

Utilizarea Tehnologiilor *Big Data* și *IoT* în Domeniul Sănătății

Adriana ALEXANDRU¹, Dora COARDOȘ¹

¹ Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Informatică - ICI București, B-dul Mareșal Averescu nr. 8-10, București, 011455, România
adriana.alexandru@ici.ro, dora.coardos@ici.ro

Rezumat: În lucrarea de față se prezintă principalele abordări ale noilor tehnologii IT, utilizate în domeniul sănătății. Aceste tehnologii se referă la *Big Data*, *Big Data Analytics* (BDA) și Internet of Things (*IoT*). Noile tehnologii *Big Data* pot ajuta medicii în alegerea corectă și mai rapidă a tratamentului, pe baza informațiilor colectate de către personal medical din departamente diferite. Pacienții pot beneficia de un tratament mai adecvat și la timp urmând să fie mai bine informați cu privire la furnizorii de servicii medicale. BDA se adresează provocărilor generate de: ponderea tot mai mare a datelor nestructurate și multistructurate generate de surse de date foarte prolifiche și larg răspândite (ca de ex. rețelele sociale, rețele de senzori, Internetul obiectelor) și decalajul tot mai mare dintre cantitatea disponibilă de date importante și capacitatea de a le procesa în timp pentru suportul decizional. Internetul lucrurilor (*IoT*) se referă la rețeaua dispozitivelor formate din senzori care măsoară parametri din mediul înconjurător, elemente de acționare care trimit reacție de răspuns, procesoare care gestionează și stochează datele generate, noduri care coordonează administrarea acestor elemente conectate. *IoT* reprezintă suportul pentru aplicații și servicii avansate destinate caselor inteligente, aplicațiilor de sănătate, etc. Pentru prelucrarea eficientă a informațiilor generate de infrastructurile *IoT*, în vederea valorificării lor în deciziile adoptate la nivelul comunităților beneficiare este esențială utilizarea soluțiilor specifice *Big Data* și BDA. Aceste soluții, BD și BDA se referă la captarea și analiza datelor, la examinarea și stocarea de volume mari de date, precum și la securizarea datelor confidențiale. Lucrarea include și propunerile autorilor referitoare la elaborarea unor măsuri strategice/recomandări de utilizare a *Big Data* în sănătate.

Cuvinte cheie: *Big Data*, *Big Data Analytics*, Internet of Things, Sănătate.

Using the *Big Data* and *IoT* Technologies in the Field of Healthcare

Abstract: This paper presents the main approaches of new IT technologies used in healthcare. These technologies refer to Big Data, Big Data Analytics (BDA) and Internet of Things (IoT). The new Big Data technologies can help physicians choose the correct and faster treatment, based on information collected by another healthcare professional. Patients can benefit from more appropriate and on time treatment to be better informed about health care providers. The BDA addresses the challenges generated by: the increasing share of unstructured and multi-structured data generated by highly prolific and widespread data sources (such as social networks, sensor networks, the Internet of Things) and the growing gap in the amount of important data and the ability to process them in time for decision support. The Internet of Things (IoT) refers to the network of devices that consist of sensors that measure the environment, elements that send response reaction, processors that manage and store generated data, nodes that coordinate the management of these. IoT stands for smart home appliance applications and services, healthcare applications, and more. For the efficient processing of information generated by IoT infrastructures, it is essential to use the Big Data and BDA solutions in order to capitalize on their decisions in beneficiary communities. These solutions, BD and BDA, relate to capturing and analyzing data, examining and storing large volumes of data, and securing confidential data. The paper also includes authors' suggestions on developing strategic measures / recommendations for using Big Data in Health domain.

Keywords: Big Data, Big Data Analytics, Internet of Things, Healthcare.

1. Introducere

Integrarea rapidă a Tehnologiilor Informaționale și de Comunicații (TIC) în activitatea de zi cu zi este pe cale să transforme societatea într-o „societate informațională”, în care volumul de informații și cunoaștere devine o resursă economică de bază. În felul acesta, un spațiu de oportunități economice și sociale se deschide, aducând cu el noi provocări.

Proliferarea calculatoarelor, a telefoanelor inteligente, a tabletelor, a software-ului și a internetului în ultimele decenii a alimentat dezvoltarea unei game de noi tehnologii digitale, inclusiv aplicații mobile, dispozitive inteligente și cloud computing.

Schimbările digitale s-au extins de la sectorul TIC în sine în multe alte domenii.

De-a lungul anilor, organizațiile au captat date tranzacționale structurate și au folosit procese batch pentru a plasa datele în tradiționalele baze de date relaționale. Analiza acestor date este retrospectivă, iar investigațiile efectuate pe seturile de date sunt bazate pe modelele anterioare ale operațiunilor de afaceri.

În ultimii ani, noile tehnologii cu costuri mai reduse au permis îmbunătățirea colectării datelor, stocarea și analiza lor. Organizațiile pot acum colecta mai multe date din mai multe surse și de tipuri diferite (bloguri, date din media socială, fișiere audio și video).

Opțiunile de stocare și prelucrare optimă a datelor s-au extins dramatic, iar tehnologiile precum MapReduce și *in-memory computing* oferă capacități optimizate pentru diferite scopuri de afaceri.

Analiza datelor se poate face în timp real sau aproape în timp real, acționând mai degrabă pe seturile de date complete, decât pe elemente sintetizate. În plus, numărul de opțiuni de interpretare și analiză a datelor a crescut, de asemenea, prin folosirea diverselor tehnologii de vizualizare. Toate aceste evoluții reprezintă contextul în care se plasează *Big Data*.

Conceptul *Big Data* a evoluat în timp de la cei trei V (volum, varietate, viteză) la zece V: volumul, varietatea, viteza, veridicitatea, validitatea, variabilitatea, volatilitatea, vâscozitatea, vizualizarea, și valoarea. În grupul celor “10v”, trebuie să menționăm că numai primii 3v, dacă au valori “mari”, definesc *Big Data*, restul celor 7v se regăsesc la orice fel de date [2], [15].

Sursele de date care generează cantități masive de date sunt într-o continuă evoluție, lista prezentată neputând fi interpretată ca exhaustivă. Suplimentar, combinații ale seturilor de date generează un nivel mai mare de complexitate, care creează noi posibilități de exploatare.

În acest sens, conceptul de fuziune a datelor a căpătat o semnificație deosebită [8] și legătura între *Big Data* existente și cele provenite din platforme de cercetare sau

instrumente a devenit, în ultimii ani, din ce în ce mai importantă. Mai mult, aceste seturi de date implică utilizarea unor tehnici computaționale complexe pentru a evidenția direcții și patternuri în interiorul și între seturile de date [11]. Este deci crucial să se găsească metode sistematice pentru managementul, integrarea, analiza și interpretarea unor astfel de seturi de date masive și de o complexitate ridicată.

În contextul îngrijirii medicale, BDA este definit ca abilitatea de a achiziționa, de a memora, de a procesa și de a analiza o cantitate mare de date de sănătate structurate, semi-structurale sau nestructurate și de a oferi utilizatorilor informații utile și semnificative care le permit să descopere noi cunoștințe în timp util [14]. Aplicațiile BDA vizează îmbunătățirea siguranței pacienților și a rezultatelor clinice, sporind totodată posibilitatea de gestionare a bolilor [16].

Tehnicile specifice *Big Data* sunt foarte adecvate pentru aplicarea în domeniul sănătății, îndeosebi în situațiile în care analiza seturilor de date masive este o precondiție necesară obținerii unor rezultate valoroase. Analiza se bazează pe studii de cercetare care compară medicamente, aparatură medicală, teste, intervenții chirurgicale sau modalități de livrare a serviciilor de sănătate [26]. Prin analiza seturilor masive de date care includ, de exemplu, caracteristicile genomice ale pacienților, costul și rezultatele tuturor tratamentelor asociate, serviciile de sănătate, se pot identifica cele mai eficiente și rentabile tratamente. Cu toate acestea, înainte de a aplica oricare dintre tehnicile analitice, este necesară colectarea unor seturi de date clinice largi și consistente, integrarea acestora și punerea lor la dispoziția cercetătorilor.

