

# Platformă analitică pentru studiul datelor generate de serviciile de telemedicină

Daniela-Anca Sârbu

Universitatea „Politehnică” București  
Str Splaiul Independenței nr. 313, sector 6, București  
E-mail: sarbuanca@gmail.com

**Rezumat.** În prezent, majoritatea studiilor din domeniul telemedicinii sunt axate pe oferirea unor servicii cât mai complexe și pe dezvoltarea unor noi paradigme de livrare a acestor servicii. Lucrarea propune o nouă abordare pentru îmbunătățirea serviciilor de telemedicină: analiza volumului mare de date generat și corelarea acestuia cu poziția geografică a utilizatorului. Obiectivul studiului presupune identificarea celor mai relevante date deținute de un operator telefonic și prelucrarea acestora pentru a le putea expune într-o manieră simplă și intuitivă. Astfel, se poate obține o viziune clară asupra indicatorilor consumului de servicii și a modalității în care acest consum poate fi corelat cu localizarea geografică pentru a putea extrage concluzii informate. În acest sens, este propusă realizarea unei platforme analitice bazată pe un datamart ce alimentează un cub analitic OLAP pentru a permite interogarea acestuia pe diverse axe de interes. Lucrarea prezintă atât modelarea datelor și arhitectura aplicației, cât și modalitățile de vizualizare a rezultatelor. Vizualizarea se realizează în mod interactiv, prin tablouri de bord personalizate ce conțin informația agregată la cel mai înalt nivel.

**Cuvinte cheie:** data mining, data mart, Online Analytical Processing, Call Detail Records

## 1. Introducere

Telemedicina este domeniul care se ocupă cu livrarea serviciilor de sănătate interactive, la distanță, prin utilizarea echipamentelor și tehnologiilor moderne de telecomunicații. Datorită progresului rapid și a dezvoltărilor numeroase care au avut loc în acest domeniu, serviciile de telemedicină acoperă astăzi o mare parte din domeniile medicale (variind de la servicii generale de sănătate, la livrarea de servicii specializate). În plus există o multitudine de servicii medicale care sunt livrate în zone geografice mai puțin accesibile, lucru înlesnit de tehnologia și cadrul oferit de sistemul de telecomunicații.

Un exemplu simplu de serviciu de telemedicină îl reprezintă consultațiile video realizate prin video-conferințe. Informațiile medicale sunt transmise

prin intermediul comunicației electronice și expuse cu ajutorul aplicațiilor mobile. Dacă serviciile de telemedicină sunt activate pe un telefon mobil, un utilizator poate programa o video conferință pentru a fi consultat de un doctor. Interacțiunile dintre pacient și cadrul medical sunt intermediare de serviciile de telemedicină, iar în urma folosirii acestora se generează trafic de voce (de exemplu, dacă în urma consultației se va emite o rețetă, aceasta se va trimite apoi printr-un SMS) și trafic de date (de exemplu, dacă fișa medicală este accesată, se generează trafic de internet), așa cum este descris de Grasczew & Rakowsky (2011).

În ceea ce privește tipurile de date deținute de un operator de telefonie mobilă, unul dintre ele este reprezentat de datele de tip CDR (Call Detail Records). După cum este descris și în Weiss (2005), de fiecare dată când un apel telefonic este realizat în cadrul unei rețele de telecomunicații, informații descriptive despre apel sunt salvate ca o linie de CDR corespunzătoare apelului. Aceste informații conțin cele mai importante caracteristici ale apelului precum : numărul de telefon care a inițiat apelul, numărul de telefon care a fost apelat, data și timpul când a fost efectuat apelul și durata apelului. Aceste informații sunt disponibile atât în cazul apelurilor telefonice care generează trafic de voce cât și în cazul accesării internetului, care va genera trafic de date.

După cum este descris și sintetizat într-un studiu anterior în Sarbu (2013), fiecare interacțiune (precum apelul telefonic, SMS-ul, accesarea Internetului etc.) este înregistrată ca o linie unică numită CDR (Call Detail Records), precum este ilustrat în figura 1.

În timp ce majoritatea cercetărilor din domeniul telemedicinii se concentrează mai mult pe dezvoltarea unor noi paradigme de livrare a serviciilor medicale, după cum este precizat în Forbes & While (2009), lucrarea propune o direcție nouă, respectiv analiza datelor generate în urma utilizării serviciilor de telemedicină, cu scopul de a obține niște indicatori simpli și sugestivi ce ar putea ajuta în optimizarea livrării acestor servicii.

După cum este descris și sintetizat într-un studiu anterior în Sarbu (2013), fiecare interacțiune (precum apelul telefonic, SMS-ul, accesarea Internetului etc.) este înregistrată ca o linie unică numită CDR (Call Detail Records), precum este ilustrat în figura 1.

În timp ce majoritatea cercetărilor din domeniul telemedicinii se concentrează mai mult pe dezvoltarea unor noi paradigme de livrare a serviciilor medicale, după cum este precizat în Forbes & While (2009),

lucrarea propune o direcție nouă, respectiv analiza datelor generate în urma utilizării serviciilor de telemedicină, cu scopul de a obține niște indicatori simpli și sugestivi ce ar putea ajuta în optimizarea livrării acestor servicii.

