

Managementul hărților temporale Într-un mediu colaborativ

Cosmin Vârlan

Univ. Al. I. Cuza, IAȘI

Facultatea de Informatică,

Str. General Berthelot, nr. 16, Code 700483 – IAȘI, ROMANIA

vcosmin@info.uaic.ro

REZUMAT

Numărul mare de mașini existente în trafic în același moment duce adeseori la aglomerații. Aceste sugrumări pot fi soluționate prin intermediul unei infrastructuri hardware complexă prin intermediul căreia să se poată sincroniza semafoarele existente într-o anumită zonă în așa fel încât traficul să fie redirecționat pe străzi secundare.

În acest articol se oferă o idee alternativă în care prin intermediul unui mediu colaborativ pot fi construite hărți temporale ce pot fi utilizate împreună cu sistemele GPS pentru a indica șoferului drumul cel mai rapid până la destinație.

Cuvinte cheie

GPS, mediu colaborativ, human computation.

Clasificare ACM

H5.3. *Asynchronous interaction.*

INTRODUCERE

Drumul cel mai rapid este drumul pe care îl știi. Atâta timp cât nu ai șanse să te pierzi, nu ai motive să te întorci înapoi pentru a urma altă cale. Cu cât un șofer știe mai multe moduri de a ajunge la destinație, îi va fi mai ușor de a selecta drumul mai puțin aglomerat. Un șofer nu poate ști toate drumurile; din acest motiv au fost inventate GPS-urile.

GPS-urile indică drumul cel mai scurt ținând cont în principal de distanța pe care un vehicul trebuie să o parcurgă până la destinație. Deși un asemenea instrument cunoaște – de obicei – toate posibilitățile de a ajunge până la destinație, aproape toate GPS-urile vor găsi drumul dintre două puncte utilizând drumurile principale, străzile importante având avantajul circulației cu viteze superioare.

Deși în teorie GPS-urile funcționează foarte bine, în practică se pot găsi alternative mai rapide utilizând de obicei drumuri secundare. Aceste drumuri secundare nu sunt cunoscute de șoferi și GPS-urile deși “le cunosc” încearcă să nu îi aventureze pe șoferi prin zone mai puțin circulare.

GPSP – O SOLUȚIE ASUPRA HĂRȚILOR TEMPORALE

GPSP a luat naștere din nevoia personală de a transforma o consolă de jocuri PSP într-un GPS, prin atașarea unui senzor capabil să returneze informații asupra poziției: longitudine, latitudine, altitudine, viteza de deplasare, numărul sateliților la care dispozitivul este conectat, ora la care au fost preluate datele, direcția de mers. Unele informații ar putea să pară inutile – de fapt probabil pentru

cele mai multe sisteme GPS cele mai importante sunt longitudinea și latitudinea.

Direcția de mers poate fi calculată în funcție de punctele prin care deja s-a trecut. Un rol important au totuși și datele adiționale: numărul de sateliți spre exemplu: într-un oraș spre exemplu numărul steliților la care se poate conecta sistemul GPS este inferior numărului sateliților pe care îi poate detecta în afara acestuia; motivul este dat de existența clădirilor care se interpun deseori între senzor și sateliții geostaționari, semnalul fiind în acest fel împiedicat să ajungă la GPS. Putem detecta așadar dacă suntem într-un oraș sau nu și putem atenționa șoferul că depășește viteza legală atunci când o face – se observă că nu sunt utilizate date ce ar putea fi extrase numai dintr-o hartă, această miniaplicație folosește numai date permise de la senzor: numărul sateliților, viteza de rulare.

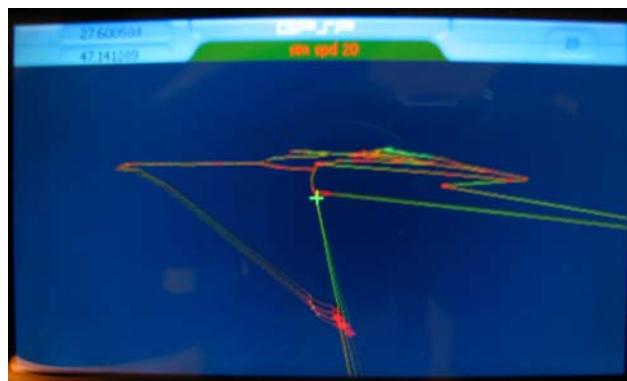


Figura 1 – GPSP interfața clientului pentru PSP

Aceste informații nu sunt singurele ce ar putea fi folosite într-un mod neconvențional: prin intermediul unor date cum ar fi altitudinea, un GPS ar putea estima consumul de combustibil necesar pentru a ajunge la destinație (atunci când vehiculul urcă va consuma mai mult decât când merge pe drum drept).