Big Data reprezintă una dintre cele mai importante provocări din domeniul cercetării pentru orizontul 2020. Această paradigmă se bazează pe colectarea unor cantități foarte mari de date pentru a sprijini inovația în deceniile următoare.

Tehnologiile de *Big Data* pot genera previziuni asupra viitorului și oferă răspunsuri la întrebări care nu au fost încă puse. Există în prezent soluții de *Big Data* care folosesc impresionanta cantitate de date ce se acumulează zilnic în folosul oamenilor de afaceri și al utilizatorilor finali.

Totuși, în România, gradul în care astfel de date sunt folosite pentru a adăuga valoare este destul de limitat. În acest moment, cei care profită de avantaje sunt cei din zona telecom, inclusiv pe partea de infrastructură, în comerțul electronic și chiar în administrație. Aceștia și-au dat seama că nu este necesar să construiești depozite de date, ci să le selectezi, să analizezi fluxurile de date, să le procesezi in-memory și să obții perspective (insights) asupra tuturor datelor. *Big Data* va fi un motor important pentru inovație și creștere a valorii adăugate și se bazează pe tehnologii precum Cloud, *IoT* și pe soluții de analiză a datelor.

IoT este un concept de integrare a lumii virtuale în lumea reală folosind tehnologia Internet și dispozitive mobile.

Dispozitivele mobile au devenit o parte foarte importantă a mediului IT. În prezent, dispozitivele mobile nu se opresc doar la segmentul de smartphone, ci s-au extins la alte dispozitive care comunică între ele cu scopul de a face viața persoanelor mai comodă.

La baza *IoT* se află o combinație complexă de conectivități, senzori și componente de microelectronică care permite ca dispozitivele să fie conectate la servere sau direct la Internet. Printre aplicațiile *IoT* sunt de remarcat utilizarea terminalelor mobile (smartphones, telefoane clasice) pentru scanarea codurilor, localizarea GPS și colectarea și transmiterea de date.

În domeniul sănătății, medicii pot folosi datele de sănătate ce pot fi colectate în timp real. Astfel, se pot face analogii foarte rapide cu alte cazuri asemănătoare, care au fost tratate cu succes, precum și cu complicațiile care au apărut în acele cazuri. Astfel, medicul va avea o imagine completă a pacientului, a istoricului acestuia, a istoricului diagnosticului precum și variante viabile de tratament.

2. Big Data în domeniul sănătății

2.1 Conceptele Big Data și BDA în domeniul sănătății

Necesitatea îmbunătățirii continue a calității și eficienței actului medical pentru populație, simultan cu reducerea costurilor acestui act, este și va rămâne un obiectiv vital pentru multe guverne ale lumii, inclusiv pentru cel al României.

Folosirea tot mai intensă a înregistrărilor electronice de sănătate ale pacientului, cuplată cu noi instrumente IT analitice, reprezintă o oportunitate imensă de extragere de informații utile pentru luarea celor mai bune măsuri la nivelul întregii populații.

Unul din sectoarele importante în care *Big Data* ar putea avea un impact uriaș, în termeni de beneficii este astfel sănătatea.

„Big Data în sănătate se referă la seturi de date masive, rezultate prin proceduri automate sau prin activități de rutină, care sunt colectate și stocate electronic. Acestea pot fi reutilizate în sensul că sunt date multifuncționale și rezultate din conectări ale unor baze de date existente în scopul îmbunătățirii performanțelor sistemelor de sănătate. Nu se referă la datele colectate pentru un studiu particular.” [18]

În domeniul sănătății, au fost deja generate cantități masive de date, care sunt disponibile spre a fi utilizate. Datele provin din surse variate:

- Înregistrări în fișele de sănătate și istoricul pacienților;
- Media socială;

- Date genomice;
- Date farmaceutice;
- Date provenite din asigurările de sănătate;
- Telemedicină, aplicații mobile și senzori;
- Alte surse (statistici privind veniturile, baze de date de mediu, etc.).

2.2 Beneficii și oportunități aduse de *Big Data* în domeniul sănătății

Efectele *Big Data* se manifestă în acest caz în:

- Posibilitatea achiziționării, analizării și utilizării de către furnizorii de asistență medicală și medici a informațiilor despre pacienți, informații care pot fi de asemenea folosite de companiile de asigurări și de unele agenții guvernamentale;
- Creșterea cantității de date achiziționate în timp real pentru anumite probleme de sănătate ale pacienților prin dispozitive inteligente, care sunt conectate la domiciliu sau în spital și care măsoară tensiunea arterială, glicemia și modele de somn pentru răspunsuri precise și în timp util, raportate la problemele de sănătate și la o evidență completă a istoricului pacientului;
- Sprijinirea procesării evenimentelor complexe pentru monitorizarea, analiza și semnalizarea eventualelor probleme de sănătate, fie zilnic, fie la cerere.

Utilizarea tehnologiilor asociate cu *Big Data* poate conduce la:

- Ameliorarea stării de sănătate individuale (medicina personalizată);
- Îmbunătățirea performanțelor și rezultatelor sistemelor de sănătate.

Analiza sistematică a cantităților masive de date a oferit organizațiilor implicate în domeniul sănătății noi posibilități pentru:

- Înțelegerea problematicii și posibilitatea de a acționa;
- Definirea și organizarea acțiunilor viitoare;
- Creșterea eficienței rezultatelor obținute și reducerea timpului de implementare a măsurilor necesare.

Această abordare s-a dovedit a fi de asemenea utilă pentru a furniza informații prețioase instituțiilor implicate în sănătate privind managementul, planificarea și măsurarea efectelor acțiunilor lor. Evaluarea rezultatelor va putea să crească capacitatea de decizie la nivelul managementului la vârf.

Metodele analitice de examinare a datelor în sănătate pot conduce la rafinarea standardelor în următoarele domenii [12]:

- Sănătate publică: prin analiza patternurilor bolilor și înregistrarea epidemiilor, se pot îmbunătăți multe aspecte specifice sănătății publice. Cantitățile masive de date ajută la:
 - Determinarea necesităților;
 - Determinarea serviciilor utile;
 - Predicția și prevenția unor crize viitoare, în beneficiul populației;
- Înregistrări medicale electronice (Electronic Medical Record - EMR): înregistrările medicale electronice conțin date medicale standard (structurate sau nestructurate) care pot fi evaluate cu abordări analitice pentru predicția pacienților cu potențial de risc și furnizarea măsurilor ce se impun;
- Analiza profilului pacientului: tehnici analitice avansate pot fi aplicate asupra profilului pacienților pentru identificarea indivizilor care pot beneficia de abordări proactive. Acestea pot implica inclusiv schimbări în stilul de viață;
- Analiza genomică: abordările analitice în domeniul genomicii tind să devină o parte activă a procesului de decizie medicală;
- Analiza fraudelor: abordările privind analiza fraudelor iau în considerare un număr mare de reclamații pentru reducerea cauzelor acestora. O analiză eficientă poate micșora semnificativ fraudele, risipa și abuzurile;
- Monitorizarea siguranței: analiza în timp real a fluxului mare de date din spitale poate conduce la creșterea siguranței și evitarea evenimentelor cu impact negativ.

În domeniul sănătății, apar probleme specifice, referitoare la:

- Standardizarea și interoperativitatea datelor;
- Confidențialitatea la nivelul pacienților,

care intră în conflict cu cerințele unei analize eficiente, ce necesită date suficient de detaliate.