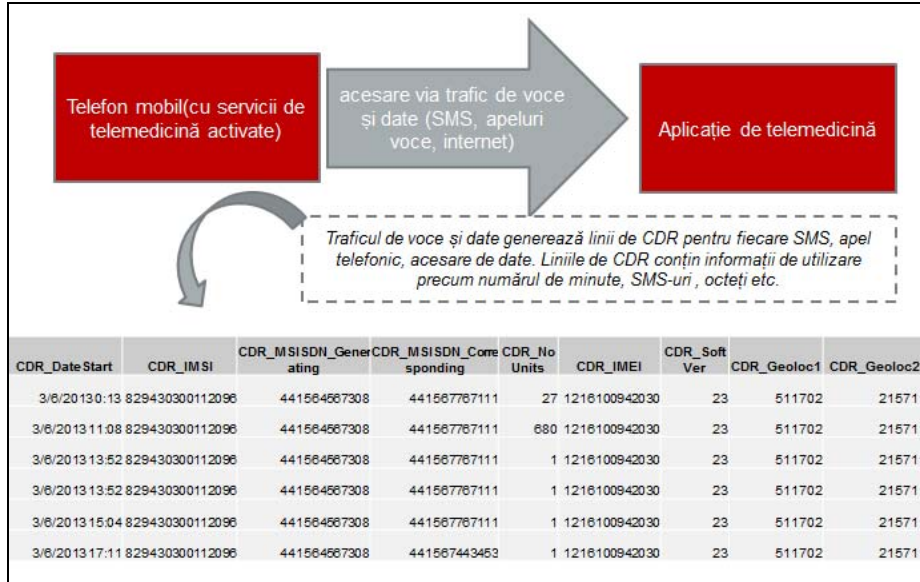


Figura 1. Interacțiunile cu aplicația de telemedicină și generarea CDR-urilor

Studiul are în vedere identificarea datelor despre consumul de servicii de telemedicină deținute de un operator telefonic, transformarea acestora în informații relevante pentru direcția de analiză dorită și prelucrarea informațiilor pentru a expune într-o manieră cât mai concisă o serie de cunoștințe. Spre exemplu, pentru a identifica datele ce trebuie modelate este necesară o bună cunoaștere a modului și a cadrului în care sunt implementate serviciile de telemedicină. Astfel, dacă pentru a activa un serviciu de telemedicină este suficient să apelezi un număr de telefon dedicat, se poate determina baza de clienți a acestor servicii prin utilizarea a două date - numerele de telefon care generează apelul și numărul de telefon predefinit către care se realizează apelul. Dacă pentru accesarea fiecărui serviciu există un număr de telefon dedicat, atunci se pot urmări interacțiunile înregistrare în datele de CDR pentru a determina ce serviciu a fost accesat și de câte ori.

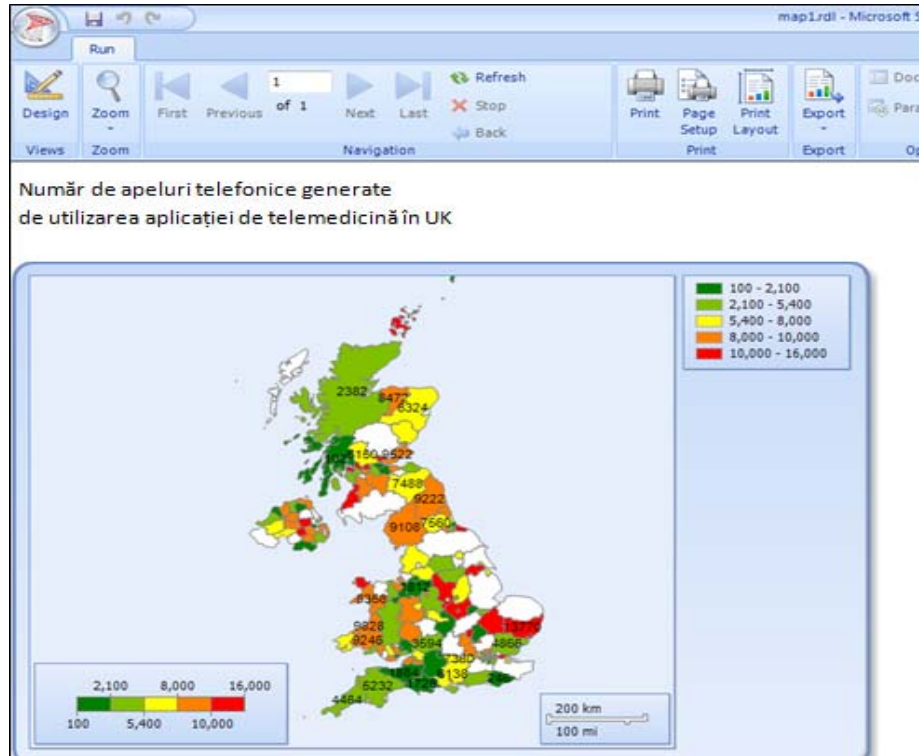


Figura 2. Exemplu de vizualizare a rezultatelor – traficul de voce generat de utilizarea unei aplicații de telemedicină (date de test generate aleator pentru UK)