GPSP deși indică corect parametri primiți de la senzorul atașat PSP-ului, are o problemă majoră: nu are nici un set de hărți. Pentru a crea hărțile, aplicația va înregistra fiecare punct preluat de către GPS în vederea realizării unui drum: GPS-ul recepționează informațiile în fiecare secundă și șirul de puncte împreună cu datele aferente în fiecare punct vor fi stocate în fișiere XML sub forma unei păduri de noduri:

```
<point><lat>45.378384</lat><long>25.539366</long><alt>820.099976</alt><spd>56.300800</spd><course>347.690002</course><sat>8</sat><qual>1</qual></point>
```

```
<point><lat>45.378521</lat><long>25.539322</long><alt>820.200012</alt><spd>56.300800</spd><course>347.690002</course><sat>8</sat><qual>1</qual></point>
```

```
<point><lat>45.378521</lat><long>25.539322</long><alt>820.200012</alt><spd>55.985958</spd><course>347.089996</course><sat>8</sat><qual>1</qual></point>
```

Datele reprezintă poziția punctului, altitudinea, viteza mașinii în acel moment, direcția de mers, numărul de sateliți din raza GPSului respectiv calitatea semnalului.

Punctele reprezintă traseul care a fost urmat de către autoturism și pe baza lor va trebui să fie construită o hartă validă în format vectorial. Este necesar să avem harta în format vectorial pentru a putea construi un graf și a calcula drumul cel mai rapid dintre două puncte.

Harta va fi formată dintr-o serie de intersecții, fiecare dintre ele având un identificator, o poziție geografică (long, lat), și o serie de alte intersecții vecine date prin IDurile lor. În plus se oferă informații suplimentare despre drumul care unește cele două intersecții: numele străzii, IDul străzii (ce va fi utilizat pentru a identifica corect strada dintr-un fișier conținând toate străzile) respectiv un cost asociat.

Costul asociat străzii poate fi distanța dintre cele două capete ale sale (și de obicei acesta este costul utilizat de către GPSuri). În exemplul de mai jos este utilizat acest tip de cost (distanța):

```
<intersection id="1">
  <coordinates>
    <longitude>27.606253</longitude>
    <latitude>47.137280</latitude>
  </coordinates>
  <neighbours>
    <inter id="3" street_name="noname"
str_id="1" distance="756" />
    <inter id="2" street_name="noname"
str_id="2" distance="6533" />
  </neighbours>
</intersection>

<intersection id="2">
  <coordinates>
    <longitude>27.651114</longitude>
    <latitude>47.094212</latitude>
  </coordinates>
  <neighbours>
    <inter id="1" street_name="noname"
str_id="2" distance="6533" />
  </neighbours>
</intersection>
```

Este evident că dacă există stradă de la intersecția 1 la 2 atunci trebuie să fie o stradă și de la 2 la 1. În reprezentarea pe care o facem nu este neapărat totuși să se întâmple acest lucru: străzile cu sens unic pot fi reprezentate numai de la o intersecție la cealaltă și nu și în sens opus. În exemplul dat costul de la intersecția 1 la

intersecția 2 este același cu costul de la intersecția 2 la intersecția 1 adică 6533. Distanțele ar putea totuși varia.

Un cost pe care l-am considerat mai important decât distanța dintre cele două intersecții îl constituie timpul de parcurgere al drumului între cele două capete. Acest timp variază în funcție de momentul parcurgerii: în timpul zilei, o stradă va fi de obicei mai aglomerată decât pe perioada nopții. Costurile ar putea fi reprezentate și în funcție de ziua săptămânii. Astfel, strada dintre intersecția 1 și 2 ar putea avea drept cost un șir de tipul:

```
cost="L:0, 0, 0, 5, 7, 6, 8, 9, 12, 12, 11, 14, 13, 12, 14,
15, 15, 14, 13, 10, 8, 5, 4, 0 # M:0, 0, 0, 0, 6, 6, 7, 8, 10,
12, 11, 12, 13, 13, 13, 12, 16, 14, 14, 13, 10, 8, 5, 4, 0 #
Mi: ..... # J: ..... # ....."
```

Unde L, M, Mi, J, V, S, D ar reprezenta ziua săptămânii și valorile ar reprezenta estimarea timpului (să zicem în minute) necesar parcurgerii pentru o anumită oră din zi. Locurile în care apare valoarea 0 indică faptul că nu se poate estima timpul de parcurgere pentru că, probabil, încă nu a trecut nici o mașină pe acolo la acea oră. Estimarea este făcută în funcție de informațiile transmise de către utilizatorii ce traversează drumul dar într-un mod asincron: datele sunt înregistrate și vor fi uploadate ulterior pe server, nu neapărat în ziua în care s-a parcurs drumul.