În prezent, este imperios necesar să se desfășoare acțiuni coordonate pentru a exploata la întregul potențial *Big Data* în sănătate, ca mecanism pentru inovarea mai rapidă și mai amplă a domeniului, așa cum a fost subliniat de Consiliul European în concluziile cercetării privind datele intensive și distribuite [9].

Beneficiile utilizării tehnicilor *Big Data* în îngrijirea medicală vor crește semnificativ în scurt timp. Aplicațiile se referă atât la monitorizarea prospectivă a datelor, cât și la analiza retrospectivă a acestora și pot contribui la [10], [6], [13], [20]:

- Îmbunătățirea calității și eficienței tratamentelor, prin:
 - Intervenția timpurie în cazul bolilor;
 - Reducerea probabilității apariției reacțiilor adverse ale medicamentelor;

- Reducerea erorilor medicale;
- Determinarea cauzalității și înțelegerea morbidității;
- Legătura între furnizorii de servicii medicale și profesioniști;
- Intensificarea activității rețelelor de cercetare;
- Fuzionarea diverselor rețele precum rețelele sociale, rețelele dedicate bolilor sau rețele medicale;
- Extinderea posibilităților de prevenire a bolilor prin identificarea factorilor de risc la nivelul populației, subpopulației și individului și prin creșterea eficienței intervențiilor care au ca scop să ajute populația să aibă un comportament mai sănătos într-un mediu mai sănătos;
- Îmbunătățirea vigilenței farmacologice și a siguranței pacienților prin posibilitatea de a lua decizii medicale mai informate bazate pe informația pusă direct la dispoziția pacienților;
- Predicția rezultatelor, adică restrângerea ariei bolilor cronice, supravegherea bolilor infecțioase cu răspândire globală prin trasarea unor hărți de risc și o mai bună înțelegere a tendințelor și provocărilor, precum și a căilor de transmitere a acestor boli;
- Diseminarea cunoștințelor, de exemplu pentru a ajuta medicii să fie conectați la cele mai noi ghiduri de practică clinică;
- Reducerea ineficienței și risipei, limitarea costurilor.

De asemenea folosirea *Big Data* este răspândită și aduce cele mai mari beneficii în îmbunătățirea sănătății și a serviciilor medicale. Puterea de calcul a *Big Data* permite medicilor să înțeleagă întregile șiruri de ADN în timp foarte scurt, să găsească noi tratamente pentru boli și să anticipeze potențiale epidemii. Studiile clinice din viitor nu vor fi limitate de probe de mici dimensiuni, ci ar putea viza întreaga populație. Ceea ce este și mai important, BDA ne permite să monitorizăm și să prezicem evoluția epidemiilor și focarelor de boli. Integrarea datelor din dosarele medicale cu analiza mediului social ne permite să monitorizăm focare de gripă în timp real, doar prin ascultarea a ceea ce postează oamenii, cum ar fi „Mă simt rău astăzi – sunt în pat cu o răceală”.

2.3 Infrastructuri pentru *Big Data* în domeniul sănătății

Analiza cantităților masive de date, fie ele structurate sau nestructurate, implică un efort logistic însemnat și o importantă putere de calcul. Independent de definiția sau domeniul de aplicație din sănătate, lanțul de prelucrări constă în generarea și colectarea datelor, memorarea și procesarea lor și, în final, distribuirea și analiza celor relevante [21]. Aplicațiile pot fi fie prospective, de monitorizare a datelor, fie de analiză retrospectivă a datelor și contribuie la creșterea accelerată a importanței *Big Data* în domeniul sănătății.

Procesarea tradițională a datelor nu este capabilă să satisfacă cererea masivă de prelucrare în timp real a datelor de mari dimensiuni. Este necesară o nouă generație de tehnologii informaționale. În Tabelul I, tehnologiile *Big Data* sunt clasificate în cinci categorii.

Tabelul I. Clasificarea tehnologiilor *Big Data* [25], [1]

Clasificarea tehnologiilor pentru <i>Big Data</i>	Tehnologii și instrumente pentru <i>Big Data</i>
Infrastructura suport	<ul style="list-style-type: none"> – Platforma Cloud Computing, – Tehnologia de virtualizare a memoriei Cloud, – Tehnologia de rețea, – Tehnologia de monitorizare a resurselor
Achiziție date	<ul style="list-style-type: none"> – Data Bus, – Instrumente ETL
Memorare date	<ul style="list-style-type: none"> – Sistem distribuit de fișiere, – Baza de date relațională, – Tehnologia NoSQL, – Integrarea bazelor de date relaționale și bazelor de date nerelaționale, – Baza de date în memorie
Calcul date	<ul style="list-style-type: none"> – Interogarea date, – Statistici și analize, – Minarea datelor și predicții, – Analiză grafurilor, – BI (Business Intelligence)
Afișare date și interacțiune	<ul style="list-style-type: none"> – Grafice și rapoarte, – Instrumente de vizualizare, – Tehnologia realității augmentate

În această secțiune, vom prezenta câteva concepte de bază ale acestor tehnologii, legate de colectarea, stocarea și transferul datelor.

Abordarea curentă privind utilizarea datelor referitoare la sănătatea individuală începe cu colectarea datelor necesare etapelor de diagnostică și monitorizare. Aceasta conduce la:

- 1) Dificultatea de a colecta date cu frecvență ridicată;
- 2) Necesitatea de a te baza pe colecții de date vechi, care pot fi incorecte [22].

Implementarea medicinei personalizate implică utilizarea atât a datelor genomice individuale, cât și a datelor la nivelul unei întregi populații, care sunt extrem de relevante pentru estimarea a posteriori a probabilităților. Combinarea informațiilor de la nivelul populației cu măsurători la nivelul individului deschide oportunități pentru implementarea medicinei personalizate [4].

Apare astfel necesitatea unor metode flexibile de evaluare a valorii adăugate de utilizarea tehnologiilor *Big Data* în sănătate, în scopul abilitării pacienților și trecerii la o abordare adaptivă de colectare a datelor [19].

O altă arie de aplicare a tehnicilor analitice pentru *Big Data* este cea a *sistemelor suport de decizie clinice* (aplicații informatice care îi asistă pe clinicieni în formularea deciziilor prin furnizarea de cunoaștere bazată pe evidențe cu privire la datele despre pacient [7]). Astfel de sisteme analizează, de exemplu, datele furnizate de medic despre pacient și le compară cu ghiduri medicale pentru a semnala eventuale erori, precum reacții adverse ale medicației, având ca rezultat micșorarea ratei de eroare a tratamentelor generate de erori clinice.

Acest gen de sistem poate fi extins cu includerea parcurgerii automate a literaturii medicale în scopul generării unei baze de date medicale capabilă să sugereze alternative de tratament pe baza înregistrărilor specifice pacientului.

O altă extindere poate fi introducerea unui modul de analiză a imaginilor de tip raze X sau scanări tomografice pentru pre-diagnosticare.

2.4 Exemple de soluții *Big Data* în domeniul sănătății

2.4.1 Monitorizare live care să detecteze din stadii timpurii simptomele legate de SIRS

SIRS (Systemic Inflammatory Response Syndrome)-Sindromul de reacție inflamatorie sistemică este o stare inflamatorie care afectează întregul corp [5]. SIRS este o condiție medicală precursoră septicemiei ce pot fi extrem de dificil de diagnosticat, mai ales în mediu spitalicesc. Septicemia apare frecvent în spitale din cauza unor infecții.

Biosenzorii wireless și sistemele de analiză date de tip *Big Data* pot ajuta spitalele să identifice pacienții cu simptome timpurii de septicemie, principala cauză de deces în unitățile de terapie intensivă. Mai mult, astfel de senzori pot continua să monitorizeze pacienții și după externare.