Aceste cunoștințe pot fi utilizate ulterior ca bază pentru luarea unor decizii cu privire la modalitățile de îmbunătățire a serviciilor oferite sau a livrării acestora. Spre exemplu, identificarea celui mai utilizat serviciu de telemedicină, într-o anumită zonă geografică, de-a lungul unei perioade de timp specificate, ar putea ajuta la corelarea frecvenței accesării aceluși serviciu cu factori de mediu sau factori ecologici care se manifestă concomitent. Dacă se înregistrează un număr mare de solicitări de efectuare a unui consult medical, în comparație cu restul anului și majoritatea solicitărilor provin dintr-o zonă geografică restrânsă, se pot face investigații cu privire la fenomenele sau activitățile care au loc în acel perimetru. O dată identificată problema și cauza se pot lua decizii precum deschiderea temporară în zonă a unui centru de prim ajutor (dacă el nu există) sau se pot

recomanda utilizatorilor alte servicii de telemedicină complementare care i-ar putea ajuta.

Acesta este însă doar un exemplu simplu de tipul de analiză care se poate realiza. Se pot utiliza algoritmi de data mining spațiali precum algoritmul discover-spatial-characterization prezentat în Ester et al (2001), pentru a determina nivelul de solicitare a serviciilor medicale specializate sau alte proprietăți interesante ale zonelor geografice. În acest caz un atribut non-spațial precum rata de accesare a serviciilor medicale standard se poate folosi ca indicator relevant.

Pentru a realiza aceste analize, primul pas presupune identificarea surselor de date necesare (surse CDR) și apoi aplicarea procesului ETL (extract-transformation-loading) care va alimenta cubul analitic OLAP, așa cum este prezentat și în Kimball & Ross (2013). Principial, un cub OLAP este o mulțime de date organizate și structurate într-un aranjament ierarhic și multidimensional care facilitează procesele analitice de raportare..

Lucrarea are ca scop atât prezentarea ariei de studiu, cât și a soluției oferite pentru realizarea analizelor de utilizare prezentată în figura 2, având la bază datele generate de accesarea serviciilor de telemedicină

Astfel, este prezentată arhitectura generală a platformei analitice și soluția oferită pentru modelarea datelor. Deciziile în ceea ce privește proiectarea modelului de date și tipul de schemă ales sunt prezentate și justificate, obiectivul fiind crearea arhitecturii de date optime pentru platforma analitică. Este pregătită astfel baza pentru viitoarele modele de date și analize spațiale, statistice și predictive. Sunt prezentate apoi tipurile de studii și modalitate de vizualizare a datelor, dar și viitoarele cercetări ce pot susține dezvoltarea subiectului prin îmbogățirea cu perspectiva Machine-to-Machine (oferirea de servicii de telemedicină prin utilizarea altor aparate decât telefoanele mobile).

## **2. Arhitectura aplicației**

Companiile telefonice stochează informații precum numele de telefon, sursă și destinație între care au loc un schimb de trafic, tipul de trafic generat (voce sau date), tipul de serviciu telefonic utilizat (apel voce, SMS, MMS, video conferință etc.) sau durata apelului. Acest tip de informații sunt cunoscute în industria de telecomunicații sub numele de call detail records (CDR-uri) așa cum este descris și în Čamilović et al (2009). De asemenea,

companiile de telecomunicații dețin și informații despre antenele active și coordonatele geografice ale acestora, reușind astfel să identifice locația de unde s-a generat/primit un apel telefonic, sau orice tip de trafic. În Sarbu (2013) este tratat în detaliu primul pas pentru a realiza această platformă analitică, respectiv identificarea celor mai importante date deținute de un operator telefonic, relevante pentru un astfel de studiu. Sunt descrise câmpurile principale, iar acestea se regăsesc și în figura 4.

Pentru a defini cea mai potrivită arhitectură în vederea proiectării unei platforme care să analizeze datele de utilizare generate de o aplicație de telemedicină, primul pas presupune crearea unei baze de date de așteptare („Staging”), utilizată pentru datele de tranziție, care va conține sursele de date despre CDR-uri și antene.

În funcție de complexitatea analizelor, mai multe surse de date pot fi adăugate, precum o sursă cu date de facturare sau o sursă cu detalii despre echipamentele M2M (machine-to-machine) utilizate. Baza de date de tip Staging va funcționa ca un spațiu de stocare intermediar care va alimenta apoi datamart-ul sau depozitul de date final, așa cum este prezentat și în Kimball & Ross (2013). Datele din baza de date de tip Staging sunt date nestructurate, ce nu conțin agregări, așa cum se poate observa și în figura 3.

