



(11) **RO 125354 B1**

(51) **Int.Cl.**

H04W 8/10 (2009.01),

H04W 4/00 (2009.01),

H04W 84/08 (2009.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00549**

(22) Data de depozit: **18.07.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.07.2012** BOPI nr. **7/2012**

(41) Data publicării cererii:
30.03.2010 BOPI nr. **3/2010**

(73) Titular:
• **BRĂDEANU SILVIU-ONORIU**,
ȘOS. MIHAI BRAVU NR.75-83, BL.C17,
SC.A, AP.20, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• **MUNTEANU DORU-PETRU**, STR.TURDA
NR.102, BL.30A, SC.1, ET.8, AP.30,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• **BRĂDEANU SILVIU-ONORIU**,
ȘOS. MIHAI BRAVU NR.75-83, BL.C17,
SC.A, AP.20, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• **MUNTEANU DORU-PETRU**, STR.TURDA
NR.102, BL.30A, SC.1, ET.8, AP.30,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2006/0030340 A1; US 7818017 B2

(54) **METODĂ DE DETERMINARE A PROFILULUI RADIO ÎN
SERVICIILE BAZATE PE LOCAȚIE**



RO 125354 B1

1 Această invenție se referă la o metodă de determinare a profilului radio (lista de
2 celule radio preferate) asociat locațiilor semnificative specifice serviciilor bazate pe locație
3 (LBS - Location Based Services) oferite în rețele de comunicații mobile.

4 Invenția se referă în mod particular la determinarea profilului radio în rețelele de
5 comunicații mobile în care se dorește implementarea și utilizarea de servicii LBS. Specificul
6 acestor servicii constă în faptul că logica asociată și modul de tratare al apelurilor sunt
7 determinate de informația referitoare la locația echipamentelor/terminalelor mobile respective
8 la un moment dat.

9 În cazul serviciilor asociate locațiilor semnificative, e.g. servicii tarifare și de publi-
10 citate preferențială în anumite locații (Home/Office Zone-mobile advertising), lista de celule
11 preferate este compusă din toate celulele rețelei de acces radio a căror acoperire radio
12 include locația semnificativă respectivă (domiciliu/birou/zonă-comercială). Asigurarea
13 nivelului de calitate a experienței (QoE - Quality-of-Experience), în cazul utilizării acestor
14 servicii, implică minimizarea numărului de celule incluse în profilul radio al locațiilor
15 semnificative respective.

16 Pentru implementarea serviciilor LBS în rețelele de comunicație cu acces radio, se
17 cunosc două categorii de soluții (a) bazate pe terminale și (b) bazate pe rețeaua de acces
18 radio.

19 (a) Soluțiile bazate pe terminale sunt implementate cu ajutorul unor circuite de
20 semnalizare prin interfața bluetooth, aplicații pe cartelele SIM etc. și prezintă dezavantajul
21 major al problemelor de compatibilitate între aplicație și terminal și/sau între aplicațiile
22 rezidente în același terminal/SIM.

23 (b) Soluțiile bazate pe rețea sunt independente de tipul de terminal utilizat și sunt
24 implementate exclusiv ca elemente de rețea. Adoptarea soluției de implementare depinde
25 de precizia de localizare, asociată tipului de serviciu oferit. Astfel, sunt disponibile soluții
26 bazate exclusiv pe identitatea celulelor radio (mai puțin precise dar de complexitate redusă),
27 pe efectuarea de măsurători de parametri specifici (precizie și complexitate medie) și pe
28 utilizarea GPS (precizie GPS și complexitate ridicată).

29 Soluțiile bazate pe identitatea celulelor utilizate frecvent în cazul serviciilor bazate pe
30 locații semnificative, denumite în continuare CID (Cell IDentity), constau în determinarea unui
31 set de celule preferate (profilul radio), pornind de la coordonatele geografice ale
32 locației/adresei semnificative indicate de către abonat și de la topologia rețelei de acces,
33 respectiv parametrii site-urilor radio. Suprafața geografică acoperită cu semnal radio de către
34 celulele din compunerea profilului radio care include locația semnificativă formează zona
35 de serviciu.

36 Determinarea profilului radio și, implicit, a zonei de serviciu, se realizează fie (a) prin
37 utilizarea exclusivă a produselor software de predicție radio fie (b) prin modelarea 2D a
38 întregii rețele de acces.

39 (a) Determinarea listei de celule radio prin utilizarea produselor soft de predicție radio
40 presupune evaluarea probabilității ca celulele radio din proximitatea locației semnificative,
41 identificate sub forma coordonatelor geografice de tip latitudine/longitudine, să devină
42 best-server în acea locație. Principalul dezavantaj al metodei constă în efortul de calcul
43 necesar reevaluării profilelor radio în cazul modificării topologiei rețelei de acces. Practic,
44 pentru toți abonații rețelei (sute de mii / milioane) procesul alocării profilului radio trebuie re-
45 luat din faza de activare a serviciului. De asemenea, metoda nu oferă nici o soluție specifică
46 rezolvării cazurilor de reclamații legate de calitatea serviciului, e.g. taxare preferențială
47 refuzată.

RO 125354 B1

(b) Modelarea 2D a rețelei de acces presupune crearea unei rețele poligonale, eg. Voronoi sau pătratică, fiecărui poligon fiindu-i asociat apriori un profil radio, respectiv lista celulelor radio ce pot fi selectate ca best-server in aria geografică respectivă. Prin determinarea poligonului care include coordonatele locației preferate, profilul radio devine, implicit, profilul poligonului respectiv. În cazul în care coordonatele locației preferate nu sunt disponibile, se pot utiliza coordonatele locației celulei radio utilizate pentru activarea serviciului (primul apel din locația semnificativă). Dezavantajul metodei modelării 2D constă in acuratețea asocierii profilelor radio. Astfel, pentru asigurarea unui nivel înalt al QoE, zona de serviciu rezultată devine mai largă (prin extinderea limitelor poligonului curent invers proporțional cu valoarea densității elementelor de rețea), spre insatisfacția operatorului rețelei, afectat de „canibalizarea” veniturilor sale.