Soluția constă dintr-un biosenzor wireless prins de corpul pacientului cu bandă, care transmite date legate de pacient către aplicația software de procesare date și apoi către instrumentele de analiză date, cele care oferă, dacă e cazul, alerta în urma căroro medicii să poată interveni imediat.

Practic, biosenzorul, lipit pe pieptul pacientului direct deasupra inimii, monitorizează semnele vitale ale corpului și urmărește și alte informații, cum ar fi cele legate de activitatea fizică, postura corpului și chiar prăbușiri.

Dispozitivul se conectează în mod wireless la un telefon inteligent, pe care rulează o aplicație software ce poate afișa statistici precum pașii efectuați de pacient, ritmul cardiac, ritmul respiratoriu, temperatura pielii și alte astfel de date. Biosenzorul poate fi purtat când pacientul este treaz, doarme sau chiar când face un duș.

Soluția IT colectează aproape în timp real volumele masive de date trimise de biosenzor, care apoi sunt analizate de algoritmi modelați după standardele clinice medicale. Dispozitive inteligente montate deasupra pacienților alertează personalul medical asupra pacienților cu risc de dezvoltare septicemii.

Aplicația de pe telefonul inteligent transmite datele clinice ale pacientului către un mediu de stocare bazat pe Cloud, unde acestea sunt combinate cu date despre pacient existente din alte surse, cum ar fi bazele de date de tip SQL sau zonele de informații publice.

Personalul medical poate folosi apoi datele specifice adunate de biosenzor în combinație cu alte tipuri de date pentru analiză și corelație pe fondul tiparelor clinice standard pentru detectarea apariției potențiale de simptome SIRS.

Biosenzorii wireless și sistemele de analiză date de tip *Big Data* pot ajuta spitalele să identifice pacienții cu simptome timpurii de septicemie, principala cauză de deces în unitățile de terapie intensivă non-coronariene din întreaga lume. Mai mult, astfel de senzori pot continua să monitorizeze pacienții și după externare.

2.4.2 Monitorizarea stării de sănătate a unui pacient cu ajutorul unui ceas inteligent, conectat la o platforma medicală de tip Cloud

Ceasul inteligent are capacitatea de a detecta cu exactitate primele simptome ale unui atac de cord, în urma monitorizării unor parametri [23]. Scopul acestui ceas este de a-i urmări în permanență tensiunea arterială, pulsul și nivelul de glucoză, iar platforma medicală estimează că pacientul are o probabilitate mare de a face un stop cardiac în următoarele 90 de zile, dacă nu acționează preventiv.

În urma unei analize predictive asupra parametrilor mășurați, platforma trimite o alertă către furnizorul de servicii medicale responsabil cu planul de sănătate al pacientului. Furnizorul trimite imediat o notificare în care îi prezintă acestuia rezultatele și îi face o programare la un medic specialist cardiolog. În situația dată, medicul cardiolog ar putea lua în calcul realizarea unei angioplastii coronariene și implantarea unui stent, sau ar putea indica o intervenție chirurgicală de by-pass cardiac.

Folosind o serie de modele analitice sofisticate realizate pe baza datelor colectate de la mai multe milioane de pacienți cu diagnostice și date genetice similare, precum și seturi de analize medicale accesibile din dosarele medicale electronice, dar și diverse date din viața de zi cu zi a pacientului în cauză, specialistul cardiolog poate ajunge la concluzia că afecțiunea lui poate fi cel mai bine tratată cu un nou medicament, asociat cu o schimbare de dietă și de stil de viață. Astfel, în loc de stent-uri sau intervenții invazive precum by-pass-ul cardiac, pacientul a fost avertizat din timp despre starea lui de sănătate de către un ceas inteligent.

Cinci mari tendințe din industria serviciilor medicale converg pentru a permite centrarea pe pacient și programe de îngrijire a sănătății prin coroborarea rezultatelor medicale. Aceste tendințe se referă la:

- Tehnologia preventivă acum la îndemana consumatorului: Noile ceasuri inteligente pot deja monitoriza continuu și în timp real tensiunea utilizatorului, pulsul și nivelul său de glucoză. În Europa, sunt deja folosite dispozitive ear-clip-linked menite să monitorizeze nivelul glucozei și. Lentile de contact cu funcțiuni similare;
- Medicina personalizată din ce în ce mai accesibilă: Progresele făcute de medicina genomică, bazată pe descifrarea informațiilor genetice ale pacientului în scopul unui diagnostic și tratament cât mai corect, au permis dezvoltarea unor medicamente care țintesc mult mai eficient anumite aspecte specifice fiecărui pacient, capabile să îmbunătățească rezultatele sale medicale, permițând o mai bună îngrijire a sănătății;
- Date analitice disponibile peste tot: Inițial, majoritatea instrumentelor analitice au fost rezervate doar utilizatorilor din sectorul energetic și altor câțiva care au învățat să stăpânească analiza și raportarea în timp real a datelor. Astăzi, progresele din tehnologie și noile instrumente disponibile au făcut ca modelele analitice și sursele de date să fie la îndemana oricui, de la managerii de raioane din magazine, la directorii executivi din companii. Abilitatea de a integra, în timp real, volume mari de informații provenind de la o varietate de surse, combinată cu proceduri analitice avansate oferă noi perspective și modele predictive privind sănătatea pacientului și a programelor de îngrijire;
- Maturizarea capacităților din cloud computing: Cloud computing-ul face acum posibilă transformarea operațională prin inovație digitală. Rata de adopție a sistemelor cloud private, hibride sau publice și a arhitecturilor deschise se accelerează;
- Reducerea costurilor cu asistența medicală: Costurile cu asistența medicală continuă să crească vertiginos comparativ cu nivelul de sănătate al pacienților. Pentru a remedia această situație, mulți dintre clienții instituționali din segmentul de îngrijire a sănătății se axează pe medicina preventivă pentru a reduce costurile. În Marea Britanie și Europa, unele autorități de reglementare decontează exclusiv anumite medicamente, plățile fiind stabilite în funcție de niveluri pre-stabilite, coroborate strict cu rezultatele ce se pot obține.

Luată împreună, aceste cinci tendințe:

- Creează oportunitatea de a furniza programe personalizate de sănătate, cu adevărat centrate pe pacient;
- Permite organizațiilor să dezvolte modele de îngrijire medicală preventivă bazată pe coroborarea rezultatelor, care să alinieze obiectivele companiilor farmaceutice, ale companiilor care dezvoltă dispozitive medicale, profesioniștilor din domeniul îngrijirii sănătății, furnizorilor, caselor de asigurări de sănătate, și, cel mai important, pacientului;
- Integrează capacitatea de a transmite informațiile privind semnele vitale personale în Cloud, așa cum face ceasul inteligent, prezentat mai sus.

Tehnologia va permite furnizorilor de servicii medicale să utilizeze datele din Cloud pentru a anticipa starea de sănătate, intervențiile preventive necesare, prescrierea de tratamente personalizate și recomandarea de dispozitive care să ofere un program de îngrijire personalizat.

Exemplul dat rezumă ceea ce BDA poate genera. Astfel, progresele tehnologice vor contribui pe viitor la trecerea de la abordarea tradițională, reactivă, de tratare a situației medicale, la cea preventivă, non-invazivă, impulsionată de utilizarea unor analize avansate bazate pe *Big Data*.

3. *IoT* ca generator de *Big Data* în domeniul sănătății

Internetul lucrurilor (*IoT*) este rețeaua de obiecte fizice sau „lucruri” care au încorporate dispozitive electronice, tehnologii software, senzori și conectate la rețea, care facilitează ca aceste obiecte să colecteze și să facă schimb de date pentru a beneficia de diverse servicii.