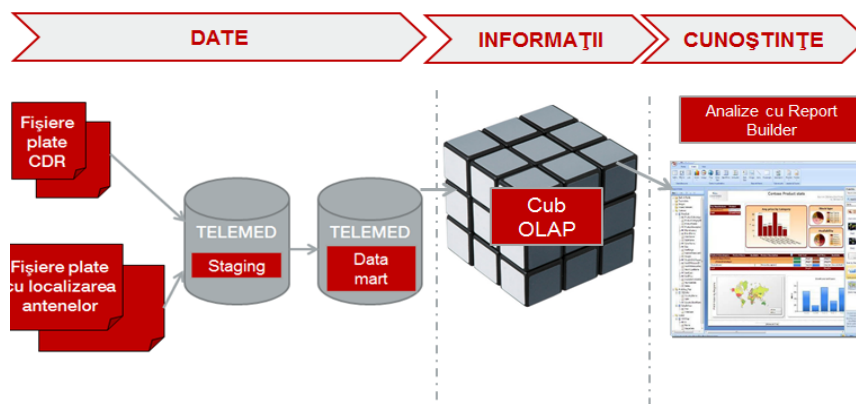


Figura 3. Schema conceptuală TELEMED

Datele din zona de Staging corespund CDR-urilor de voce, CDR-urilor de date și informațiilor despre localizarea antenelor. De asemenea, tipurile de servicii de telemedicină specifice trebuie identificate și marcate încă din faza incipientă de proiectare. De exemplu, dacă o aplicație include un

serviciu simplu, precum posibilitatea de a consulta fișa medicală detaliată la cerere, acest serviciu ar trebui să fie unic identificat printr-un cod stocat în baza de date. Atunci când un utilizator va solicita acest serviciu, un SMS cu istoricul medical al pacientului va fi trimis de către aplicația de telemedicină.

Informațiile din Staging pot fi modificate astfel încât să se mapeze pe serviciile de telemedicină specifice. Spre exemplu dacă este deja definită o gamă de MSISDN-uri (Mobile Subscriber ISDN Number) aferente activării unor servicii de telemedicină, aceasta se poate stoca în zona de Staging, iar ulterior se pot crea steaguri în vederea unei identificări mai facile.

Totodată, pentru a realiza analizele geo-spațiale este necesar ca pe lângă integrarea CDR-urilor să se utilizeze și informațiile despre antene, precum coordonatele geografice ale acestora. Sistemele de geocodare cel mai frecvent folosite sunt World Geodetic System 1984 (WGS 84) și proiecția conică conformă Lambert II. Astfel, informațiile stocate conțin date concrete despre localizarea antenelor (precum țara, orașul, strada, zona etc.). Prin utilizarea proiecției Lambert II, coordonatele de latitudine și longitudine se translatează în abscise și coordonate care vor fi ulterior utilizate în calculul distanțelor. În plus, pe baza acestor informații se poate determina numărul de antene active la nivel de card SIM. Analiza distanțelor între antene poate reprezenta un indicator important pentru studiul comportamentului utilizatorului aplicației de telemedicină.

Integrarea datelor se face prin intermediul Microsoft SSIS (SQL Server Integration Services). În ceea ce privește componenta de data warehouse, soluția proiectată presupune utilizarea unui datamart întrucât accentul este pus numai pe un subset de date (traficul de date și voce va fi predominant analizat și corelat cu aspectele geografice) și nu pe toate datele disponibile. Rezultatul procesului de proiectare în trei faze a bazei de date (modelarea datelor conceptual, logic și fizic) este un datamart. De asemenea, conform Čamilović et al (2009) datamart-ul este considerat drept cea mai potrivită structură de date pentru a stoca informațiile de CDR, urmate de folosirea unui cub OLAP ca o extensie naturală pentru a facilita obținerea de rezultate agregate în cadrul analizelor de interes.

### 3. Modelul de date

În modelul de date dimensional propus există o tabelă de măsuri sau fapte (situată în centrul data warehouse-ului) numită tblCall, descrisă în figura 4.

S-a ales proiectarea acestei tabele întrucât aceasta conține valori (măsuri) pentru mai multe dimensiuni. Exemple de astfel de valori sunt numărul de apeluri, numărul de secunde, numărul de octeți etc. Luând în considerare datele modelate și tipul de interogări ulterioare, tabela de măsuri nu va avea doar un nivel de dimensiuni, ci două. Schema stea este o reprezentare intuitivă a cubului de date multidimensional într-un mediu relațional. Schema stea conține o tabelă centrală, tabela de fapte, și un set de tabele dimensionale aranjate într-o manieră radială în jurul acesteia. Tabela centrală este legată de celelalte tabele (dimensiuni) printr-o singură joncțiune. O variantă a schemei stea o reprezintă schema fulg de zăpadă („snowflake”). Aceasta este rezultatul descompunerii unei dimensiuni sau mai multor dimensiuni care au ierarhii. Diferența majoră dintre cele două scheme o reprezintă faptul că în schema fulg de zăpadă dimensiunile sunt normalizate. Acest lucru poate constitui un avantaj reducând spațiul de stocare, mai ales în contextul identificării unor date care nu vor fi interogate foarte des în cadrul analizelor. Astfel, pentru platforma analitică propusă, schema fulg de zăpadă este cea mai potrivită schemă pentru modelarea datelor și nu schema stea, în concordanță și cu recomandarea lui Adamson (2010).

Totodată, întrucât informațiile aferente echipamentelor nu vor fi atât de mult utilizate în interogări precum informațiile despre tipurile de apeluri, două tabele distincte, tblEquipment și tblCallType, au fost create. Un avantaj al acestei abordări are în vedere rezolvarea problemelor de informații duplicate, în cazul în care o multitudine de apeluri telefonice sunt generate de pe același echipament. Diametral opus, dezavantajul în acest caz este reprezentat de faptul că executarea interogărilor va fi mai lentă atunci când se vor accesa informații din al doilea strat de dimensiuni întrucât o operație de joncțiune adițional este necesară (schema fulg de zăpadă conține tabele normalizate spre deosebire de schema stea unde toate tabelele sunt de-normalizate).



