

# Personalizarea serviciilor bazate pe locație utilizând algoritmi genetici și agenți inteligenți

**Liviu Adrian Cotfas**

Academia de Studii Economice din București

Piața Romană, nr. 6, sector 1, București

liviu.cotfas@ase.ro

**Andreea Dioșteanu**

Academia de Studii Economice din București

Piața Romană, nr. 6, sector 1, București

andreea.dioșteanu@ie.ase.ro

## REZUMAT

Acest articol analizează posibile soluții pentru îmbunătățirea serviciilor bazate pe locație prin utilizarea algoritmilor genetici și a agenților inteligenți. Soluția propusă permite identificarea punctelor de interes pe baza profilului utilizatorului și a contextului curent, precum și generarea de rute în rețele de transport public multi-modale și multi-operator. Generarea rutelor se realizează pe baza unui algoritm genetic ce permite folosirea de către utilizatori a unor restricții flexibile, pentru a cuantifica gradul de importanță asociat fiecărui criteriu de optimizare. Se adaugă astfel un nivel suplimentar de personalizare față de utilizarea exclusivă a restricțiilor fixe în procesul de identificare a rutelor. Punctele de interes sunt reprezentate prin intermediul agenților inteligenți, iar comunicarea se realizează pe baza unei ontologii predefinite.

## Cuvinte cheie

Interfețe mobile, servicii bazate pe locație, agenți inteligenți, algoritmi genetici.

## Clasificare ACM

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

## INTRODUCERE

Progresul rapid al tehnologiilor mobile caracterizat prin îmbunătățirea comunicării, portabilitate sporită și mobilitate a creat contextul pentru dezvoltarea de aplicații capabile să se adapteze în funcție de locația utilizatorului. Identificarea locației utilizatorului se poate realiza fie prin intermediul rețelei de telefonie mobilă, fie prin utilizarea unui modul de poziționare prin satelit în cazul în care un astfel de modul este inclus în terminal. Serviciile bazate pe locație au cunoscut o puternică dezvoltare în ultimii ani mulțumită progresului dispozitivelor mobile și accesului permanent la internet de pe terminalele mobile [1]. Exemple de servicii bazate pe locație sunt: identificarea punctelor de interes din vecinătatea utilizatorului, generarea de rute în rețeaua rutieră sau în cea de transport public, monitorizarea poziției unui vehicul, publicitate adaptată locației.

Serviciile bazate pe locație se pot clasifica în:

- Nesolicitate – Astfel de servicii oferă informații fără a fi necesară o acțiune din partea utilizatorului. Serviciile de acest tip sunt utilizate în special în publicitatea bazată pe locație. [2]. În

[3] este prezentată arhitectura unui sistem informatic bazat pe “servicii nesolicitate” ce folosește noile facilități de lucru cu date spațiale introduse în Microsoft SQL Server 2008.

- Solicitate – Astfel de servicii oferă posibilitatea de a identifica puncte de interes aflate la distanță mică față de poziția curentă a utilizatorului[4]: magazine, restaurante, cinematografe, generarea de rute.

În acest articol prezentăm mai multe tehnici de personalizare atât pentru procesul de identificare a punctelor de interes, cât și de generarea personalizată de rute în rețele de transport public multi-modale și multi-operator.

## IDENTIFICAREA PUNCTELOR DE INTERES

Pentru asigurarea identificării personalizate a punctelor de interes au fost luate în considerare următoarele două categorii de elemente:

- Informații privind contextul utilizării
- Informații specifice fiecărui utilizator

Prima categorie include informații generale, care nu sunt asociate unui utilizator sau unui grup de utilizatori. Aceste informații sunt obținute prin intermediul unui agent de interacțiune ce oferă date despre trafic, prognoză meteo, programul punctelor de interes - oră de deschidere și de închidere. Luarea în considerare a contextului permite realizarea unei selecții preliminare a informațiilor disponibile. Astfel, sistemul va evita recomandarea de restaurante în aer liber atunci când plouă, sau recomandarea de magazine și muzee în afara orelor de program. Contextul este variabil atât în timp, cât și în spațiu și trebuie să fie actualizat permanent [5].