Logica serviciilor bazate pe locație este declanșată de decizia în zona (acasă), respectiv de apartenența celulei de trafic inițial la lista celulelor preferențiale. În caz contrar, se decide că abonatul se află în afara zonei de serviciu, respectiv mobil. Astfel, asigurarea unei rate ridicate de decizii acasă/mobil corecte, pentru fiecare locație geografică stabilită, dimensiunea zonei determinate de către profilul radio trebuie să fie pe de o parte cât mai mare pentru a include cu o certitudine cât mai ridicată acea locație (disponibilitate ridicată) și, pe de altă parte, cât mai mică pentru a nu încărca resursele rețelei. Dacă dimensiunea zonei locației este redusă, există riscul ca disponibilitatea serviciului să scadă, conducând la nemulțumiri din partea clienților beneficiari ai LBS.

Pentru a înlătura dezavantajele de mai sus, invenția de față își propune să rezolve problema stabilirii unui compromis optim între disponibilitatea serviciilor LBS și acuratețea determinării apartenenței terminalului mobil la o anumită locație geografică.

Prin prezenta invenție, se determină cu o precizie superioară profilul radio al unei locații geografice, conferind o mai bună stabilitate a LBS și dimensiuni ale zonei de serviciu mai mici, comparativ cu metoda bazată pe poligoane Voronoi menționată mai sus.

Invenția de față prezintă o metodă de determinare a profilului radio în rețelele de comunicații mobile care oferă servicii bazate pe locație, metodă în care profilul rezultat este capabil să asigure niveluri impuse de disponibilitate a serviciului pentru suprafețe minime ale zonei de serviciu, și care este compusă din următoarele faze:

(i) Alocarea unei liste LoPC-inițiale determinată pe baza modelului poligonal al rețelei de acces radio pornind de la coordonatele locației indicate de către abonat;

(ii) Selectarea intervalului orar pentru analiza traficului de semnalizare în funcție de tipul locației și profilul abonatului, conform modelelor statistice ale invariantei comportamentului uman;

(iii) Optimizarea listei LoPC inițiale prin analiza traficului de semnalizare în intervalul orar stabilit la (ii) și prin clusterizarea celulelor analizate în scopul includerii sau excluderii din lista LoPC, parametrii de analiză fiind distanța dintre locația abonatului și locațiile site-urilor celulelor, numărul de încercări de apeluri deservite de celula respectivă și numărul de zile distincte de utilizare a celulei, validarea apartenenței celulelor la lista LoPC realizându-se pe baza invariantei comportamentului abonaților asociați serviciului subscris, prin stabilirea unei distanțe maxime între celulă și locația abonatului;

(iv) Prelucrarea listei LoPC în cazul modificării topologiei rețelei de acces prin compararea zilnică a topologiei curente cu cea de referință.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...9, în care:

- fig. 1 reprezintă Diagrama arhitecturii serviciului;
- fig. 2 reprezintă Diagrama bloc a metodei;

RO 125354 B1

- 1 - fig. 3 reprezintă Distribuția temporală a activităților zilnice;
- 2 - fig. 4 reprezintă Distribuția spațio-temporală a activităților zilnice;
- 3 - fig. 5 reprezintă Modelul pentru mobilitatea zilnică a locuitorilor zonelor urbane;
- 4 - fig. 6 reprezintă Modelul zilnic de trafic al rețelei;
- 5 - fig. 7 reprezintă Proiecția distribuției 3D a activității celulelor GSM;
- 6 - fig. 8 reprezintă Distribuția geografică a frecvenței celulelor GSM;
- 7 - fig. 9 reprezintă Gradul de separare a clusterelor rezultate.

8 Soluția conform invenției se bazează pe modelul invariant al activității umane
9 (Invariant Pattern of Human Activity, IHAP) prezentat în fig. 3. Caracteristicile IHAP sunt
10 reprezentate în spațiul timp-topografie în fig. 4. În acest context, așa cum este prezentat în
11 fig. 4 și 5, se poate observa cu ușurință faptul că în intervalul orar 20:00 - 23:00, majoritatea
12 oamenilor se afla la domiciliu și continua să fie activi. De asemenea, se poate remarca și
13 faptul ca traficul telefonic, reprezentat în fig. 6 ca numărul de apeluri (inițiate și terminate de
14 către abonatul mobil) în funcție de timp, continuă să fie intens în intervalul de timp
15 considerat, respectiv 20:00 - 23:00.

16 Prezentă invenție utilizează analiza traficului de semnalizare asociat terminalului
17 mobil într-un interval orar pentru a evidenția elementele de rețea, respectiv lista de celule
18 preferate, asociate locației abonatului. Corelarea interval orar - trafic de semnalizare se
19 realizează în raport cu tipul locației semnificative (domiciliu, birou, etc.) și de profilul
20 abonatului (privat, business etc.).

21 Pentru claritatea expunerii și buna înțelegere a soluției propuse de către prezenta
22 invenție, se dau următoarele definiții:

- 23 - Baza de date de înregistrare a abonaților - HLR (Home Location Register);
- 24 - Centru de comutație al serviciilor mobile - MSC(Mobile-Services Switching Center);
- 25 - Sistemul de operare și suport - OSS (Operating and Support System);
- 26 - Punctul de control al serviciului - SCP (Service Control Point);
- 27 - Punctul de date al serviciului - SDP (Service Data Point);
- 28 - Baza de date temporară a abonaților - VLR (Visitor Location Register);
- 29 - Sistemul de informații geografice - GIS (Geographical Information System);
- 30 - Punct de vânzare - POS (Point of Sale);
- 31 - Lista de celule preferate - LoPC (List of Preferred Cells);
- 32 - Cheia serviciului - SK (Service Key);
- 33 - Apeluri inițiate sau terminate de către abonatul mobil - MT/MO (Mobile Terminated
34 /Mobile Originated).