IoT este un concept care reflectă un set de conectare pentru oricine, orice, oricând, oriunde, orice serviciu și orice rețea. *IoT* este o tehnologie pentru interconectarea obiectelor și dispozitivelor inteligente cu identificare unică în cadrul infrastructurii de Internet, cu beneficii extinse.

Sănătatea și îngrijirea medicală reprezintă cele mai atractive domenii de aplicare pentru *IoT*. *IoT* are potențialul de a genera numeroase aplicații medicale, cum ar fi monitorizarea la distanță a sănătății, a programelor de sănătate, a bolilelor cronice și îngrijirea vârstnicilor. Dispozitive medicale diferite, senzori, dispozitive de diagnosticare și imagistică pot fi văzute ca dispozitive sau obiecte inteligente care constituie o parte esențială a Internetului.

Ușurința interacțiunilor eficiente din punctul de vedere al costurilor de conectivitate perfectă și sigură cu pacienții individuali, clinicile și organizațiile de asistență medicală este o tendință importantă. Rețelele de asistență medicală actualizate, conduse de

tehnologiile fără fir, sprijină bolile cronice, diagnosticarea precoce, monitorizarea în timp real și situațiile de urgență medicale.

În sistemele de sănătate bazate pe *IoT*, principalele tehnologii utilizate sunt:

- Senzori care colectează datele pacientului;
- Microcontrolere care procesează, analizează și comunică wireless datele;
- Microprocesoare care permit interfețe grafice de utilizator bogate;
- Gateway-uri specifice pentru sănătate prin care datele senzorilor sunt analizate și trimise către Cloud.

3.1 Utilizarea rețelor de senzori fără fir în domeniul sănătății

Sistemele de îngrijire a sănătății fără fir pot fi utilizate împreună cu sistemele *IoT*. Ele se compun din senzori care transmit semnale aferente stării de sănătate, dispozitive tip telefon inteligent și sistem de servere pentru controlul și gestionarea informațiilor. Senzorii vor avea valori de intrare și le vor trimite la server folosind telefonul inteligent. Serverul procesează datele și informează pacienții. Aceste sisteme de sănătate ajută pacienții să ia decizii sugerate de aplicație.

Sistemul de monitorizare se bazează în principal *pe două tipuri de senzori*. Acești senzori sunt *senzori medicali* care sunt atașați de pacient pentru a măsura parametrii vitali și *senzorii de mediu* încorporați în și în jurul diferitelor părți ale camerei în care pacientul este prezent. Aceste valori luate împreună prezintă situația în timp real a pacientului în orice moment.

Senzorii medicali produc valori brute ale datelor care sunt transmise fără fir către o unitate centrală transmițător purtată de pacient. Această unitate de transmițător procesează datele brute și le transformă în metadata semnificative [24]. Datele brute ale senzorilor conțin numai valori ale parametrilor măsurați, prin urmare, nu au valoare. Metadatale senzorilor, când sunt adăugate la aceste valori, vizează tipul de parametru care este monitorizat, caracteristica de interes, amprenta de timp și unitatea de măsură pentru care valorile sunt semnificative.

Senzorii de mediu monitorizează mediul înconjurător pacientului și se asigură că pacientul se află în condiții de viață sănătoase. Acești senzori pot fi încorporați în camere particulare pentru îngrijire medicală privată sau în unități de terapie intensivă în centrele de sănătate și în spitale. Acești senzori se referă la:

- Senzorii de detectare a gazelor care sunt utilizați pentru a menține nivelul corect al oxigenului;
- Senzorii de temperatură care sunt utilizați pentru a raporta temperatura camerei;

- Un set de senzori piezoelectrice utilizați pentru a detecta dacă persoana se află în pat. Camera poate fi, de asemenea, dotată cu senzori piezoelectrice pentru detectarea mișcării. Acești senzori pot fi de asemenea programați cu un microcontroler pentru a detecta căderea sau prăbușirea pacientului.

În Figura 1 este prezentată funcționarea unei rețele wireless utilizată pentru a ajuta pacienții.

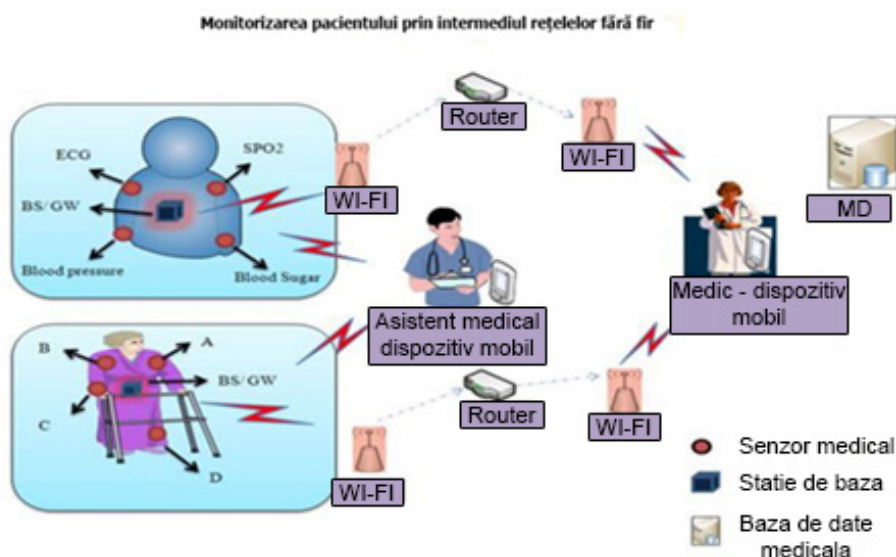


Figura 1. Sisteme de senzori wireless pentru asistență medical

Ea se compune din senzori atașați pe corpul uman, dispozitive fără fir, sistem de servere, medici și spitale care oferă serviciile pacienților. Senzorii colectează datele în mod continuu pentru a urmări evoluția pacientului. Ei încearcă, de asemenea, să localizeze pacienții după ieșirea din spital, utilizând înregistrările medicale.

În caz de urgență, dispozitivele, care pot fi purtate fără fir, pot raporta de la distanță starea de sănătate a pacientului la medicii și membrii familiei sale. În astfel de situații, medicii și spitalele vor încerca imediat servicii cum ar fi ambulanța sau acțiunile necesare pentru a asista familiile să-i ajute pe pacienți.

Sistemul de îngrijire a sănătății bazat pe *IoT* oferă servicii în timp util și poate salva viața a milioane de oameni. Metodele existente pentru a asigura sănătatea pacienților variază de la dispozitivele utilizate pe încheietura mâinii, la sistemele de îngrijire a sănătății bazate pe tehnologiile *IoT*.

Sistemul de sănătate bazat pe tehnologiile *IoT* poate monitoriza condițiile unei persoane care utilizează senzori de ritm cardiac, senzor de temperatură, senzor de tensiune arterială etc.

3.2 Servicii și aplicații *IoT* în domeniul sănătății

Sistemele bazate pe *IoT* pot fi aplicate într-o gamă diversă de subdomenii ale sănătății, printre care îngrijirea pacienților vârstnici, supravegherea bolilor cronice și gestionarea sănătății private etc.

Aplicațiile sunt împărțite în două grupe: aplicații care se referă la o boală sau o infirmitate specifică și aplicații care se referă la un număr de boli sau condiții luate ca un întreg.

În Figura 2 este prezentată o schemă a serviciilor și aplicațiilor de asistență medicală folosind *IoT* [17].

