

Monitorizarea stării de sănătate a persoanelor în vârstă la domiciliu. Casele inteligente – provocări și tendințe

Dora COARDOȘ, Ion Alexandru MARINESCU

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică - ICI București

dora.coardos@ici.ro, ion.marinescu@ici.ro

Rezumat: Modificările demografice actuale, au determinat o creștere a interesului pentru dezvoltarea tehnologiilor inteligente destinate sprijinirii nevoilor curente de sănătate ale utilizatorilor vârstnici, acest domeniu fiind considerat de o importanță vitală în sustenabilitatea pe termen lung a sistemelor naționale de sănătate la nivel mondial. În acest context, în lucrarea de față sunt prezentate diverse abordări privind tehnologiile inteligente utilizate în monitorizarea și îngrijirea personalizată la domiciliu a persoanelor vârstnice, bazate pe senzori ambientali și/sau corporali. De asemenea, este prezentat un nou concept: cel de *case inteligente sau mediu inteligent personalizat*, capabil să asigure prin intermediul rețelelor de senzori, a dispozitivelor inteligente de acționare și a tehnologiei informației și a comunicațiilor, o monitorizare continuă, de la distanță, a stării generale de sănătate, a siguranței și a stării de bine în rândul persoanelor vârstnice. Rolul caselor inteligente este acela de a contribui la reducerea dependenței vârstnicilor de serviciile de îngrijire pe termen lung, furnizate într-un cadru formal (cadre medicale, îngrijitori profesioniști etc.) sau informal (familie, prieteni etc.), consolidând astfel capacitatea acestora de a se îngriji singuri și de a desfășura activitățile necesare menținerii și îmbunătățirii calității vieții, cu precădere pe componenta socială și de sănătate. De asemenea, au fost identificate *principalele provocări ce trebuie depășite* în adoptarea pe scară largă a tehnologiilor inteligente de asistență pentru îngrijirea persoanelor în vârstă și transformarea locuințelor în case inteligente.

Cuvinte cheie: case inteligente, tehnologii asistive, îngrijire medicală personalizată, sisteme de monitorizare a sănătății, dispozitive inteligente.

Monitoring the health of the elderly at home. Smart homes - challenges and trends

Abstract: The current demographic changes have led to an investment growth in the development of smart technologies aimed at supporting the current health needs of older peoples, this field being considered of vital importance in the long-term sustainability of national health systems worldwide. In this context, the present paper presents various approaches regarding the smart technologies for elderly monitoring and personalized healthcare at home, based on environmental and / or wearable sensors. The concept of smart homes or personalized smart environment is also presented, like a solution capable of providing through sensor networks, intelligent actuators and information and communications technology, continuous monitoring, from distance, of the general state of health, safety and well-being of the older peoples. The role of smart homes is to diminish the dependence of the elderly on long-term care services provided in a formal (medical, professional etc.) or informal (family, friends etc.) system, enhancing their ability to take care of themselves and carry out the activities necessary to maintain and improve the quality of life, especially on the social and health component. The main challenges that need to be overcome in the large-scale adoption of smart technologies for assisting the care of the elderly and the transformation of housing into smart home, have been also identified.

Keywords: smart homes, assistive technologies, personalized medical care, adaptive monitoring system, smart devices.

1. Introducere

Conform ultimului studiu statistic disponibil la nivel european (Eurostat, 2018), se constată păstrarea tendinței de creștere a prevalenței populației în vârstă din totalul populației active până la o pondere de 19,7% (o creștere de 0,3 puncte procentuale comparativ cu anul precedent și de 2,6 puncte procentuale comparativ cu ultimul deceniu). Acest salt spectaculos se datorează în primul rând creșterii speranței de viață (oamenii trăiesc mai mult și mai sănătos), dar și a unei rate scăzute

a natalității înregistrate la nivelul țărilor membre. Se preconizează ca, până în 2050, raportul între populația peste 65 de ani din totalul populației active să fie de 2 la 1, față de 4 la 1 în prezent (Gloersen et. al., 2016).