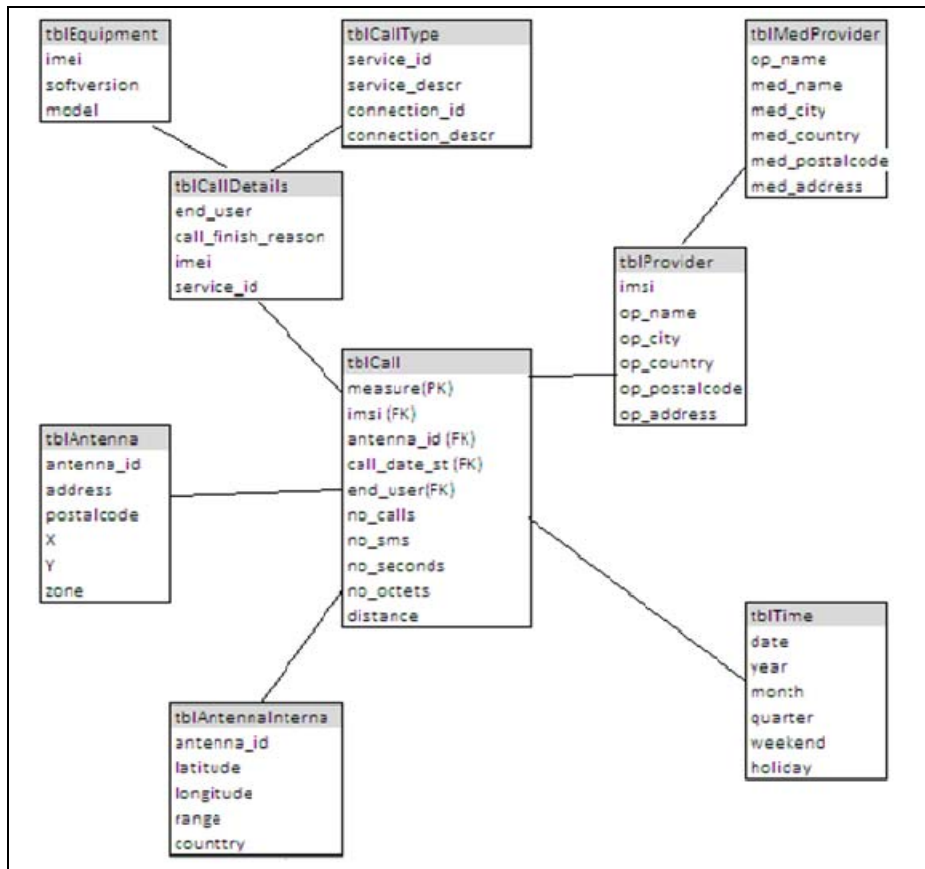


Figura 4. Reprezentare a schemei fulg de zăpadă propusă pentru platforma analitică

Deși schema stea este cel mai simplu tip de schemă de data warehouse (conține o singură tabelă de dimensiune pentru fiecare dimensiune) și performanța interogărilor este mai bună, numărul de joncțiuni fiind redus, este necesară folosirea schemei fulg de zăpadă deoarece există informații care sunt foarte rar completate (câmpuri completate sub 25%).

Acesta este cazul partenerului medical care oferă serviciile medicale, iar în multe cazuri nu există informații despre acești parteneri medicali. Astfel, este o decizie bună să se creeze o altă tabelă pentru dimensiunea furnizor. Această alegere este optimă și din prisma flexibilității și a ușurinței în manipulare în scopuri de mentenanță și schimbări ulterioare. Din contextul reliefat se observă că potențialele modificări în cazul în care analizele vor

aborda o altă direcție sau vor necesita adăugire de noi date sunt minimale, așa cum este ilustrat și în Adamson (2010).

În plus, deoarece volumul de date ce trebuie stocat este foarte mare, de ordinul teraocteți, ca soluție de implementare s-a ales să se utilizeze Microsoft SQL Server 2008 R2 cu Analysis Services. Această tehnologie permite implementarea schemei fulg de zăpadă și oferă o modalitate eficientă pentru a popula cubul OLAP. Cum este necesară o implementare la scară mare, s-a optat pentru folosirea cheilor surrogate pentru a asigura expansiunea facilă a data warehouse-ului în timp. În loc să se utilizeze chei funcționale (antenna\_id, imsi, end\_user, service\_id etc.), cheile surrogate au rolul de chei primare pentru toate dimensiunile.

Cheile funcționale sunt atribute, iar cheile surrogate în mod normal sunt de tipul întreg și sunt menținute de procesul de încărcare al zonei intermediare (Staging). Avantajul folosirii cheilor surrogate este că se asigură menținerea integrității datelor. De asemenea, utilizarea acestora este oportună întrucât aceasta vine în sprijinul rezolvării coliziunilor de spații de nume în cazul în care se dorește combinarea mai multor surse de date. Un alt beneficiu al utilizării cheilor surrogate în locul cheilor funcționale are la bază faptul că aceste chei pot fi refolosite, așa cum este indicat și în Celko (2010). În ceea ce privește dezavantajele folosirii cheilor surrogate, printre acestea se numără complexitatea ridicată și timpul necesar de alimentare a tabelii de măsuri (tblCall).