35 Conform fig. 1, în arhitectura serviciului propus de invenție, se presupune că
36 abonatului i s-a atribuit deja o listă de celule preferențiale LoPC, calculată la nivelul punctului
37 de control al serviciului SCP, în funcție de coordonatele geografice ale locației semnificative
38 indicate de către abonat (latitudine, longitudine) și transmise prin conexiunea 1. Cheia ser-
39 viciului asociată, SK, este furnizată bazei de date de înregistrare a abonaților HLR prin
40 conexiunea 2. Pentru un anumit abonat, lista LoPC este atribuită inițial la nivelul SCP prin
41 intermediul conexiunii 3. Prin conexiunea 4 SCP utilizează datele bazate pe topologia rețelei
42 existente în SDP. Centrul de comutație MSC este activat în funcție de cheia SK primită prin
43 conexiunea 5. Pentru a adapta LoPC în funcție de modificările rețelei, baza de date cu
44 topologia rețelei este actualizată zilnic în SDP de către un sistem de operare și suport OSS
45 prin conexiunea 6.

46 Pentru apelurile MT/MO abonații serviciului, identitatea celulei de deservire CID este
47 raportată către MSC/VLR prin conexiunea 7. MSC transferă controlul apelului către SDP prin

RO 125354 B1

conexiunea 8 în funcție de cheia SK primită. SDP preia controlul fluxului conform logicii de serviciu și decide dacă identitatea celulei CID raportată este sau nu conținută în lista LoPC stocată.	1 3
Datele privind adresa abonatului sunt furnizate sistemului sub formă de coordonate geografice (latitudine și longitudine) de către aplicații corespunzătoare de tip Geographic Information System, GIS.	5
Metoda de determinare a listei de celule preferate(LoPC) conform invenției presupune parcurgerea a patru faze:	7
(i) Alocarea unei listei LoPC-inițiale determinată pe baza modelului poligonal al rețelei de acces radio pornind de la coordonatele locației indicate de către abonat;	9
(ii) Selectarea intervalului orar pentru analiza traficului de semnalizare în funcție de tipul locației și profilul abonatului, conform modelelor statistice ale invariantei comportamentului uman;	11 13
(iii) Optimizarea listei LoPC inițiale prin analiza traficului de semnalizare în intervalul orar stabilit la (ii) și prin clusterizarea celulelor analizate în scopul includerii sau excluderii din lista LoPC;	15
(iv) Prelucrarea listei LoPC în cazul modificării topologiei rețelei de acces prin compararea zilnică a topologiei curente cu cea de referință.	17
În faza de optimizare (iii) se utilizează ca parametri de analiză distanța dintre locația abonatului și locațiile site-urilor celulelor, numărul de tentative de apel deservite de celula respectivă și numărul de zile distincte de utilizare a celulei în scopul creării de clustere care să indice includerea sau excluderea celulei analizate în/din lista LoPC.	19 21
În faza de optimizare (iii) se validează apartenența celulelor la lista LoPC pe baza invariantei comportamentului abonaților asociați serviciului subscris, prin stabilirea unei distanțe maxime între celulă și locația abonatului.	23 25
Detalierea fazelor	
(i) Alocarea unei listei LoPC-inițiale determinată pe baza modelului poligonal al rețelei de acces radio pornind de la coordonatele locației indicate de către abonat conform fig. 2, selecția inițială a listei LoPC (etapele 1 - 4) se bazează pe modelul 2D cu poligoane Voronoi ale rețelei de acces și pe coordonatele geografice ale locației abonatului (latitudine și longitudine). Aceasta constă în lista de celule vecine celulei asociate cu cel mai bun server estimat. De asemenea, sunt incluse și acele celule ale căror poligoane asociate se intersectează cu versiunea extinsă sub formă de buffer/tampon a poligonului asociat celui mai bun server estimat.	27 29 31 33
Scopul selectării inițiale a LoPC care constituie profilul radio inițial este de a garanta utilizatorilor un grad ridicat de disponibilitate și de a reduce numărul de plângeri și costurile operaționale asociate. Disponibilitatea serviciului se poate calcula ca fiind media zilnică dintre apelurile MT/MO efectuate în zonă și evaluate ca fiind în zonă și numărul total-real de apeluri MT/MO efectuate în zonă. În general, disponibilitatea trebuie să fie de peste 90%.	35 37 39
Numărul de profiluri radio este egal cu numărul de poligoane Voronoi. Pentru fiecare element de acces al rețelei radio, în funcție de tipul suprafeței acoperite (dens-urbană, urbană, suburbană și rurală) se calculează următorii parametri:	41 43
a) suprafața medie a poligonului: determinată ca media ponderată a frecvenței de apariție a suprafețelor sectoarelor din acel district;	45
b) numărul mediu de poligoane pentru fiecare profil radio: determinat ca media aritmetică a suprafețelor sectoarelor calculate;	47
c) suprafața medie a profilului radio: determinată ca produsul dintre parametrii de la punctele a) și b);	49

RO 125354 B1

- 1 d) suprafața zonei profilului radio;
2 e) numărul de site-uri: numărul total de site-uri distincte în interiorul zonei acoperite;
3 f) densitatea de site-uri: densitatea corespunzătoare site-urilor existente;
4 g) statistici ale distanței dintre site-urile profilurilor radio.

5 Parametrii de la punctele a-d sunt utilizați pentru calculul parametrilor de
6 performanță specifici, de exemplu dimensiunea zonei profilului radio înainte și după
7 optimizare. Parametrii e+g sunt utilizați pentru selecția coeficientului de extindere a bufferului
8 în mod diferit în funcție de tipul de suprafață, urban, rural etc.

9 (ii) Selectarea intervalului orar pentru analiza traficului de semnalizare în funcție de
10 tipul locației și profilul abonatului, conform modelelor statistice ale invariantei
11 comportamentului uman.