În timp ce contextul ajută la eliminarea unor informații irelevante, profilul utilizatorilor reprezintă soluția pentru alegerea serviciilor și informațiilor care sunt oferite utilizatorului. Profilul utilizatorului conține informații referitoare la vârstă, sex, ocupație, venituri, limbi străine cunoscute și hobby-uri. Variantele selectate anterior, precum și selecțiile altor utilizatori cu un profil similar pot fi de asemenea luate în considerare prin crearea unui set de profile care vor fi clasificate prin utilizarea unui algoritm Bayesian.

Soluția aleasă pentru a gestiona un număr mare de obiective având caracteristici variabile în timp se bazează pe utilizarea agenților inteligenți. Astfel, fiecare obiectiv are asociat un agent care poate oferi informații despre starea curentă și viitoare a obiectivului.

Formatul de ontologie propus pentru a asigura comunicarea între agenți este:

- toate clasele sunt derivate din clasa generală **THING**;
- clasa **DOMAIN\_THING** este utilizată pentru a reprezenta tipul de obiectiv căutat de utilizator;
- clasa **GPS** conține informații legate de poziția utilizatorului.
- clasa **TIME** descrie informațiile legate de momentul de timp.
- clasa **Weather** conține date serializate obținute de la serviciile web de prognoză meteo

Astfel, căutarea punctelor de interes este echivalentă cu descoperirea agentului care satisface cerințele utilizatorului, cerințe specificate prin intermediul ontologiei. Căutarea agenților ce reprezintă punctele de interes - AP se realizează cu ajutorul unui agent de tip director, numit AD. Agenții AP se înregistrează la agentul director AD cu unul sau mai multe servicii oferite.

Interacțiunea dintre agenți este implementată folosind mesaje standard ACL definite de FIPA [6]. Dezvoltarea platformei multi-agent s-a realizat utilizând platforma JADE, bazată pe tehnologia Java. În cadrul platformei JADE, agentul AD (DF) poate fi utilizat prin intermediul clasei `jade.domain.DFService`. Pentru fiecare serviciu publicat, agentul asociat punctului de interes, AP va furniza o descriere, tipul de serviciu, ontologiile suportate, proprietăți specifice serviciului. JADE încorporează clasele `DFAgentDescription`, `ServiceDescription` și `Property` în pachetul `jade.domain.FIPAAgentManagement`.

Dacă utilizatorul nu furnizează unele informații, precum domeniul de interes, se va încerca identificarea lor pe baza cererilor anterioare. Inferența a fost implementată utilizând platforma JENA [7]. Pentru implementarea platformei multi-agent s-a utilizat JADE Framework [8].

## IDENTIFICAREA RUTELOR ÎN REȚEAUA DE TRANSPORT PUBLIC

O provocare frecventă pentru locuitorii din orașele mari este reprezentată de identificarea rutelor optime în rețelele de transport publice tot mai complexe. O posibilă soluție pentru această problemă constă în implementarea unei aplicații pentru ghidarea călătorilor.

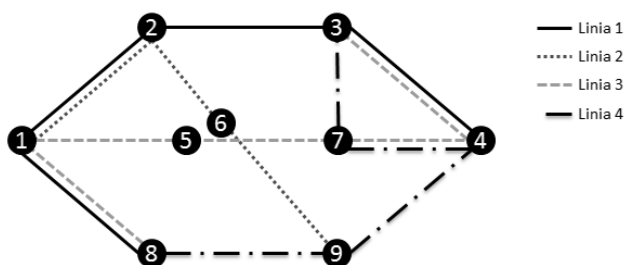


Figura 1. Exemplu de rețea multi-modală incluzând o zonă de transfer între stațiile 5 și 6

În acest moment există deja implementări în unele orașe, dar majoritatea nu tratează decât în mod superficial problema identificării de rute în rețelele de transport public: nu oferă posibilitatea de a genera rute în rețele

multi-modale (Figura 1), nu sunt disponibile pe dispozitive mobile, rutele generate nu sunt afișate într-o formă ușor de înțeles, prezintă un număr redus de opțiuni. În multe cazuri, utilizatorii sunt obligați să utilizeze hărți și diagrame pentru a identifica rutele. Adesea rutele alese nu sunt optime, ceea ce conduce la scăderea satisfacției călătorilor și la creșterea costului călătoriei.

Sistemul propus în acest capitol intenționează să elimine limitările existente, prin oferirea posibilității de a identifica rute în rețele multi-modale și multi-operator. În scopul de a găsi rute care reflectă mai bine preferințele utilizatorilor, un mecanism de restricții flexibile este implementat suplimentar față de restricțiile fixe.