#### **4. Tipuri de analize. Modalități de utilizare a aplicației și vizualizare a datelor**

Modelul dimensional alimentează cubul OLAP și permite urmărirea a multiple arii de analiză. Un exemplu de studiu presupune calculul intensității cu care un anumit serviciu de telemedicină (spre exemplu telemonitorizarea pacienților cu aritmie cardiacă) a fost utilizat în anumite zone geografice. Acest tip de analiză poate fi util pentru a identifica necesitatea înființării unui punct de servicii specializate într-o zonă unde există o cerere mare pentru acele servicii, pe o perioadă de timp constantă. Astfel, prin analiza evoluției în timp a intensității de folosire a unui serviciu se poate identifica dacă este vorba doar de un caz izolat sau nu. În cazul unei situații izolate se pot face mai multe investigații pentru a găsi cauza (de exemplu corelarea utilizării serviciului respectiv cu alte servicii ce au fost accesate în

perioade de timp apropiate). Deoarece volumul de date CDR este foarte mare, datele istorice agregate pot fi stocate într-o dimensiune dedicată, fiind astfel mult mai ușor și rapid de manipulat. Acest lucru va permite interogări comparative periodice, cu o regularitate lunară spre exemplu. Depinzând de tipul de date pentru care se dorește păstrarea unui istoric, se pot folosi tehnici de alimentare a dimensiunii folosind SCD (Slowly Changing Dimensions), concept prezentat în Nanda (2011).

Pentru a calcula intensitatea, în cazul traficului de voce, se analizează numărul de apeluri telefonice corelat cu durata apelurilor (măsurată în secunde). În cazul traficului de date, se studiază numărul de accesări și volumul de date generat sau primit (măsurat în octeți).

Un alt tip de analiză care se poate realiza presupune identificarea utilizatorilor care au accesat serviciile generând trafic într-o zonă geografică extinsă și utilizatorii care au accesat mereu serviciile dintr-un punct fix. Acest lucru poate ajuta la construirea unor profile de utilizatori și la construirea unor oferte de servicii personalizate adecvate profilului respectiv.

Analizele realizate pot acoperi o gamă foarte largă, de la analize simple, ce arată o situație de ansamblu a celor mai utilizate servicii de telemedicină, la analize complexe ce urmăresc evoluțiile în timp ale traficului serviciilor de telemedicină și le corelează cu utilizarea altor servicii ce ar putea influența sau explica necesitatea folosirii lor. Un exemplu de astfel de analize îl reprezintă distribuția geografică a celor mai folosite categorii de servicii. Serviciile de telemedicină pot fi grupate în categorii de servicii pentru a obține o imagine de ansamblu la nivel înalt. Astfel un serviciu de telemedicină ce presupune accesarea fișei medicale se încadrează la categoria Servicii generale de telemedicină, pe când monitorizarea unui pacient cu aritmie cardiacă se încadrează la categoria tele-nursing. Tabloul de bord prezentat în figura 5, ilustrează acest exemplu de analiză pentru un set de date generate aleator. Raportat la figura 2 care utilizează același set de date, se constată o diferență majoră la nivelul distribuției geografice. Aplicația poate integra ușor date provenite de la un furnizor de servicii, modelarea fiind realizată într-o manieră similară. Avantajul folosirii unui set de date obținute anonimizat de la un furnizor de servicii constă în faptul că se pot identifica tendințe reale, dar fiind vorba de date cu un conținut ridicat de securitate, obținerea lor este dificilă și pentru acest motiv s-a optat pentru un set de date aleator.

Pentru expunerea rezultatelor într-o manieră ușor de accesat și sugestivă, se vor crea tablouri de bord în Microsoft Report Builder 3.0, așa cum este prezentat în Harts et al (2011). Aceste tablouri de bord pot fi vizualizate direct din Report Builder sau se pot publica pe un Sharepoint Microsoft 2010, cum este prezentat și în Withee (2011).