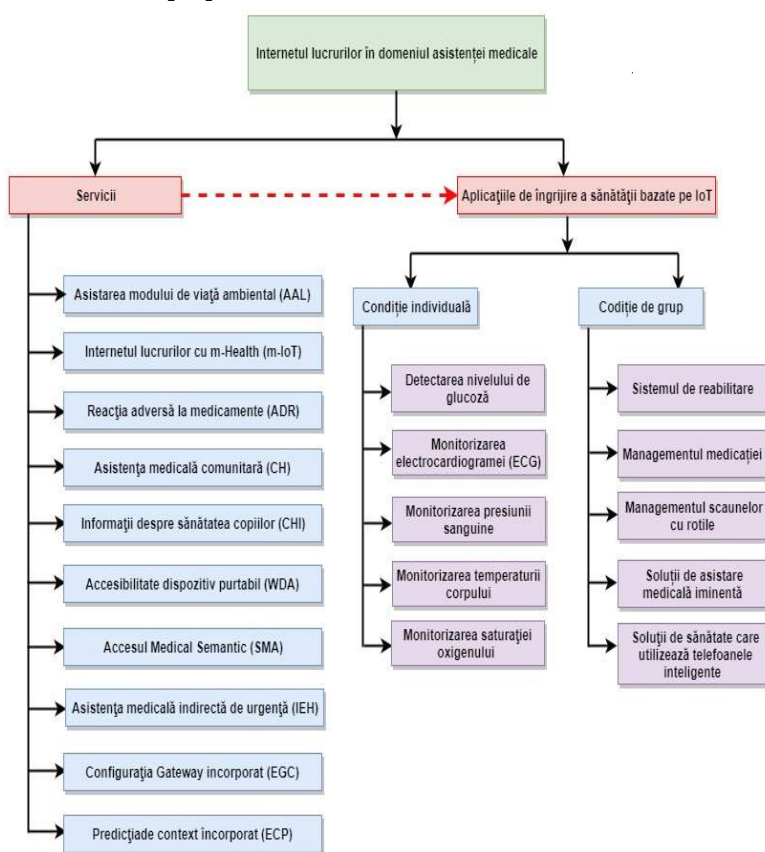


Figura 2. Servicii și aplicații de asistență medicală bazate pe *IoT*(adaptat [17])

Această listă este în mod inerent dinamică și poate fi îmbunătățită cu ușurință, prin adăugarea de servicii suplimentare cu caracteristici distincte și numeroase aplicații care acoperă ambele grupe [17].

Tehnologiile *IoT* permit o varietate de servicii de asistență medicală în care fiecare serviciu oferă un set de soluții de asistență medicală. În contextul domeniului sănătății, nu există o definiție standard a serviciilor *IoT*. Totuși, pot exista cazuri în care un serviciu nu poate fi diferențiat în mod obiectiv de o soluție sau de o anumită aplicație. Potrivit schemei de mai sus, tipurile de servicii de sănătate bazate pe *IoT* se referă la:

- Asistarea modului de viață ambiental (AAL – Ambient Assisted Living);
- Internetul lucrurilor cu m-Health (m-*IoT* – The Internet of m-Health Things);
- Reacția adversă la medicamente (ADR – Adverse Drug Reaction);
- Asistența medicală comunitară (CH – Community Healthcare);
- Informații despre sănătatea copiilor (CHI – Children Health Information);
- Accesibilitate dispozitivului purtabil (WDA – Wearable Device Access);
- Accesul Medical Semantic (SMA – Semantic Medical Access);
- Asistența medicală indirectă de urgență (IEH – Indirect Emergency Healthcare);
- Configurația Gateway încorporat (EGC – Embedded Gateway Configuration);
- Predicția de context încorporat (ECP – Embedded Context Prediction).

Pe lângă serviciile *IoT*, un loc deosebit îl ocupă aplicațiile bazate pe *IoT*. Dintre aceste aplicații amintim:

- Detectare nivelului de glucoză;
- Monitorizarea electrocardiografei (ECG);
- Monitorizarea presiunii sanguine;
- Monitorizarea temperaturii corpului;
- Monitorizarea saturației oxigenului;
- Sistemul de reabilitare;
- Managementul medicației;
- Managementul scaunelor cu rotile;
- Soluții de asistare medicală iminentă;
- Soluții de sănătate care utilizează telefoanele inteligente.

Se poate observa că serviciile sunt utilizate pentru a dezvolta aplicații, în timp ce aplicațiile sunt utilizate direct de utilizatori și de pacienți.

Prin urmare, serviciile sunt orientate spre dezvoltatori, în timp ce aplicațiile sunt orientate către utilizatori.

Unele arii de îngrijire a sănătății, a căror integrare cu *IoT* pare a fi iminentă, includ detecția hemoglobinei, fluxul expirator de vârf, creșterea celulară anormală, tratamentul cancerului, tulburari ale ochiului, infecția cutanată și intervenția chirurgicală la distanță.

Concomitent cu *IoT*, evoluează rapid și tehnologiile de identificare prin frecvențe radio (RFID) cu aplicații inovatoare, în special în sectoarele asistenței medicale. RFID are un impact major asupra industriei de îngrijire a sănătății. Această tehnologie poate reduce greșelile medicale, îmbunătăți siguranța pacienților și spori calitatea serviciilor medicale în spitale.

Prin atașarea etichetelor RFID persoanelor (pacienților sau personalului medical) și obiectelor (echipament medical, pansament medical, pungi pentru transfuzie de sânge etc.) această tehnologie permite identificarea, depistarea și urmărirea entităților, a securității și a altor capacități specifice de asistență medicală.

Etichetele RFID pot fi utilizate în domeniul medical în următoarele moduri: identificarea unui pacient în situații de urgență; măsurători ale semnelor vitale ale pacienților (de exemplu, pentru pacienții cu boli cronice); înregistrarea informațiilor medicale semnificative și transferul acestora către un dispozitiv electronic de monitorizare; monitorizarea vârstnicilor, chiar și la domiciliu; monitorizarea bunurilor și a echipamentelor; controlul administrării de medicamente și transfuzii de sânge, reducând astfel erorile medicale în spitale.

Pe plan internațional, în prezent, următoarele domenii principale beneficiază de aplicarea tehnologiei RFID în domeniul asistenței medicale :

- *Managementul articolelor medicale* – Urmărirea rapidă a echipamentelor medicale mobile asigură o utilizare mai bună a acestora, ceea ce reduce pierderile și, prin urmare, noile achiziții, reducând în același timp cantitatea de timp pierdută de personalul medical care caută astfel de echipamente;
- *Îngrijirea pacientului* – Identificarea corectă a pacienților și localizarea acestora în orice moment poate conduce la o securitate sporită (de exemplu, în cazul bolnavilor care suferă de boala Alzheimer), dar și la o mai bună gestionare a paturilor de spital într-o unitate medicală;
- *Gestionarea medicamentelor și substanțelor medicale periculoase* – Trasabilitatea medicamentelor este fundamentală pentru a elimina medicamentele contrafăcute. O scădere semnificativă a numărului de erori în administrarea medicamentului pacientului poate fi realizată prin identificarea rapidă și precisă a medicamentului, asigurând astfel și verificarea dozei prescrise pentru un anumit pacient;
- *Gestiunea stocurilor* – identificarea precoce a obiectelor de inventar și realizarea rapidă a inventarului poate duce la eliminarea situațiilor „0 stoc” și la optimizarea inventarului curent etc.

Implicațiile tehnologiilor de monitorizare a sănătății care pot fi purtate de pacient sunt esențiale, deoarece ar putea oferi următoarele:

- Detectarea semnelor precoce ale problemelor de sănătate;
- Notificarea furnizorilor de asistență medicală în situațiile critice;
- Găsirea de corelații între stilul de viață și sănătate;
- Asigurarea asistenței medicale în locații îndepărtate și în țările în curs de dezvoltare și sprijinirea medicilor și cercetătorilor să acceseze date fiziologice în timp real din mai multe surse.