12 În conformitate cu caracteristicile serviciului pentru care a optat abonatul, se
13 selectează profilul spațio-temporal asociat și perioada de monitorizare a traficului de
14 semnalizare (etapele 5 - 7). Alocarea spațio-temporală a activităților zilnice este utilizată
15 pentru a selecta intervalul temporar de monitorizare zilnică, momentele de start și stop ale
16 duratei în corelație cu anotimpul, durata zilei lumină și caracteristicile mediului, urban/rural.
17 Pentru versiunile de serviciu HomeZone, cadrul temporar de monitorizare durează două ore,
18 între 20:00 și 22:00, în timpul zilelor de muncă normale.

19 (iii) Optimizarea listei LoPC inițiale prin analiza traficului de semnalizare în intervalul
20 orar stabilit la (ii).

21 Optimizarea LoPC (etapele 8 - 11) se efectuează numai pentru profilurile inițiale
22 (condiția II) dacă nu au loc schimbări în rețea (condiția I), după finalul perioadei de
23 monitorizare a traficului de semnalizare (condiția III).

24 Pentru fiecare celulă implicată în cazurile din intervalul orar zilnic stabilit, se
25 calculează următorii parametri (matricea CID):

- 26 (a) Distanța: Distanța dintre locația abonatului și locațiile site-urilor celulelor;
27 (b) Activitatea: Numărul de încercări de apeluri deservite de celula respectivă;
28 (c) Frecvența: Numărul de zile distincte de utilizare a celulei.

29 Matricea parametrilor CID este utilizată pentru a construi un model mixt cu două
30 componente, acasă și, respectiv, mobil, cu distribuție gaussiană conținând estimări de
31 maximă probabilitate a respectivelor componente. Estimările sunt efectuate pe baza
32 algoritmului expectation-maximization (E-M) care alocă probabilități a posteriori fiecărei
33 observații, adică fiecărui set de date reprezentat de liniile din matricea de parametri CID.

34 Datele conținute în liniile matricei sunt în continuare partiționate în două cluster, acasă și mobil, determinate de cele două componente ale distribuției mixturii gaussiene. Liniilor matricilor respective li se adaugă un indice de cluster. Indicele este dat de componenta cu cea mai mare probabilitate a posteriori pentru observația corespunzătoare, ponderată de către probabilitatea componentei.

39 În cazul în care algoritmul EM nu converge, partiționarea matricei de parametri CID este efectuată prin algoritmul de clusterizare k-means. Clusterelor rezultate sunt calculate iterativ prin minimizarea sumelor distanțelor de la toate obiectele în funcție de centroizii clusterelor. Deoarece consistența caracteristicilor activitate și frecvență este considerată cu mult peste cea a distanței se utilizează o distanță de tip cosinus. Aceasta accentuează similaritatea dintre două componente atunci când amândouă au valori ridicate ale componentei unei caracteristici.

47 Chiar dacă algoritmul k-means este mai puțin adecvat pentru cluster cu dimensiuni diferite și intracorelații (clusterul acasă este considerabil mai puțin corelat din cauza efectelor propagării radio și încărcării de trafic a celulelor în timp ce clusterul mobil este semnificativ mai corelat), utilizarea acestuia poate asigura convergența în orice condiții.

RO 125354 B1

În final, celulele aparținând celor două clusteruri sunt suplimentar validate pe baza distanței până la locația dată de către serviciu. Această distanță nu trebuie să depășească dublul distanței dintre site-urile din interiorul profilului. În conformitate cu ținta de disponibilitate a serviciului, profilul radio inițial poate fi ajustat prin:

1. trunchiere: celulele din profilul radio inițial care nu fac parte din clusterul acasă sunt șterse din LoPC;
2. ajustare: profilul radio inițial este în întregime înlocuit cu clusterul acasă;
3. reducere: celulele din profilul radio inițial sunt înlocuite cu celulele din clusterul acasă care acumulează un anumit nivel de importanță;
4. datele noului profil sunt furnizate către SDP.

(iv) Prelucrarea listei LoPC în cazul modificării topologiei rețelei de acces prin compararea zilnică a topologiei curente cu cea de referință.

Ajustările listei LoPC datorate schimbărilor rețelei (etapele 12-16) sunt efectuate numai în cazul în care apar schimbări în rețea, de exemplu dezvoltări ale rețelei, căderi de rețea de perioade mai lungi, deranjamente, etc.

Zilnic, baza de date a rețelei este actualizată (etapa 17). Aceasta conține nume de celule, coordonatele site-urilor (latitudine/longitudine) și azimuturile asociate. Se creează o nouă rețea de poligoane Voronoi care este ulterior comparată cu cea anterioară. În continuare, se selectează locațiile clienților care aparțin poligoanelor care nu se potrivesc 100% cu cele din rețeaua anterioară. Acestea sunt utilizate pentru a crea noi profiluri primare în funcție de noua configurație a rețelei. În final, vechea bază de date este înlocuită de către versiunea actualizată și procesul de optimizare este reluat.

Exemplu de aplicare în cazul unor date experimentale. În tabelul I se prezintă datele obținute prin efectuarea unor măsurători într-o zonă urbană (Sectorul 1, București) în luna ianuarie 2008, conform invenției.

Inițial a fost obținută o listă a ID-urilor sectoarelor utilizând modelul 2D bazat pe poligoane Voronoi. Această listă este compusă din: C3, C4, C12, C29, C30, C31, C32, C33, C34 și C35 acoperind o suprafață totală de 2,674 kmp, cu un factor de toleranță de 15% ($p=0.15$).