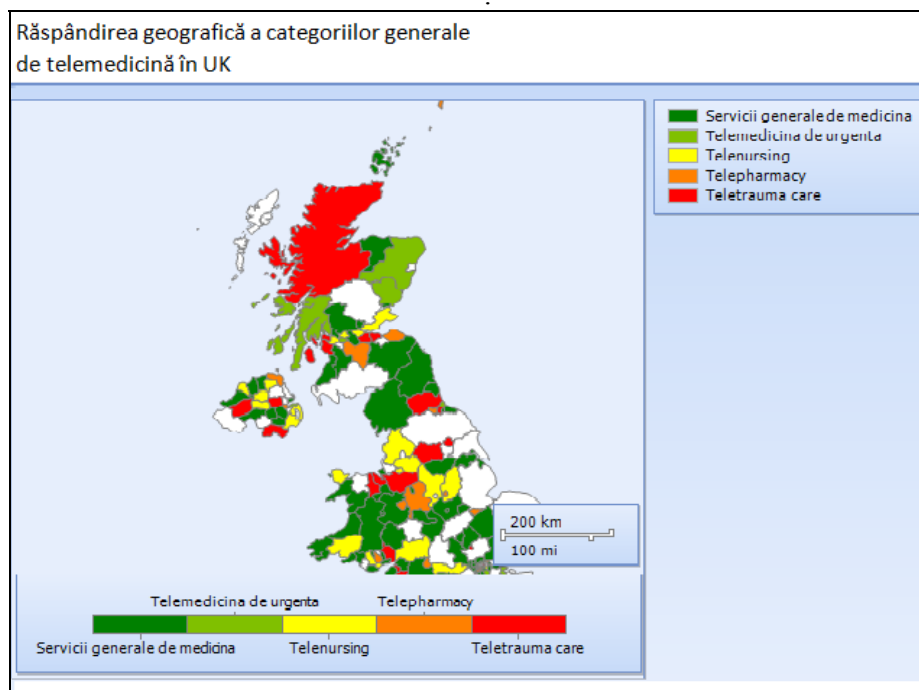


Figura 5. Exemplu de vizualizare a rezultatelor – răspândirea geografică a categoriilor generale de telemedicină (date de test generate aleator pentru UK)

Astfel, rapoartele se pot posta facil și rapid pe portalul Sharepoint, iar manipularea lor se poate realiza direct în Report Builder, în cazul în care se doresc modificări de proiectare.

Distribuția geografică poate fi reprezentată sugestiv cu ajutorul hărților. Pot fi însă folosite și alte modalități de a expune datele precum grafice, indicatori și măsuri. Metoda de vizualizare aleasă depinde de scopul analizei și felul în care informațiile ar putea fi reprezentate cât mai sugestiv. De exemplu, dacă se dorește consultarea indicilor de utilizare grupați pe

categorii de servicii, se poate opta pentru prezentarea datelor agregate tabelar sau într-un grafic precum este ilustrat în figura 6.

Tablourile de bord precum cele prezentate în figurile 5 și 6 poate duce la o mai bună cunoaștere a modalității de utilizare a serviciilor de telemedicină, identificarea și adresarea unor probleme ce pot influența această utilizare. Spre exemplu, dacă se identifică anumite zone geografice unde este preponderent folosit serviciul de „telepharmacy” (oferirea de servicii farmaceutice la distanță prin intermediul telecomunicațiilor) se pot investiga posibilități de îmbunătățire a acestui serviciu prin realizarea unor contracte cu farmaciile cele mai apropiate, prin care spre exemplu, prescripțiile medicamentelor al căror cost cumulată depășește o anumită sumă să fie livrate la domiciliu. O altă posibilitate ar fi să se ofere clienților ce au activate serviciile de „telepharmacy” opțiunea de a primi medicamentele acasă, contra unei sume inclusă în abonament. Totodată, se poate recomanda deschiderea unui punct farmaceutic, dacă locația geografică respectivă reprezintă o zonă defavorizată în nu există farmacie/medicament disponibil

Tip serviciu	Nr apeluri	Nr SMS	Nr secunde	Nr octeti
Servicii generale de medicina	541452	1121	108400	26291
Telemedicina de urgenta	45288	90	11318	2307
Telenursing	142002	275	30357	6851
Telepharmacy	117240	255	22095	6289
Teletrauma care	134514	257	28564	6520
<b>Total</b>	<b>980496</b>	<b>1998</b>	<b>200734</b>	<b>48258</b>

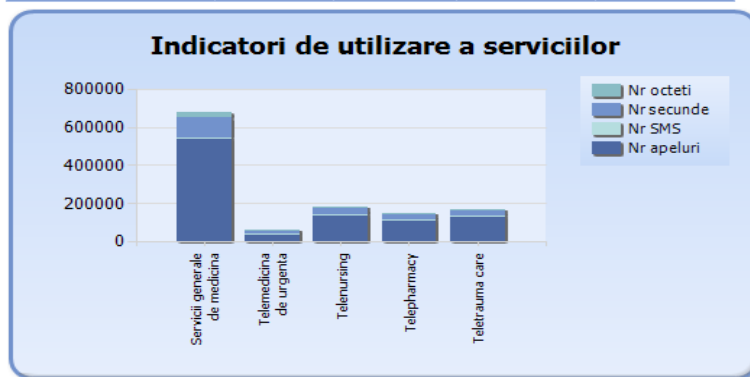


Figura 6. Exemplu de vizualizare a rezultatelor – indicatorii de utilizare a serviciilor de telemedicină grupați pe categorie de serviciu

## 5. Concluzii. Direcții viitoare de cercetare.

După cum este prezentat și în Islam R. et al (2009), viitoarele arii de cercetare în domeniul telemedicinii se axează pe interoperabilitate, senzori medicali, roboți medicali, interfețe om-mașină, Micro-Electro-Mechanical Systems etc. În prezent, majoritatea eforturilor de cercetare se concentrează pe dezvoltarea mai multor servicii și îmbunătățirea soluțiilor deja existente prin utilizarea unor tehnologii mai performante și a unor arhitecturi optimizate.

Această lucrare urmărește o linie de cercetare care nu a fost încă exploatată, dar care ar putea avea un impact major în optimizarea ofertelor de servicii de telemedicină.