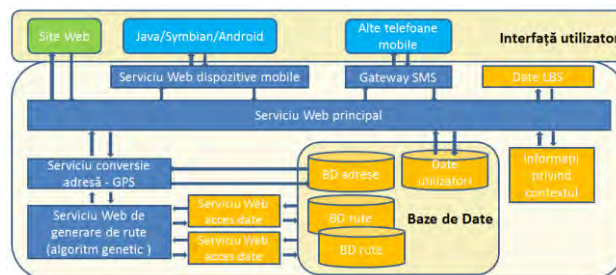


Figura 2. Arhitectura distribuită a aplicației de generare de rute

Sistemul este dezvoltat într-o manieră distribuită utilizând servicii web (Figura 2) și poate fi accesat de pe un număr mare de platforme diferite. Contextul include informații meteo și de trafic. Căutarea de informații și servicii este mediată cu ajutorul agenților care comunică prin utilizarea ontologiei specifice prezentată anterior.

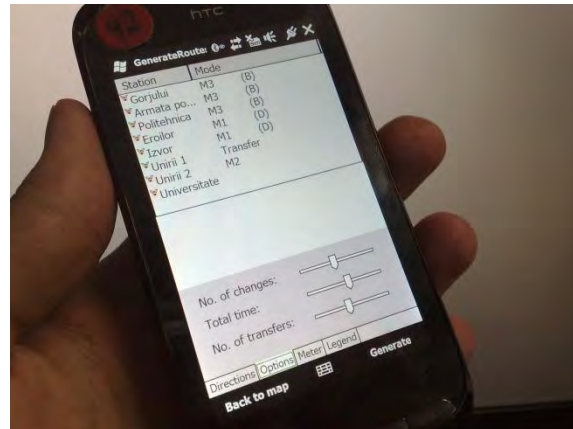


Figura 3. Implementarea restricțiilor flexibile în aplicația pentru dispozitive mobile

Figura 3 ilustrează implementarea pentru dispozitive mobile a aplicației rulând pe un terminal mobil. Utilizatorul poate selecta valori diferite de importanță pentru restricțiile flexibile: număr de mijloace schimbate, număr de transferuri și timp total de deplasare. Noi restricții flexibile pot fi adăugate cu ușurință prin parametrizarea funcției fitness din algoritmul genetic utilizat în procesul de generare a rutelor.

Figura 4 prezintă modul de afișare a hărții pe dispozitivul mobil. Reprezentarea pe hartă a rutei facilitează orientarea.

Generarea rutelor se realizează în serviciul web principal al aplicației. Pentru accesul de pe dispozitive mobile se utilizează un serviciu web suplimentar ce are rolul de a pregăti datele pentru afișarea pe dispozitive cu capacități mai reduse de procesare cum sunt telefoanele mobile.

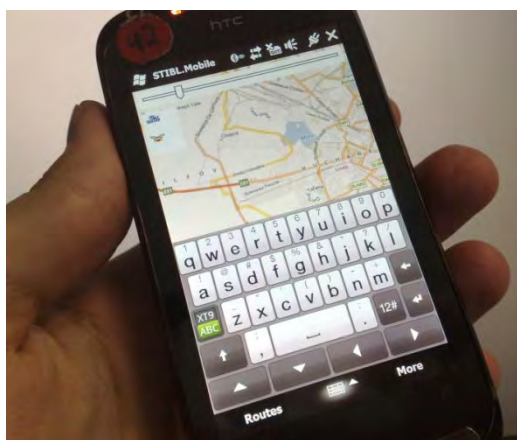


Figura 4. Afișare hartă pe dispozitivul mobil

Algoritmii genetici - GA [9, 10] sunt o clasă de algoritmi evolutivi care utilizează tehnici inspirate din evoluția naturală a speciilor, cum ar fi moștenire, mutație, selecție și încrucișare. Domeniul lor de aplicare include: economie, teoria jocurilor, recunoașterea formelor, rețelele neuronale. Algoritmii genetici au fost deja aplicați cu succes pentru identificarea rutelor în rețele rutiere [11].

