telefonului rămân neutilizate, s-a ales soluția prin care acestea ar putea fi folosite pentru a facilita mișcarea cursorului pe ecran. Astfel, se observă ușor că pe orice telefon mobil, tastele de la 1 la 9 formează un grilaj de 3 linii x 3 coloane, ca în figura 1.

În concluzie, se poate folosi această așezare a tastelor pentru a oferi utilizatorului o metodă sugestivă de salt al cursorului în spațiul ecran. Ecranul este deci împărțit imaginativ într-o grilă de 3 linii x 3 coloane rezultând 9 zone egale, fiecare corespunzând unei taste de de la 1 la 9. Se



Figura 1. Evidențierea corespondenței între taste și zonele de ecran

obține astfel o mapare vizuală și deci intuitivă între așezarea tastelor și poziționarea într-o zonă a ecranului. La apăsarea uneia dintre tastele de la 1 la 9, cursorul va fi poziționat pe ecran în centrul dreptunghiului imaginar corespunzător tastei respective. Numărul de click-uri necesare astfel pentru a ajunge din colțul stânga sus al ecranului în colțul dreapta jos se reduce la $1 + ((176 / 3) / 2) + ((208 / 3) / 2) = 1 + 63 = 64$ pentru un increment de 1 pixel, și $1 + (63 / 5) = 14$ pentru un increment de 5 pixeli, ceea ce poate fi considerat rezonabil, având în vedere și faptul că este vorba de numărul maxim de click-uri care pot fi necesare la un moment dat (nu întotdeauna a fi nevoie de parcurgerea ecranului pe diagonală dintr-un capăt în altul). Notă: Toate calculele au fost făcute folosind numere întregi deci au fost rotunjite la cel mai apropiat întreg. În aritmetica de mai sus, primul 1 reprezintă primul click necesar executării saltului, iar 63 reprezintă click-urile executate pentru mișcările secvențiale ulterioare.

4. REZULTATE

În figura 2 este prezentată navigarea în spațiul hărții cu ajutorul cursorului care se mișcă în spațiul ecran. Nivelul de detaliu este scăzut (harta este văzută în mărime inițială), iar cursorul are sensibilitatea de 4 pixeli.

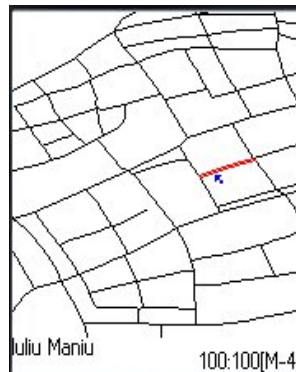


Figura 2. Exemplu de selecție a unei străzi la nivel scăzut de detaliu

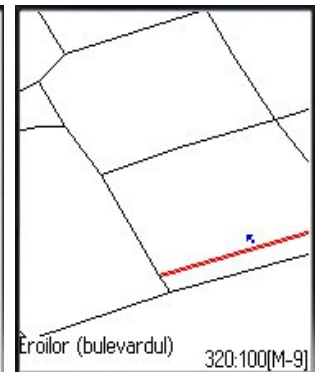


Figura 3. Exemplu de selecție a unei străzi la nivel ridicat de detaliu

În figura 3 se observă că o dată cu creșterea nivelului de detaliu (o mărire a hărții cu 320%), sensibilitatea cursorului poate fi mărită (în cazul de față la 9 pixeli) fără a exista riscul selectării mai multor străzi simultan.

4.1 Analiza rezultatelor

Rezultatele obținute dovedesc că este posibilă realizarea unei aplicații GIS bazată pe standardul SVG și care să ofere o funcționalitate și interactivitate îmbunătățite. Folosirea eficientă a resurselor limitate poate oferi chiar și unei aplicații GIS de complexitate a celei descrise un stil de interacțiune naturală și un răspuns în timp real.

5. CONCLUZII

În contextul curent în care tehnologia pătrunde din ce în ce mai mult în toate aspectele vieții, iar telefonul mobil este o unealtă care de mult nu mai servește doar simplei comunicări la distanță, este utilă prezentarea unor metode noi de interacțiune. Astfel, aplicațiile grafice în timp real devin disponibile chiar și pe această platformă, care prin natura ei este totuși limitată.

6. REFERINȚE

- [1] * * *, *Scalable Vector Graphics (SVG) Specification*: <http://www.w3.org/TR/SVG/>
- [2] * * *, *Java 2 Platform Micro Edition*: <http://java.sun.com/j2me/index.jsp>
- [3] * * *, *Nokia Series 60 Smartphone Platform*: <http://www.series60.com>