Din acest motiv, există o îngrijorare crescândă în rândul țărilor europene privind sustenabilitatea serviciilor de asistență medicală și de îngrijire pe termen lung, destinate persoanelor în vârstă ce prezintă funcții fizice sau cognitive diminuate și care nu mai reușesc să își susțină singuri activitățile din rutina zilnică (Peeters et al., 2012).

Costurile din ce în ce mai mari asociate serviciilor medicale de bază sau specifice vârstei înaintate, precum monitorizarea sănătății, prevenirea factorilor ce pot declanșa sau agrava probleme de sănătate, reabilitare sau servicii de îngrijire paliativă, coroborate cu lipsa de personal calificat din acest domeniu, au determinat o creștere a investițiilor în dezvoltarea de tehnologii inteligente destinate sprijinirii nevoilor curente de sănătate ale utilizatorilor vârstnici, îmbunătățind astfel calitatea vieții și gradul de siguranță al acestora.

De asemenea, se urmărește păstrarea unui grad sporit de independență ce poate fi văzut și din perspectiva evitării transferului într-o unitate medicală sau centru de îngrijire, persoana în vârstă păstrându-și astfel capacitatea de a se îngriji singură la domiciliu și de a desfășura activități necesare în vederea obținerii, menținerii sau promovării unei sănătăți optime (Pirzada et al., 2018).

În acest sens, au fost realizate diverse studii ce subliniază potențialul uriaș al tehnologiilor inteligente de asistare în îngrijirea la domiciliu a persoanelor vârstnice (Alelaiwi et al., 2017), (Ghayvat et al., 2018), (Ali et al., 2019), (Alexandru et al., 2018), mai ales în contextul schimbării de paradigmă la nivelul sistemelor de sănătate publică, unde modelul *de detectare târzie a bolii*, în care accentul se pune în principal pe diagnostic și tratament, este înlocuit treptat cu modelul *de detectare timpurie și prevenție* în care afecțiunile specifice vârstei înaintate sunt identificate într-un stadiu incipient sau chiar anticipate înainte de instalare, creându-se astfel premisele unei abordări medicale mult mai eficiente și la un cost mult mai redus.

Noile soluții de îngrijire a persoanelor în vârstă bazate pe tehnologii inteligente de asistare au avantajul unor costuri accesibile, fiind discrete și ușor de pus în practică. Caracteristicile tehnice și funcționale oferite, coroborate cu instalarea ușoară la domiciliul utilizatorilor, conduc către un nou concept, cel de *case inteligente* sau *mediu inteligent personalizat*, capabil să asigure prin intermediul rețelelor de senzori ambientali sau/și corporali, a dispozitivelor inteligente de acționare și tehnologiei informației și a comunicațiilor, o monitorizare continuă, de la distanță, a stării generale de sănătate, a siguranței și a stării de bine în rândul persoanelor în vârstă.

Pentru acești utilizatori, folosirea tehnologiilor inteligente de asistare și monitorizare la domiciliu poate conduce către un sentiment sporit de siguranță, prin diminuarea fricii și anxietății de a-și purta singuri de grijă, adesea fiind folosite inclusiv pentru a reduce sentimentul de singurătate, plictiseală și izolare socială (Lauriks, 2007).

De aceea, transformarea propriului domiciliu într-o casă inteligentă, permite persoanelor vârstnice să rămână mai mult timp într-un mediu familiar și confortabil, să primească regulat informații personalizate privind starea de sănătate și să mențină un contact permanent cu personalul medical. Un astfel de mediu inteligent oferă posibilitatea unei monitorizări în timp real a principalilor parametri de sănătate ai pacientului, fără deplasarea costisitoare a acestuia într-un centru medical. De asemenea, poate genera intervenții personalizate, dar și alertare în cazul detectării unei situații de pericol.