Cea de-a doua componentă a hărții o constituie mulțimea efectivă de drumuri. Drumurile vor fi grupate zonal, mulțimea drumurilor dintr-o anumită zonă va fi reprezentată într-un singur fișier în format XML în care drumurile vor avea un unic identificator ce va putea fi asociat cu identificatorul drumurilor dintre intersecții din fișierul anterior:

```
<map name="Iasi" length="51">
  <strada id="1" length="3441">
    <point><lat>45.378384</lat><long>25.539366</long><alt>820.099976</alt><spd>56.300800</spd><course>347.690002</course><sat>8</sat><qual>1</qual></point>
    <point><lat>45.378521</lat><long>25.539322</long><alt>820.200012</alt><spd>56.300800</spd><course>347.690002</course><sat>8</sat><qual>1</qual></point>
    <point><lat>45.378521</lat><long>25.539322</long><alt>820.200012</alt><spd>55.985958</spd><course>347.089996</course><sat>8</sat><qual>1</qual></point>
    .....
  </strada>
  <strada id="2" length="6533">
    .....
  </strada>
  .....
</map>
```

OBȚINEREA UNEI HĂRȚI TEMPORALE

Drumurile vor fi uploadate de către utilizatori sub forma unor șiruri de puncte (pădure de XMLuri). Procesul de obținere a hărții este cel important:

Punctele dintre cele două intersecții ne interesează de fiecare dată când un utilizator trimite aceste informații. Cu cât drumul este format din mai puține puncte, cu atât strada este mai bine definită deoarece utilizatorul nu a făcut depășiri sau nu a stat în parcări aflate pe strada respectivă. De asemenea dacă un drum este format din mai puține puncte putem să considerăm că s-a mers cu o viteză mai mare decât maxima pe care o cunoșteam, putem de asemenea să facem o reprezentare mai apropiată de realitate a străzii – atunci când viteza este mare, nu este pierdut timpul cu staționări. Un număr mai mic de puncte va face randarea mai rapidă pe dispozitivul aflat în mașina șoferului.

Partea negativă care poate fi văzută atunci când drumul este format din mai puține puncte este aceea că șoferul a “tăiat curbele” și deși drumul este format din mai puține puncte, nu reflectă realitatea. Acesta este un detaliu nesemnificativ ce poate fi corectat realizând o medie între punctele de la diferiți utilizatori ce au străbătut drumul.

Lista punctelor-intersecții este foarte importantă pentru calcularea traseului cel mai rapid de către dispozitivul ce joacă rol de GPS (fie el PSP, pocketPC sau alt dispozitiv mobil). Acest fișier conține toate informațiile necesare pentru a realiza un graf temporal de reprezentare a hărții:

Ce se înțelege printr-un graf temporal?

Fie cazul în care un șofer dorește să ajungă din punctul A în punctul B. Pentru a face acest lucru poate să urmeze fie traseul A-C-B fie traseul A-D-B. Momentul plecării din A este t_0 . Pentru a străbate A-C-B de la momentul t_0 se va aduna timpul necesar străbaterii segmentului A-C cu timpul necesar străbaterii segmentului C-B dar pornind de la timpul t_1 – cel al ajungerii în punctul C. Vom nota cu perechea (A-C, t_0) timpul necesar străbaterii segmentului A-C atunci când din A se pleacă la momentul t_0 spre C. Considerăm (A-C, t_0) = n. Atunci pentru a calcula timpul necesar ajungerii la punctul B trecând prin C vom scrie formula:

$$(A-B, t_0) = (A-C, t_0) + (C-B, t_0+n) =$$

$$(A-B, t_0) = (A-C, t_0) + (C-B, t_0 + (A-C, t_0))$$

Adică timpul necesar străbaterii A-C pornind de la t_0 adunat cu timpul necesar străbaterii C-B pornind de la momentul ajungerii în C.

Similar destinația poate fi atinsă și prin punctul D:

$$(A-B, t_0) = (A-D, t_0) + (D-B, t_0 + (A-D, t_0))$$

Drumul pe care șoferul va dori să-l parcurgă va fi minimul dintre cele două de mai sus.