4. Propunere de elaborare a unor măsuri strategice/recomandări în vederea utilizării *Big Data* în sănătate

Luând în considerație informațiile și cunoștințele obținute prin studiul literaturii de specialitate, coroborat cu situația și necesitățile din România privind utilizarea *Big Data* în potențialele implementări în domeniul sănătății, se propun recomandări ce pot fi adoptate în acest domeniu [3].

Recomandările urmăresc să aducă beneficii cetățenilor și pacienților în ceea ce privește consolidarea sănătății și îmbunătățirea performanțelor sistemelor de sănătate. Acestea ar trebui privite ca niște sugestii cu privire la modul de utilizare a punctelor tari și exploatarea oportunităților *Big Data* pentru sănătatea publică, fără a amenința viața privată sau siguranța cetățenilor.

Big Data în domeniul sănătății nu ar trebui văzută ca un scop în sine, ci ca un instrument pentru a atinge anumite scopuri care sunt în beneficiul pacientului și al publicului. Părțile interesate trebuie să fie incluse în punerea în aplicare a recomandărilor propuse și în elaborarea recomandărilor viitoare privind *Big Data* în domeniul sănătății.

Recomandările propuse de autori sunt următoarele:

1. Creșterea gradului de conștientizare a părților interesate relevante prin dezvoltarea unei strategii de comunicare care să evidențieze valoarea adăugată, dovedită științific, a *Big Data* în domeniul sănătății publice și asistenței medicale și posibilele preocupări legate de protecția datelor și de utilizarea necorespunzătoare a datelor colectate. Strategia de comunicare trebuie să informeze cu privire la beneficiile specifice care pot fi realizate și la riscurile care trebuie evitate atunci când se utilizează *Big Data* în domeniul sănătății.

2. Promovarea educației și formării în domeniul sănătății digitale a profesioniștilor din domeniul sănătății aliați cu profesioniștii din domeniul sănătății publice (de exemplu, a managerilor) ar trebui să fie sporită prin informare și educație. Pentru a realiza acest lucru, *programele de formare și educare existente pentru sănătatea*

publică sau sănătate ar trebui să integreze prelucrarea datelor în programele de învățământ pentru a asigura dezvoltarea abilităților și competențelor necesare. Educația și formarea conduc la consolidarea capitalului uman în ceea ce privește nevoia crescândă de forță de muncă care poate utiliza potențialul *Big Data* în domeniul sănătății.

3. Adaptarea și extinderea surselor de Big Data pentru a îmbunătăți analizele științifice și aplicațiile relevante ale *Big Data* în domeniul sănătății, în ideea de a include *informațiile necesare încă neimportate* (de exemplu: date biomedicale) și în a le completa cu surse nou explorate. Trebuie acordată prioritate evaluării surselor de date disponibile și infrastructurii acestora pentru a asigura o explorare specifică a *noilor surse de date* (de exemplu, dispozitivele de sănătate care pot fi purtate și rețelele sociale). Sectorul de îngrijire ambulatoriu și primar, precum și alte sectoare decât serviciile de sănătate (de exemplu, sociale, de muncă, de mediu) ar trebui să fie incluse în extinderea și explorarea de noi surse de date.

4. Promovarea utilizării datelor deschise și partajarea datelor de tip Big Data fără a compromite drepturile pacienților la intimitate și confidențialitate. Accesul la sursele complementare ale *Big Data* permite o îmbunătățire a capabilităților analitice și facilitează analiza datelor. Pentru a utiliza acest lucru, se recomandă să se sprijine *utilizarea deschisă și partajarea sigură a datelor guvernamentale, a datelor private neprotejate și a datelor furnizorilor de servicii medicale* diferite pentru cercetarea în interes public la nivel național și internațional. Toate elementele relevante ale utilizării *Big Data*, cum ar fi accesul la date, siguranța datelor, calitatea datelor, fiabilitatea și caracterul complet al datelor, formatul și standardele (legate de acreditare), procesele de schimb și explorarea posibilităților de extracție automată, trebuie să fie incluse în același cadru.

5. Orientarea aplicațiilor de Big Data din domeniul sănătății spre medicina personalizată și deschiderea de noi domenii de aplicare cu identificarea părților interesate care ar putea beneficia de *Big Data* în domeniul sănătății și luarea în considerare a nevoilor acestora. Noile domenii pentru aplicații de *Big Data* (de exemplu, supravegherea infecțiilor, cercetarea biomedicală) vor fi elaborate în conformitate cu nevoile părților interesate și cu consultanța experților, de exemplu, prin intermediul unei platforme de dialog deschis.

6. Utilizarea analizei datelor pentru a produce informații de sănătate fiabile și valide utilizând puterea predictivă a *Big Data* și capacitatea de a integra date clinice (de exemplu date biomedicale, genomice) cu date contextuale din lumea reală. Pentru a exploata pe deplin acest potențial, se recomandă îmbunătățirea și actualizarea permanentă a metodelor și instrumentelor analitice existente. Noile metode și instrumente analitice ar trebui să fie elaborate de experți în analiza *Big Data*.

7. Implementarea mecanismelor de governanță a accesului la date și a utilizării lor pentru asigurarea unui acces sigur și echitabil și utilizarea *Big Data* pentru cercetarea în domeniul sănătății. Pentru a utiliza întregul potențial al *Big Data* în domeniul sănătății, prelucrarea și utilizarea secundară a datelor ar trebui să fie permise în scopuri de cercetare în domeniul sănătății și realizarea de statistici. Chiar și așa este necesară supravegherea utilizării intenționate și calitatea *Big Data* în domeniul sănătății. Trebuie definite rolurile și responsabilitățile privind accesul și prelucrarea *Big Data* în domeniul sănătății, precum și dezvoltarea de definiții esențiale pentru governanța în materie de *Big Data* în domeniul sănătății sub forma unui glosar pentru a încuraja un limbaj comun. Pentru a eficientiza governanța diferitelor surse de date într-un mod sigur, ar trebui să se pună la dispoziție o platformă pentru conectarea și accesarea în siguranță a datelor din diferite surse la nivel național.

8. Elaborarea standardelor pentru Big Data în domeniul sănătății pentru a spori și simplifica aplicarea acestora și pentru a îmbunătăți interoperabilitatea. Prin stabilirea unor standarde comune în lanțul valoric *Big Data* în sănătate, punerea în comun, schimbul și analizarea datelor vor deveni mai eficiente. Prin urmare, se recomandă adoptarea sau dezvoltarea unor standarde inexistente care să aibă un domeniu de aplicare global, care să abordeze aspectele legate de interoperabilitate, de exemplu, în domenii legate de consimțământul pacientului în utilizarea datelor mari în domeniul sănătății sau al nomenclatorului de genotipare sau etică pentru a numi doar câteva.

Dat fiind că diversele reprezentări și formate de date împiedică combinarea ușoară a seturilor de date provenite din surse diferite, introducerea de standarde poate îmbunătăți interoperabilitatea diferitelor formate de date, seturi de date și depozite de date.

Un alt aspect crucial al îmbunătățirii interoperabilității este standardizarea și armonizarea conținutului și structurii de bază a formularelor de consimțământ pentru pacienți. Ar trebui luate în considerare diferite modele de consimțământ (de exemplu consimțământul dinamic, consimțământul extins) și formularele de consimțământ digital pentru a facilita utilizarea secundară a datelor și a schimbului de date. Dezvoltarea standardelor menționate mai sus ar trebui să se bazeze pe munca deja existentă la nivel internațional.

9. Promovarea investițiilor în Big Data în domeniul sănătății și alocarea de resurse financiare în scopul generării de rezultate sociale, economice și bugetare durabile tuturor membrilor societății. Pentru a răspândi povara financiară inițială și riscul investiției, se recomandă *finanțarea din mai multe surse* (parteneriate public-privat sau public-public). În special, trebuie încurajate *investițiile naționale în infrastructura* îmbunătățită pentru prelucrarea datelor privind sănătatea și parteneriatele permanente între diferiți actori implicați.