Această lucrare este organizată după cum urmează: *Prima secțiune* este realizată în vederea identificării practicilor actuale și a direcțiilor viitoare de cercetare; *Secțiunea a doua* realizează o trecere succintă în revistă a noilor abordări privind tehnologiile inteligente utilizate în monitorizarea și îngrijirea personalizată la domiciliu a persoanelor vârstnice, prezentate în literatura de specialitate. *Secțiunea a treia* descrie conceptul de casă inteligentă cu principalele tehnologii ce susțin acest concept. Astfel, sunt prezentate diverse abordări tehnologice bazate în principal pe rețele de senzori ambientali și corporali (de exemplu: senzori de mișcare, presiune, adâncime, video, audio etc.), utilizați în detectarea evenimentelor ce apar în rutina zilnică a unei persoane în vârstă la domiciliu și monitorizarea stării sale de sănătate.

De asemenea, este prezentat un model cu caracter general al unui sistem de monitorizare a sănătății cu principalele sale componente responsabile pentru achiziția, comunicarea și prelucrarea datelor. În *a patra secțiune* sunt enumerate principalele provocări identificate de cercetători în adoptarea pe scară largă a tehnologiilor inteligente de asistare în îngrijire a persoanelor în vârstă și transformarea locuințelor în case inteligente. Sunt urmărite soluțiile propuse pentru accelerarea procesului de adoptare a noilor tehnologii, dar și beneficiile utilizării acestora. *Secțiunea a cincea* prezintă perspectivele și concluziile acestei lucrări pe tematica abordată, lucrarea încheindu-se cu o listă de referințe bibliografice ce susțin documentarea subiectului propus.

2. Prezentarea succintă a problematicii propuse în literatura de specialitate

În literatura de specialitate există numeroase lucrări ce prezintă analize exhaustive ale cercetărilor, realizate în domeniul tehnologiilor inteligente destinate îngrijirii medicale personalizate adresate persoanelor în vârstă, utilizând sisteme de monitorizare a sănătății bazate pe senzori ambientali sau/și corporali. Datorită caracteristicilor tehnice ce permit o implementare ușoară la domiciliu, tehnologiile de asistare pentru îngrijire mai pot fi întâlnite în literatura de specialitate și sub denumirea de „*tehnologii pentru case inteligente*“.

Exemple ale acestor tehnologii se referă la dispozitive care compensează anumite dizabilități cognitive, senzoriale și fizice, senzori și sisteme ce monitorizează activitățile zilnice, care ajută persoanele în vârstă să-și păstreze sănătatea și siguranța, fără afectarea independenței personale, precum și diverse mijloace și instrumente de comunicare socială (Cocco, 2011). Tehnologiile care transformă o locuință obișnuită într-o casă inteligentă înglobează dispozitive autonome, ce pot comunica în mod independent între ele, contribuind astfel la realizarea unui mediu în care majoritatea facilităților oferite dispun de un grad înalt de automatizare (Cheek et al., 2005).

O analiză privind influența generată de casele inteligente și tehnologiile aferente asupra calității vieții în rândul persoanelor în vârstă, a fost oferită de Pal și alții (Pal et al., 2017). Astfel, au fost identificate *cinci dimensiuni* în care au fost clasificate sistemele actuale de case inteligente și tehnologii TIC concepute să îmbunătățească calitatea vieții (QoL - Quality of Life) persoanelor în vârstă după cum urmează: a) monitorizarea sănătății; b) monitorizarea mediului ambiant; c) companion; d) comunicare socială; e) recreere și distracție.

Prima dimensiune se referă la case inteligente sau sisteme destinate monitorizării sănătății persoanelor în vârstă, mai ales a celor cu diferite afecțiuni cronice (de exemplu: demența). Monitorizarea se referă atât la colectarea unor parametri fiziologici și transmiterea lor către personalul medical, aparținători sau direct către pacient, cât și la detectarea și recunoașterea unor activități zilnice de rutină, modificările survenite în tiparul de desfășurare a acestora fiind semnalate ca posibil semnal privind degradarea stării de sănătate. De asemenea, le permite vârstnicilor să-și (re)amintească sarcinile lor zilnice (pe care adesea tind să le uite), cum ar fi să ia medicamente, să se hidrateze, să facă mișcare, spălătul dinților etc., facilitând astfel sentimentul independenței funcționale și implicit îmbunătățirea calității vieții.