Pe măsură ce domeniul telemedicinii evoluează rapid, o soluție destinată analizei volumului mare de date generat de o aplicație de telemedicină devine o necesitate. Lucrarea prezintă o soluție potențială pentru această provocare, și anume propune realizarea unei platforme analitice, axată pe adresarea a multiple arii de investigație ce urmăresc utilizarea și geolocalizarea serviciilor de telemedicină. Subiectul a fost explorat într-un studiu anterior în Sarbu A. (2013), în care s-a adresat problema găsirii răspunsului la prima întrebare care se impune în contextul unui astfel de studiu: care sunt datele cele mai potrivite pe baza cărora se poate realiza analiza? Acest subiect este tratat amănunțit în Sarbu A. (2013), unde sunt descrise inclusiv câmpurile ce vor intra în scopul studiului, iar accentul este pus pe modelarea datelor.

Această lucrare descrie modul în care se va realiza interacțiunea dintre utilizator și aplicație, prin descrierea interfeței soluției și modalitățile de vizualizare a datelor, complementare cu studiul anterior. Astfel, expunerea rezultatelor se realizează într-un mod sugestiv și accesibil utilizatorilor prin intermediul tablourilor de bord proiectate. Totodată, sunt identificate și se propune o adresare atât a limitărilor actuale ale cercetării cât și identificarea unor noi arii de studiu complementare.

Un aspect important care ar putea fi inclus în acest studiu, ca viitoare arie de cercetare, îl reprezintă integrarea serviciilor M2M (Machine-to-Machine). Serviciile de telemedicină sunt oferite prin telecomunicațiile mobile bazate pe voce și date, dar pot fi oferite și prin trafic M2M, care presupune conectarea echipamentelor medicale la rețeaua mobilă. O specificitate majoră a acestor servicii este că acestea folosesc echipamente care exclud telefoanele mobile, calculatoarele și tabletele, fiind vorba de

utilizarea unor echipamente dedicate și specializate pentru M2M, așa cum este descris și în Fagerberg & Kurkinen (2013).

Introducerea potențială a serviciilor de telemedicină M2M ridică totodată o serie de întrebări. Cum poate fi identificat traficul generat de aceste echipamente ca fiind trafic de telemedicină? Sunt suficiente datele de CDR pentru a identifica acest lucru sau este necesar să fie corelate cu informații provenite și din alte platforme? Cum se poate face distincția între traficul generat cu adevărat de folosirea serviciilor de telemedicină și traficul generat de acțiunile de mentenanță pe echipamente?

Pentru a răspunde la aceste întrebări este necesară o cercetare viitoare în domeniul arhitecturii echipamentelor M2M și a modalității în care acestea sunt integrate în rețea. În cazul în care echipamentul este identificat unic printr-un MSISDN (identificator unic al unei subscripții la rețeaua mobilă GSM sau UMTS), arhitectura propusă pentru platforma analitică poate cu ușurință integra serviciile M2M, ceea ce ar permite noi arii de analiză.

Din perspectivă complementară, trebuie adresată și limitarea majoră în succesul aplicației reprezentată de accesul la date. Din cauza clauzelor de confidențialitate și securitate pe care le au operatorii telefonici, aceste date sunt dificil de obținut. Deși structurile de date au fost modelate în dorința de a reflecta cât mai corespunzător realitatea, în lipsa de date autentice, cunoștințele obținute din aceste analize nu au o valoare reală. În acest sens, s-ar putea implementa o aplicație telefonică la care un utilizator să se înscrie și să fie de acord cu transmiterea coordonatelor geografice în momentul în care accesează serviciile de telemedicină.

## Referințe

- Adamson, C. *Star Schema The Complete Reference*. McGraw-Hill Osborne, 2010
- Ćamilović, D., Bečejski-Vujaklija, D., Gospić, N. (2009) A Call Detail Records Data Mart: Data Modelling and OLAP Analysis. *ComSIS* 6(2), 87-110
- Celko, J. *SQL for Smarties: Advanced SQL Programming, 4th Edition*. Morgan Kaufmann, 2010
- Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander J. (2001) Algorithms and Applications for Spatial Data Mining. *Geographic Data Mining and Knowledge Discovery, Research Monographs in GIS, Taylor and Francis*
- Fagerberg, J., Kurkinen, L. *mHealth and Home Monitoring*, M2M Research Series, 2013
- Forbes, A.; While, A. (2009) *The nursing contribution to chronic disease management: a discussion paper*. International Journal of Nursing Studies. 46(1)

- Graschew, G., Rakowsky, S. *Telemedicine Techniques and Applications*, InTech, 2011
- Islam, R., Begum, R., Ali S. (2009) Handbook of Research on Modern Systems Analysis and Design Technologies and Applications, *IGI Global*, 584-608
- Kimball, R., Ross, M. *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*, Wiley, 2013
- Nanda, A. *Hands-On Microsoft SQL Server 2008 Integration Services*, McGraw-Hill/Osborn, 2011
- Sarbu, A.,(2013) Optimal Data Architecture for an Telemedicine Analytic Platform, *DAAAM International Scientific Book 2013*, 647-654
- Weiss, G. M., (2005) Data Mining in Telecommunications. Data Mining and Knowledge Discovery, *Springer Science*, New York ,1189-1201
- Withee, K. *SharePoint 2010 Development for Dummies*, John Wiley & Sons , 2011