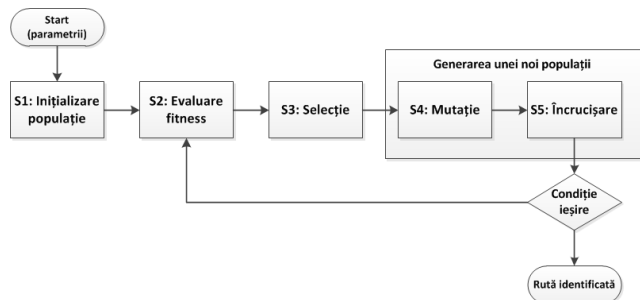


Figura 5. Identificarea de rute utilizând algoritmi genetici

Folosind algoritmi genetici, determinarea rutei se transformă într-un proces structurat pe mai mulți pași. Schema algoritmului genetic de generare a rutelor este prezentată în Figura 5. Algoritmul presupune parcurgerea următorilor pași:

**Pasul 1 - Inițializarea:** Presupune generarea unui număr inițial de rute aleatoare, fiecare rută fiind compusă dintr-un lanț de conexiuni între stații consecutive. Două stații pot fi considerate consecutive, dacă acestea reprezintă opriri consecutive pentru o linie de transport sau în cazul în care distanța de mers pe jos totală pentru ruta generată nu depășește valoarea maximă selectată de utilizator. Două sau mai multe stații, care sunt mai apropiate decât distanța maximă de mers pe jos selectată de utilizator formează o zonă de transfer. În scopul de a obține soluții fezabile și de a reduce numărul total de iterații necesare, cromozomii generați nu ar trebui să includă o stație de mai multe ori. Rutele generate constituie populația inițială care va fi îmbunătățită pe parcursul mai multor iterații. Rutele individuale reprezintă cromozomii, iar rutele care leagă stațiile consecutive sunt denumite gene. Prin urmare,

optimalitate unui cromozom se caracterizează prin intermediul genelor care îl compun și prin ordinea lor.

Exemplu:  $C1 = (1, 2, 6, 9, 4)$ ;  $C2 = (1, 8, 9, 4)$ ;  $C3 = (1, 5, 6, 2, 3, 4)$ ; ...

**Pasul 2 - Evaluarea:** Include calcularea unei valori fitness pentru a măsura optimul fiecărei rute (cromozom). Optimalitatea fiecărui cromozom se calculează folosind o funcție fitness. Funcția primește ca parametri ruta care trebuie evaluată și restricțiile selectate de către utilizator. Aceasta "penalizează" transferurile, mijloacele de transport care urmează să fie schimbate, precum și alte caracteristici nedorite. Pentru a calcula valoarea funcției, trebuie determinat la început numărul minim de schimbări de mijloace. Valoarea rezultată reprezintă suprapunerea dintre preferințele utilizatorului și caracteristicile fiecărei rute calculate – cu cât o rută satisface mai mult restricțiile invocate de către utilizator, cu atât este mai mare valoarea fitness;

**Pasul 3 - Selecția:** Joacă rolul unui proces de pregătire necesară pentru actualizarea populației. Rutele care au cele mai bune valori fitness sunt selectate pentru obținerea unei noi generații de rute în pașii 4 și 5. Cele mai bune două rute sunt incluse automat în noua populație de rute.

**Pasul 4 - Mutația:** Are rolul de a genera noi rute pe baza celor existente prin înlocuirea de segmente formate din succesiuni de două sau mai multe stații. Acest procedeu oferă o modalitate de a adăuga variații aleatorii populației aflate în continuă evoluție. Mutația modifică în mod arbitrar pozițiile uneia sau mai multor gene consecutive din cromozom. Prima genă precum și numărul de gene care iau parte la procesul de mutație sunt selectate aleator. În problema rețelei de transport public, modificarea uneia sau mai multor gene consecutive poate genera o nouă rută cu stații deconectate. Astfel, trebuie dezvoltată o mutație specifică să se ocupe de această problemă. Dacă o anumită genă este selectată ca punct de plecare al mutației, aceasta poate fi considerată originea temporară a unui traseu. O succesiune de cromozomi trebuie să fie generată folosind aceeași tehnică utilizată în pasul de inițializare pentru a le înlocui pe cele implicate în mutație fără a rupe traseul.