Tabelul I

Inspecție a traficului în intervalului orar 20:00-23:00

Nr. crt.	ID Celulă	Distanță [km]	Activitate	Frecvență	Cluster
	Home Location	Na	na	na	na
1	C1	2.809	3	2	1
2	C2	2.7587	2	2	1
3	C3	0.4484	120	27	2
4	C4	0.4025	1	1	2
5	C5	1.0171	19	6	2
6	C6	1.1091	6	3	2
7	C7	0.5938	1	1	2

Tabelul I (continuare)

Nr. crt.	ID Celulă	Distanță [km]	Activitate	Frecvență	Cluster
	Home Location		Na	na	na
8	C8	5.2156	13	2	1
9	C9	2.8381	1	1	1
10	C10	2.0632	1	1	1
11	C11	0.9552	1	1	1
12	C12	0.2938	6	4	2
13	C13	0.4025	1	1	2
14	C14	1.8616	1	1	1
15	C15	1.8616	1	1	1
16	C16	1.1091	2	1	2
17	C17	1.6927	1	1	1
18	C18	1.4835	1	1	1
19	C19	8.2346	2	1	1
20	C20	3.8653	1	1	1
21	C21	3.5339	1	1	1
22	C22	3.2878	1	1	1
23	C23	2.0066	1	1	1
24	C24	3.0767	1	1	1
25	C25	2.3415	1	1	1
26	C26	1.4436	1	1	1
27	C27	1.1091	1	1	1
28	C28	5.7156	1	1	1

Proiecția activității în spațiu, prezentată în fig. 5, precum și distribuția acestei activități denotă o puternică separare a situațiilor de în-zonă și în-afara-zonei. Acest fapt este în deplină concordanță cu caracteristicile spațio-temporale prezentate anterior.

În plus, celula cea mai dominantă (C3 în tabelul I) căreia îi corespunde serverul cel mai des utilizat poate fi ușor remarcată în fig. 6 ca fiind distinctă în comparație cu orice altă celulă.

Suprafața roșie-galbenă din fig. 5 reprezintă suprafețele acoperite de semnalul radio de către cele mai utilizate patru celule din clusterul 2. Similar, zona albastru-deschis este echivalentă cu zona de semnal radio a celorlalte celule din cluster. Aceste suprafețe reprezintă suprafața în-zonă asociată serviciului HomeZone.

RO 125354 B1

Datele de mai sus, distanța, activitatea și frecvența au fost luate în considerare pentru partiționarea prin metoda k-means. Au fost create două clusteruri disjuncte, marcate cu 1 și respectiv 2. În tabelul I, coloana șase, este prezentată informația de apartenență a celulelor la clusterurile respective.

Valoarea silhouetei pentru fiecare punct din cluster este o măsură a similarității dintre punctul respectiv și propriul său sector, comparativ cu punctele din alte clusteruri. Datele din fig. 7 demonstrează faptul că clusterul 1, în afara-zonă, este în mod evident distinct, și bine separat, în timp ce clusterul 2, în-zonă, nu este omogen, dar diferit de primul.

Performanța inițială a serviciului HomeZone, în conformitate cu datele din tabelul II, este evaluată prin stabilitatea serviciului. Pentru suprafața în-zonă, stabilitatea serviciului este de 92.56% cu o dimensiune de 922m (2.67 kmp).

Prin simpla înlăturare din lista inițială a celulelor care nu fac parte din clusterul 1, lista trunchiată, dimensiunea zonei este redusă la 323m (0,33kmp) menținând același grad de stabilitate.

Înlocuind lista inițială de celule cu celulele din clusterul 1, lista ajustată, stabilitatea serviciului este crescută la valoarea de aproape 99%, reducând dimensiunea zonei la 492 m (0,76 kmp).

O a treia opțiune constă în reducerea listei ajustate la cele mai utilizate patru celule, lista redusă. Acest fapt conduce la o stabilitate a serviciului de peste 95% cu o zonă de 366m (0,42 kmp).

Tabelul II

Etape de procesare a listelor de celule din profil

Profil	LoPC	Suprafață profil [kmp]	Dimensiune zonă [km]	Stabilitate serviciu
Inițial	C3,C4,C12,C29,C30, C31, C32,C33,C34,C35	2.67	0.92	92%
Ajustat	C3,C5,C6,C12,C7,C13, C4,C16	0.76	0.49	99%
Redus	C3,C5,C6,C12	0.42	0.33	95%
Trunchiat	C3,C12,C4	0.36	0.23	92%

Putem concluziona că rezultatele obținute în acest studiu de caz scot în evidență potențialul de îmbunătățire semnificativă a serviciului HomeZone bazat pe metoda CID. Având în vedere compromisul dintre calitatea serviciului și eficiența sa comercială, abordarea propusă poate realiza reduceri importante ale dimensiunii zonei de până la 50% sau îmbunătățiri ale stabilității serviciului de până la 99%. Rezultate similare pot fi obținute și în mediul rural chiar dacă modelul spațio-temporal al activităților umane poate fi ușor diferit.

Abordarea propusă este extrem de eficientă în cazul ajustării listei de celule ca urmare a schimbărilor apărute în rețea. Uzual, în asemenea situații, noile dimensiuni sunt considerabil mai mari decât cele estimate inițial, ajustarea fiind bazată doar pe predicție. În mod contrar, datele concrete care apar în situații reale vor păstra dimensiunile zonei în cadrul limitelor de configurare inițiale, păstrând avantajele menționate.

În cazul în care coordonatele locației clientului nu sunt disponibile, acestea pot fi înlocuite cu coordonatele celui mai bun server. În această situație, nu se estimează diferențe majore din punct de vedere al performanțelor.

RO 125354 B1

- 1 Trebuie de asemenea scos în evidență faptul că metoda propusă poate fi aplicată în combinație cu orice altă tehnologie de localizare și are potențialul de a aduce îmbunătățiri
- 3 oricăror servicii bazate pe locație.