Datele ce pot fi extrase din fișierul ce conține definițiile intersecțiilor sunt: felul în care va fi construit graful (deși acesta va fi un graf zonal), timpii necesari parcurgerii la orice oră din fiecare zi a săptămânii a unui drum și pe baza acestor informații se poate afla drumul cel mai rapid. Partea cea mai importantă a acestui fișier este modul de asociere a costurilor pentru diversele străzi ale unei regiuni.

Costul fiecărui drum este obținut ca medie a costurilor obișnuite de fiecare utilizator ce traversează drumul într-un anumit moment. Așadar, în cazul în care costul străbaterii drumului în ziua de luni la ora 12 este de 14 minute și

acest cost a fost obținut de 5 utilizatori care au parcurs distanță dintre cele două intersecții, dacă un al șaselea șofer va parcurge drumul luni la ora 12 în 10 minute, costul va scădea la 13.33.

Formula folosită este:

$$(\text{cost_cunoscut} * \text{nr_utilizatori} + \text{cost_curent}) / \text{nr_utilizatori}+1)$$

Cum convingem utilizatorul să trimită traseul pe care l-a parcurs către situl nostru și cum vom parsă acest drum sunt două probleme pe care trebuie să le avem în vedere:

Convingerea utilizatorului să uploadeze trasee

Prima problemă poate fi rezolvată prin creșterea termenului de viață a aplicației: utilizatorii vor putea folosi în continuare GPSP numai dacă vor transmite periodic traseul pe care l-au parcurs. Rezolvarea aceasta duce la apariția altor două probleme: cum împiedicăm utilizatorul să nu creeze artificial date și să le transmită pentru a-și mări perioada de utilizare a aplicației fără a transmite datele reale și ce se întâmplă atunci când utilizatorul nu a parcurs nici o distanță în perioada în care i s-a permis să utilizeze aplicația.

Pentru a împiedica trișatul putem utiliza anumite informații specifice hardware-ului: de exemplu în cazul PSPurilor putem utiliza adresa MAC a plăcii de rețea WiFi pe care acesta o posedă și pe baza acestei adrese și a unui cuvânt cheie ales de programator să fie criptate toate datele ce vor fi scrise în fișiere (pădurea de XMLuri despre care discutăm la început). Datele vor fi decriptate de către serverul pe care s-a uploadat informația (în momentul în care își fac cont vor fi nevoiți să completeze un câmp reprezentând adresa MAC a PSPului) și vor putea fi parsate fără probleme.

În cazul în care utilizatorul nu a străbătut nici o distanță în perioada de grație, va fi invitat să adnoteze hărțile existente deja pe server: adăugarea de nume străzilor, identificarea corectă a intersecțiilor sau adăugarea punctelor de interes pe o hartă poate duce la câștigarea de puncte-bonus:

Numele unei străzi va fi înregistrată de la primul utilizator care îl va introduce dar utilizarea efectivă a celui nume (afișarea numelui spre exemplu în aplicația GPSP sau pe harta WEB) va fi făcută numai după ce mai mulți utilizatori au fost de acord că într-adevăr acea stradă se numește în acel fel.

În mod asemănător putem trata și punctele de interes: doar după ce mai mulți utilizatori au introdus aceeași poziție pentru un spital putem trage concluzia că într-adevăr acolo se află spitalul. Chiar dacă utilizatorul va introduce poziția aproximativă, prin realizarea unei medii se poate găsi o zonă ce reprezintă spitalul.

Extragerea unui drum din șirul de puncte transmis

Nevoia de adnotare a intersecțiilor a apărut deoarece punctele sunt destul de dezordonate pentru a face acest lucru automat. Deși teoretic o intersecție se află acolo unde se intersectează două drumuri, numărul de drumuri din aceeași zonă poate fi unul destul de mare – ca să nu mai vorbim de cazul în care doi șoferi merg pe aceeași stradă: este imposibil ca să aibă vectori de direcție ce nu se intersectează.

O abordare care a avut mai mult succes este cea de verificare a punctelor în care se poate ajunge plecând dintr-un anumit punct: se iau pe rând punctele dintr-o anumită zonă (selectată destul de mică pentru a putea reprezenta o intersecție) și mergându-se pe toate drumurile ce trec prin acea zonă dacă se poate ajunge în trei zone distincte înseamnă că acel punct reprezintă o intersecție. Deși această metodă a dat rezultate mai bune decât cea cu intersectarea drumurilor, există intersecții care nu sunt marcate precum și zone marcate ce nu reprezintă intersecții: dintr-un punct apropiat unei intersecții se poate ajunge de asemenea în mai multe puncte utilizând drumurile ce trec chiar prin intersecție:

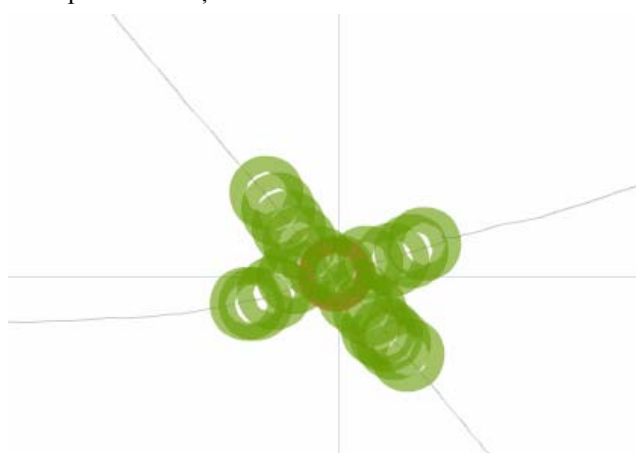


Figura 2 – Marcarea autmoată

Dacă încercăm să realizăm media pozițiilor punctelor din imaginea de mai sus, probabil s-ar obține corect poziția intersecției – nu același lucru l-am putea spune în cazul unei bifurcații de drumuri (intersecția e formată din trei străzi)

După găsirea intersecțiilor, se pleacă din fiecare intersecție în parte și mergându-se pe rând pe fiecare din drumurile ce trec prin acea intersecție se observă când se ajunge în altă intersecție. Șirul de puncte dintre intersecții va fi salvat ca un drum: sunt tăiate segmente din fișierul ce conține șirurile de puncte respectiv va fi creat fișierul cu intersecțiile (prin aceeași parsare).

Harta grafică va fi formată din drumurile care au cele mai puține puncte dar în același timp fiecărui drum îi va fi atașată valoarea semantică reprezentând timpii de parcurgere și în momentul în care un nou utilizator va trimite un nou traseu, nu contează dacă informația recepționată va da naștere unor noi drumuri sau nu, important este și că prin intermediul acestei informații vom reface timpii pe care deja îi cunoaștem.

APLICAȚIA WEB

Pe partea de sever, s-a folosit limbajul PHP și ca baze de date MySQL. Se permite înregistrarea unui utilizator, logarea acestuia și odată logat va putea fie să uploadeze hărți câștigând astfel un număr de puncte direct proporțional cu numărul de puncte obținut din traseele ce au fost transmise. Obținerea punctelor în urma adnotării hărților existente este de asemenea o facilitare oferită utilizatorului.

Se va realiza un top al punctelor ce va putea fi vizualizat, în acest fel determinându-l de asemenea să încerce să obțină mai multe puncte (deci să facă mai multe adnotări).

Traseele uploade de către utilizator vor fi păstrate mereu în folderul personal pentru a putea verifica dacă nu cumva același fișier este transmis de două ori.

După transmiterea unui traseu, acesta rămâne într-o coadă de așteptare de unde va fi preluat de către un utilizator dornic să marcheze intersecții, utilizator care obligatoriu trebuie să fie din zona în care se află traseul (se presupune că un utilizator dintr-o anumită zonă va ști mai bine ce intersecții se află în zona sa). Zona în care se află utilizatorul poate fi determinată din locațiile din care a transmis cele mai multe porțiuni de hartă.

Atunci când utilizatorul dorește să adnoteze intersecții, drumurile ce nu au fost încă parsate vor fi afișate cu o altă culoare, utilizatorul putând adăuga intersecții pe aceste drumuri sau introduce numele anumitor străzi.

Pe partea de client, interfața Web a fost realizată în FLEX utilizând limbajul Action Script 3:



Figura 3 – Interfața WEB a managerului de hărți

CONCLUZII

Deși se dorește ca aplicațiile de control al traficului să fie orientate direct asupra șoselelor și realității, există o parte ce poate fi realizată de către șoferi și prin colaborarea acestora putem să echilibrăm traficul dintr-o anumită zonă.

MULȚUMIRI

Doresc să mulțumesc studentului Radu Mereuță pentru ajutorul acordat în dezvoltarea aplicației GPSP. Aplicația GPSP precum și modulul Web sunt disponibile la adresa web:

<http://www.infoiasi.ro/~gpsp>

REFERINȚE

1. Inteligență în transporturi.
Doina Banciu, Rodica Hrin, George Mihai, Lucian Anghel, Adrian David
2. Noi viziuni asupra sistemelor inteligente de transport
Rodica Hrin, Lucian Anghel, Mihaela Tomescu, Daniel Savu, Iulian Neacșu