Instituțiile UE pot sprijini investițiile intenționate la nivel național prin informarea cu privire la inițiativele naționale existente privind *Big Data* în statele membre și prin emiterea de orientări sau exemple de bune practici pentru o utilizare eficientă și cu rezultate a *Big Data* în domeniul sănătății care vor aduce beneficii tuturor cetățenilor.

10. Clarificarea și alinierea reglementării legale cu privire la *Big Data* din domeniul sănătății prin stabilirea unui cadru juridic clar definit și coerent pentru *Big Data* în domeniul sănătății în scopul asigurării securității în generarea, accesarea și împărtășirea *Big Data* și a drepturilor de confidențialitate. Prin urmare, se recomandă alinierea cadrelor juridice și a politicilor interne existente, în special în ceea ce privește aspectele legate de *proprietatea datelor, confidențialitatea datelor și acordul pacientului*.

Alte aspecte juridice care trebuie abordate sunt utilizarea secundară a datelor de sănătate (de exemplu prin introducerea de carduri de donatori de date), stocarea (de exemplu, cloud computing) și prelucrarea datelor, precum și bazele juridice pentru reutilizare și fluxul transfrontalier de date. Confidențialitatea și protecția datelor sunt abordate prin reglementări clare și coerente privind gestionarea și controlul datelor și la nivelul UE.

5. Concluzii

Interacțiunea dintre tehnologie și domeniul sănătății are o istorie îndelungată. Totuși, creșterea rapidă a *IoT* și *Big Data*, precum și îmbrățișarea publică a biosenzorilor miniaturali purtați au generat noi oportunități pentru servicii personalizate de e-sănătate și mHealth.

Folosirea *Big Data* poate ajuta medicii în alegerea corectă și mai rapidă al tratamentului, pe baza informațiilor colectate de către un alt personal medical. Pacienții pot beneficia în timp util de un tratament adecvat, urmând să fie mai bine informați cu privire la furnizorii de servicii medicale.

IoT joacă un rol semnificativ într-o gamă largă de aplicații de asistență medicală, de la gestionarea bolilor cronice, la prevenirea bolilor.

Tehnologia mobilă ajută la gestionarea bolilor cronice, la îngrijirea persoanelor în vârstă și a viitoarelor mame, la reamintirea oamenilor să ia medicamente la timpul potrivit, la extinderea serviciilor către zonele deservite, la îmbunătățirea rezultatele în domeniul sănătății și la eficiența sistemului medical.

Recunoaștere

Prezenta lucrare are la bază parte din activitățile de cercetare și rezultatele proiectului CS 143 derulat la ICI București (2015-2017) în cadrul Programului sectorial, finanțat de Ministerul Comunicațiilor și Societății Informaționale.

BIBLIOGRAFIE

1. Alexandru, A. & Coardos, D. (2016). *Big Data* in Health Care and Medical Applications in Romania. In *2016 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, THETA 20th edition*, 19th -21st May, Cluj-Napoca, Romania (6 pages). Cluj- Napoca, Editura U.T. Press. ISBN: 978-606-737-160-4.
2. Alexandru. A. et al. (2017). Utilizarea tehnologiilor *Big Data* în sistemele informaționale guvernamentale, *Raport de cercetare etapa III: Impactul tehnologiilor Big Data pentru dezvoltarea sistemelor informaționale guvernamentale*, CS 143, ICI București, Iunie 2017.
3. Alexandru. A. et al. (2017). Utilizarea tehnologiilor *Big Data* în sistemele informaționale guvernamentale, *Raport de cercetare etapa IV: Recomandări privind utilizarea tehnologiilor Big Data pentru dezvoltarea sistemelor informaționale guvernamentale în România*, CS 143, ICI București, Noiembrie 2017.
4. Altman, R. B. (2013). Personal Genomic Measurements: The Opportunity for Information Integration, *Clinical pharmacology and therapeutics*, 93(1), 21-3.
5. Balk, R. A. (2014). Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS): where did it come from and is it still relevant today?, *Virulence*, 5(1), 20-6.
6. Barrett, M. A., Humblet, O., Hiatt, R. A. & Adler, N. E. (2013). *Big Data* and Disease Prevention: From Quantified Self to Quantified Communities, *Big Data*, 1(3), 168-75.
7. Basu, R., Archer, N. & Mukherjee, B. (2012). *Intelligent decision support in healthcare*, Jan/Feb 2012. Available from: <<http://www.analytics-magazine.org/january-february-2012/507-intelligent-decision-support-in-healthcare>>.
8. Bernstein, S. (2014). The US *Big Data* report and fully utilising *Big Data* within healthcare, *eHealth Law and Policy*, 1(4).
9. Council of The European Union (2015). Council conclusions on open, data-intensive and networked research as a driver for faster and wider innovation. Brussels.
10. European Commission (2013). Report on the use of -omic technologies in the development of personalised medicine Brussels: European Commission.
11. George, G., Haas, M. R. & Pentland, A. (2014). *Big Data* and management, *Academy of Management Journal*, 57(2), 321-6.

12. Hardy, T. (2016). *Significant Benefits of Big Data Analytics In Healthcare Industry*, Jan 12th, 2016. <<http://www.builtinla.com/-/blog/significant-benefits-big-data-analytics-healthcare-industry>>.
13. Hay, S. I., George, D. B., Moyes, C. L. & Brownstein, J. S. (2013). *Big Data Opportunities for Global Infectious Disease Surveillance*, *PLoS Medicine*, 10(4), e1001413.
14. Ianculescu, M., Alexandru, A. & Gheorghe-Moisii, M. (2017). *Harnessing The Potential Of Big Data In Romanian Healthcare*, In *Proceedings of The 5th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE)*, 20 - 22 Oct 2017, Galați, România.
15. Ianculescu, M., Alexandru, A. & Tudora, E. (2017). *Opportunities Brought by Big Data in Providing Silver Digital Patients with ICT-based Services That Support Independent Living and Lifelong Learning*. In *Proceedings of The Ninth International Conference on Ubiquitous and Future Networks*, 4-7 July 2017, Milan (pp. 404-409).
16. IBM (2012). *The value of analytics in healthcare*, *IBM Global Business Services*.
17. Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, H. M. D., Hossain, M. & Kwak, K.-S. (2017). *The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey*. <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7113786/>>.
18. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. & Byers, A. H. (2011). *Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*.
19. Ministry of Health Luxembourg (2015). *Conference Report, High-level Conference Making Access to Personalised Medicine a Reality for Patients*, Luxembourg, Cercle Cité: Ministry of Health Luxembourg.
20. Murdoch, T. B. & Detsky, A. S. (2013). *The inevitable application of Big Data to health care*, *JAMA*, 309(13), 1351-2.
21. OECD (2013). *Exploring data-driven innovation as a new source of growth: Mapping the policy issues raised by „Big Data”*, *OECD Publishing*.
22. Onnela, J.-P. (2015). *Using Big Data to Improve Individual Health and Health Care Systems*.
23. *Serviciile medicale sub impactul Big Data*. <<http://rbd.doingbusiness.ro/articole/serviciile-medicale-sub-impactul-big-data/3068/0>>.

24. Sreekanth, K. U. & Nitha K. P. (2016). A Study on Health Care in Internet of Things, *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 4(2). Available from: <<http://www.ijritcc.org>>.
25. Tian, W. & Zhao, Y. (2015). Optimized Cloud Resource Management and Scheduling, *Theory and Practice*. Elsevier Inc.
26. U.S. Department of Health & Human Services. *What is Comparative Effectiveness Research*. Available from: <<http://www.effectivehealthcare.ahrq.gov/index.cfm/what-is-2011>>.