RO 125354 B1

Revendicări

	1
1. Metodă de determinare a profilului radio în rețelele de comunicații mobile care oferă servicii bazate pe locație, caracterizată prin aceea că profilul rezultat este capabil să asigure niveluri impuse de disponibilitate a serviciului pentru suprafețe minime ale zonei de serviciu, compusă din următoarele faze:	3
(i) Alocarea unei liste LoPC-inițiale determinată pe baza modelului poligonal al rețelei de acces radio pornind de la coordonatele ale locației indicate de către abonat;	5
(ii) Selectarea intervalului orar pentru analiza traficului de semnalizare în funcție de tipul locației și profilul abonatului, conform modelelor statistice ale invariantei comportamentului uman;	7
(iii) Optimizarea listei LoPC inițiale prin analiza traficului de semnalizare în intervalul orar stabilit la (ii) și prin clusterizarea celulelor analizate în scopul includerii sau excluderii din lista LoPC;	9
(iv) Prelucrarea listei LoPC în cazul modificării topologiei rețelei de acces prin compararea zilnică a topologiei curente cu cea de referință.	11
2. Metodă conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că , în faza de optimizare (iii) se utilizează ca parametri de analiză distanța dintre locația abonatului și locațiile site-urilor celulelor, numărul de încercări de apeluri deservite de celula respectivă și numărul de zile distincte de utilizare a celulei în scopul creării de clustere care să indice includerea sau excluderea celulei analizate din lista LoPC.	13
3. Metodă conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că , în faza de optimizare (iii) se validează apartenența celulelor la lista LoPC pe baza invariantei comportamentului abonaților asociați serviciului subscris, prin stabilirea unei distanțe maxime între celulă și locația abonatului.	15
	17
	19
	21
	23
	25

(51) Int.Cl.
H04W 8/10 (2009.01);
H04W 4/00 (2009.01);
H04W 84/08 (2009.01)