Exemplu:  $C2 = (1, 5, 6, 2, 3, 4) \Rightarrow C*2 = (1, 5, 7, 4)$

**Pasul 5 - Încrucișarea** combină caracteristicile cromozomilor părinți pentru a forma doi copii similari prin interschimbarea segmentelor corespunzătoare din cadrul celor doi părinți. Operațiile genetice pot fi aplicate doar în cazul în care cromozomii implicați au cel puțin două stații comune, sau două perechi de stații sunt în aceleași zone de transfer. Traseele se constituie într-o nouă generație de rute. Mai mult, algoritmul se reia de la Pasul 2, cu această nouă generație care constituie datele inițiale. Bucla se termină la identificarea unei soluții satisfăcătoare sau la atingerea unui anumit număr predefinit de iterații.

Exemplu:

$C1 = (1, 2, 6, 9, 4) \Rightarrow C*1 = (1, 2, 6, 2, 3, 4)$

$C3 = (1, 5, 6, 2, 3, 4) \Rightarrow C*3 = (1, 5, 6, 9, 4)$

Luând în considerare numărul mare de utilizatori potențiali ai sistemului, este recomandat să se exploateze

natura paralelizabilă a algoritmilor genetici pentru a îmbunătăți performanța.

## CONCLUZII

Această lucrare prezintă o abordare bazată pe utilizarea agenților inteligenți și a ontologiilor pentru a oferi servicii bazate pe locație personalizate pornind de la profilul utilizatorului și contextul utilizării. Sistemul implementat a fost testat cu rezultate bune pentru o rețea de transport cu peste 100 de stații. Se are în vedere testarea aplicației pentru rețeaua de transport a RATB, rețea care include aproape 3000 de stații. De asemenea se va realiza o evaluare a validității rutelor în raport cu preferințele utilizatorilor. Implementarea unui astfel de sistem aduce beneficii atât călătorilor, cât și companiilor de transport prin creșterea atractivității transportului public. Alte avantaje sunt legate de reducerea poluării și a costurilor de transport prin facilitarea utilizării transportului public.

## CONFIRMARE (MULȚUMIRI)

Acest articol a fost elaborat ca parte a proiectului "Doctorat și doctoranzi în triunghiul educație-cercetare-inovare (DOC-ECI) ", proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013 și coordonat de Academia de Studii Economice din București.

## REFERINȚE

1. Y. Yu, J. Kim, K. Shin, și G.S. Jo, "Recommendation system using location-based ontology on wireless internet: An example of collective intelligence by using „mashup” applications," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, 2009, pp. 11675-11681.
2. O. Rashid, P. Coulton, și R. Edwards, "Providing location based information/advertising for existing mobile phone users," *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 12, 2008, pp. 3-10.
3. L.A. Cotfas, "Aplicații ale Sistemelor Informatice Geografice în Publicitate Utilizând Virtual Earth și SQL Server 2008," *Simpozionul Internațional al Tinerilor Cercetători*, Chișinău: ASEM, 2009, pp. 414-416.
4. X. Zhu and C. Zhou, "POI Inquiries and Data Update Based on LBS," *2009 International Symposium on Information Engineering and Electronic Commerce*, 2009, pp. 730-734.
5. M. Park, J. Hong, and S. Cho, "Location-based recommendation system using bayesian user's preference model in mobile devices," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4611, 2007, p. 1130.
6. Foundation for Intelligent Physical Agents [Online]. Available: <http://www.fipa.org>. [Accessed: March 12, 2010].
7. Hewlett-Packard, "Jena Semantic Web Framework," [Online]. Available: <http://jena.sourceforge.net>. [Accessed: September 3, 2009].
8. Telecom Italia, "Java Agent Development Framework," [Online]. Available: <http://jade.tilab.com/>. [Accessed: March 3, 2010].
9. C. Jun, "Route Selection in Public Transport Network Using GA," in *Proc. Esri User Conference*, <http://gis.esri.com/library/userconf/proc05/papers/pap1874.pdf>.
10. ChuHsing Lin, JuiLing Yu, JungChun Liu, ChiaJen Lee, "Genetic Algorithm for Shortest Driving Time in Intelligent Transportation Systems," in *Proc. of the 2008 International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering*, pp. 402-406, 2008.
11. C. Lin, J. Yu, J. Liu, and C. Lee, "Genetic Algorithm for Shortest Driving Time in Intelligent Transportation Systems," 2008, pp. 402-406.