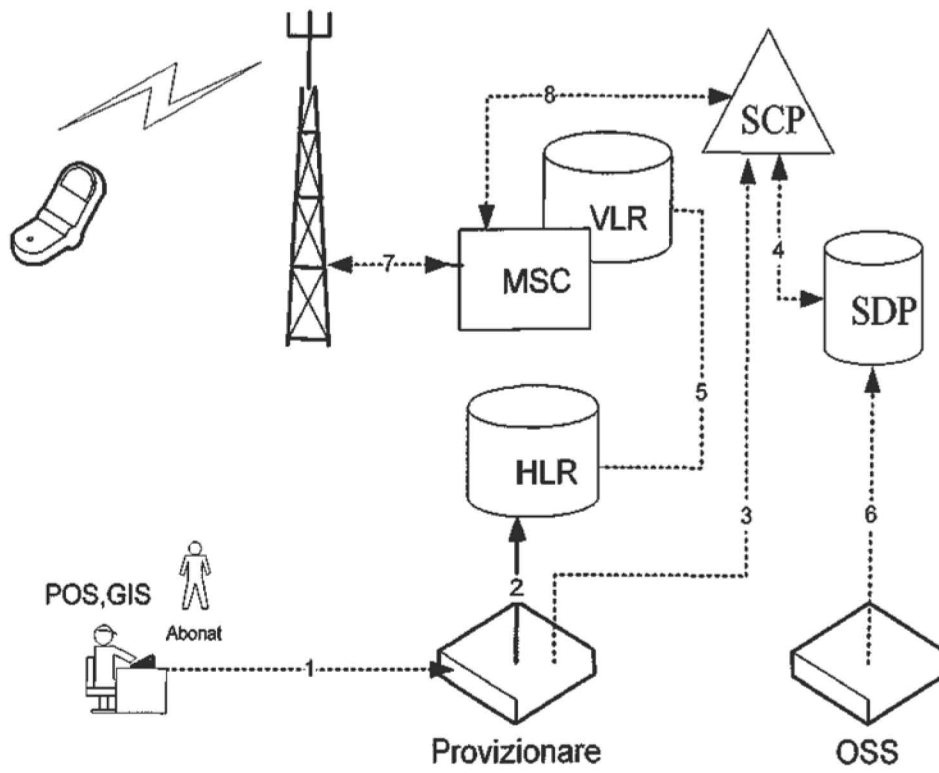


Fig. 1

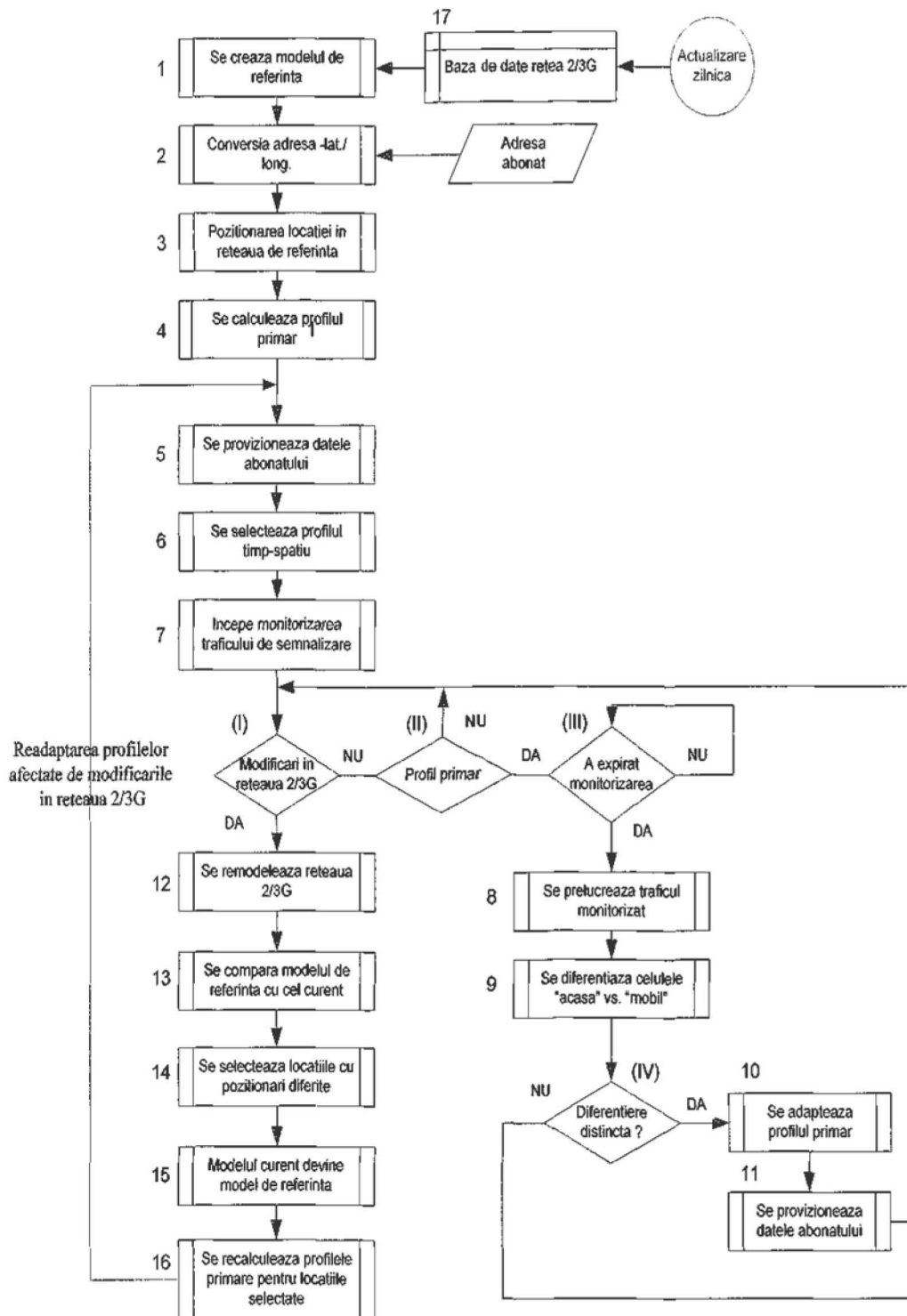


Fig. 2

(51) Int.Cl.
 H04W 8/10 (2009.01);
 H04W 4/00 (2009.01);
 H04W 84/08 (2009.01)

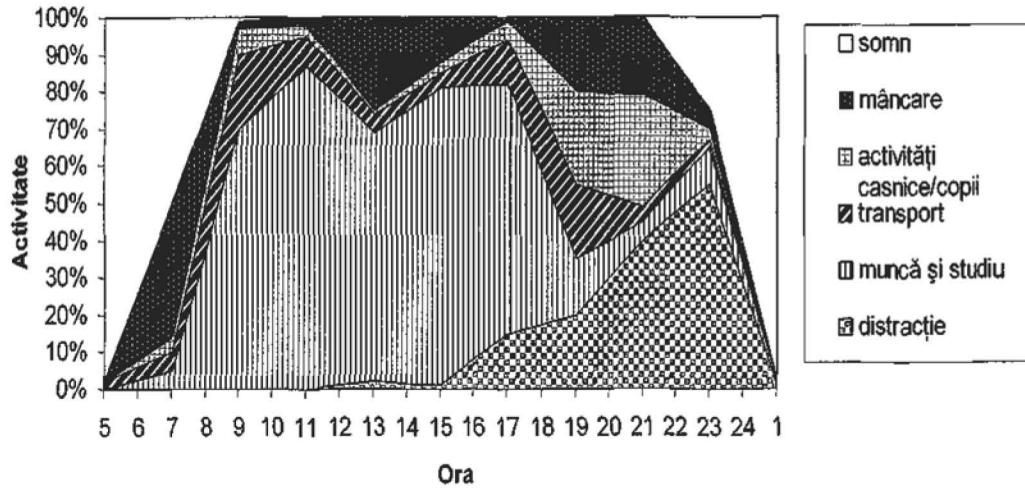


Fig. 3

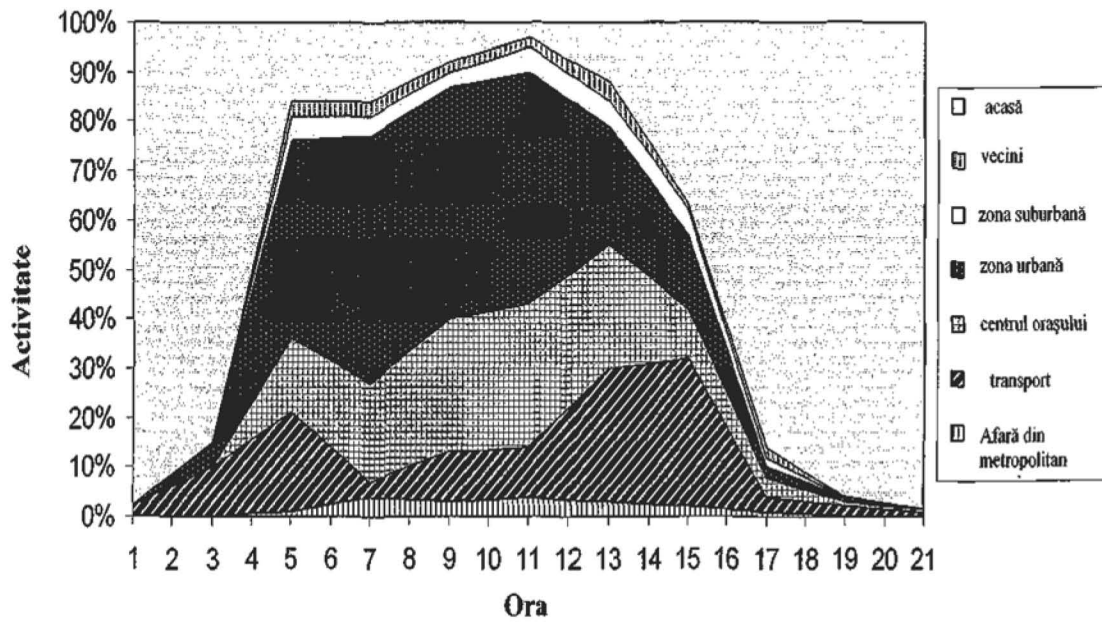


Fig. 4

(51) Int.Cl.
 H04W 8/10 (2009.01);
 H04W 4/00 (2009.01);
 H04W 84/08 (2009.01)

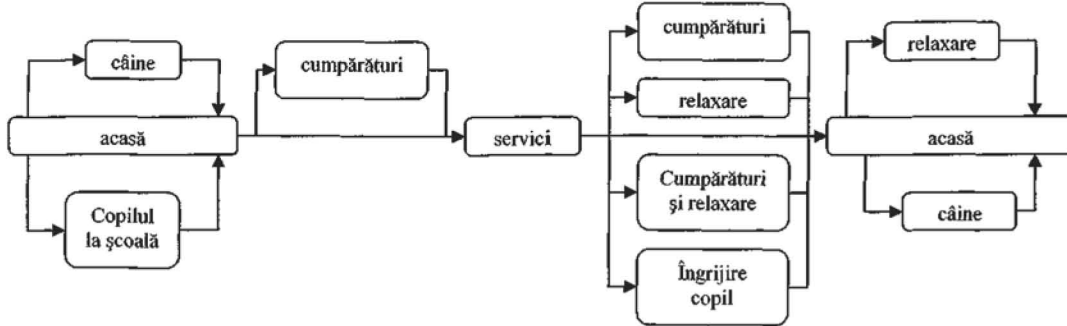


Fig. 5

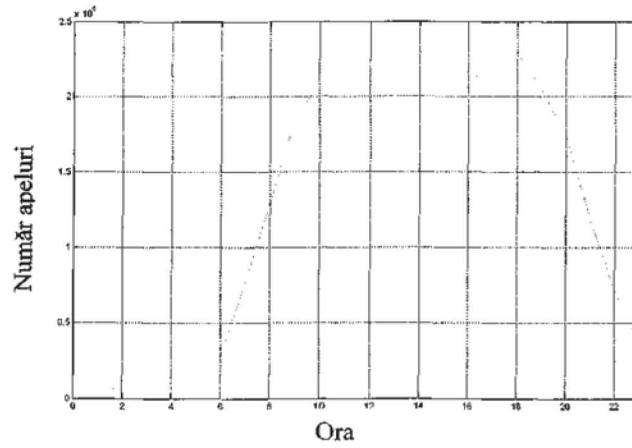


Fig. 6

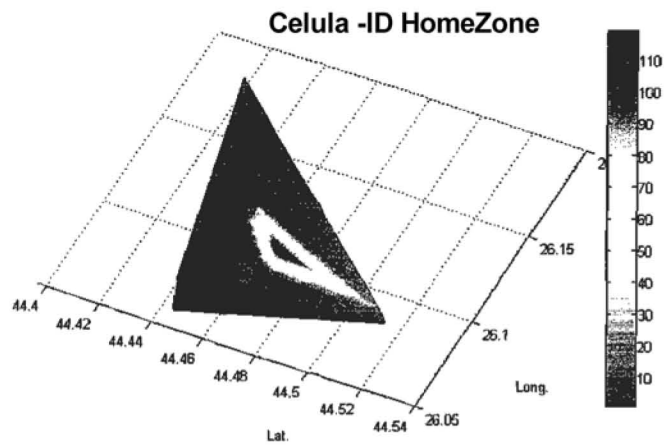


Fig. 7

(51) Int.Cl.
H04W 8/10 (2009.01);
H04W 4/00 (2009.01);
H04W 84/08 (2009.01)

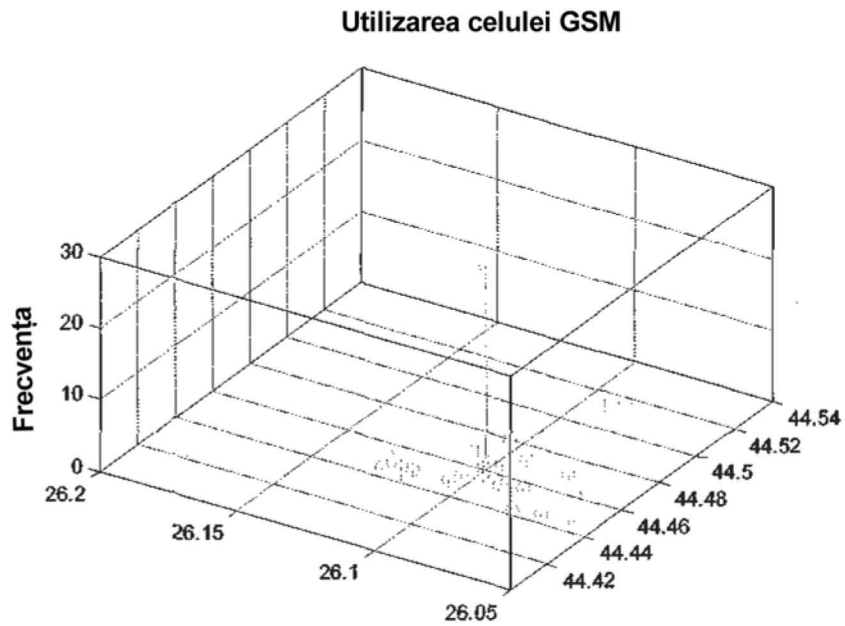


Fig. 8

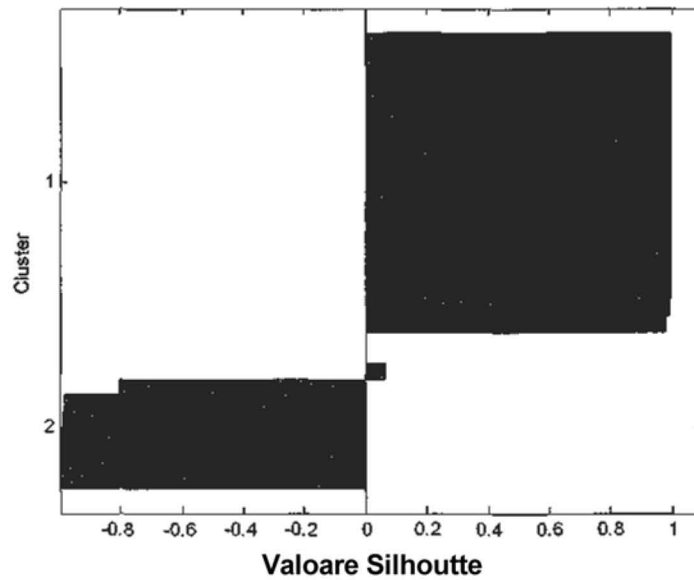


Fig. 9