A doua dimensiune se referă la sistemele de control ce pot fi întâlnite într-o casă inteligentă, care controlează o serie de senzori specifici amplasați în diverse locații din casă, precum detectoare de fum, deschidere/închidere automată uși, senzori de presiune etc. Aceste sisteme urmăresc să satisfacă nevoile fiziologice ale persoanelor în vârstă și să le ofere un sentiment de siguranță, fiind utile în cazurile de urgență medicală. Cu toate acestea, pentru această dimensiune impactul asupra calității vieții persoanelor în vârstă rămâne neclar specificat.

A treia dimensiune se referă la cercetările realizate asupra serviciilor robotizate care acționează ca însoțitori sociali pentru persoanele în vârstă, având ca rol evitarea izolării sociale și a instalării depresiei. O îmbunătățire a calității vieții s-a observat în cazul persoanelor care suferă de demență, unde mediile robotice inteligente ce servesc drept companioni au condus către un QoL mai bun materializat prin scăderea nivelului de stres, o dispoziție pozitivă și evitarea singurătății (Broenkens et al., 2009).

A *patra dimensiune* se referă la casele inteligente ce pot contribui la îmbunătățirea capacității de comunicare a persoanelor în vârstă, mai ales a celor cu mobilitate diminuată, prin oferirea unor mijloace de comunicare vizuală cu prietenii și rudele, cu efecte pozitive asupra stării mentale și a sentimentului general de satisfacție.

În cea de *a cincea dimensiune* se observă cum calitatea vieții persoanelor în vârstă tinde să se îmbunătățească atunci când sunt oferite diverse facilități de agrement și divertisment (de exemplu: jocurile interactive).

O imagine de ansamblu a stadiului actual al tehnologiilor inteligente de monitorizare a sănătății este oferită de Mshali și alții (Mshali et al., 2018). În acest studiu sunt abordate sistemele inteligente de îngrijire și asistență medicală la domiciliu (HSH - Health Smart Home) și sistemele de monitorizare a sănătății (HMS - Health monitoring systems) dintr-o perspectivă generală și cu un accent special pe funcțiile destinate persoanelor vârstnice și dependente de îngrijire medicală de specialitate. În acest context sunt prezentate provocările și barierele în utilizarea acestor sisteme, fiind prezentată o imagine consolidată a celor mai importante funcții și servicii oferite de HSH și HMS pentru monitorizarea și detectarea comportamentului uman, inclusiv conceptele, abordările și tehnicile de procesare.

Aceste sisteme reprezintă în opinia autorilor soluții promițătoare în furnizarea unor servicii de sănătate electronică personalizată în funcție de context și de nevoile reale ale utilizatorilor. Principalul lor obiectiv este de a oferi un mediu inteligent în care sistemul monitorizează și evaluează condițiile de sănătate ale subiecților și le oferă servicii de sănătate electronică în timp real (evaluare, diagnostic, tratament etc). În acest context au fost subliniate o serie de probleme și provocări. Cele mai importante probleme și provocări cu care se confruntă sistemele de monitorizare a sănătății descrise de acest studiu sunt: precizia monitorizării, stabilirea contextului, factorii umani, eterogenitatea datelor colectate, disponibilitatea și fiabilitatea, transmisia de date, securitatea și confidențialitatea, gradul de intruziune și consumul de energie.

Într-un studiu realizat de Uddin și alții (Uddin et al., 2018) este prezentat potențialul semnificativ pe care îl reprezintă utilizarea senzorilor non-corporali pentru diferite sisteme de îngrijire a vârstnicilor. Lucrarea explorează abordările recente din literatura de specialitate în ceea ce privește utilizarea tehnologiilor bazate pe senzori ambiantali folosiți în îngrijirea persoanelor în vârstă, pentru a identifica practicile actuale și direcțiile viitoare de cercetare.

Concluzia acestui studiu ne arată că în practicile actuale, aplicațiile destinate îngrijirii persoanelor în vârstă necesită adesea observarea în timp real a comportamentului sau a stării de sănătate a acestora, prin utilizarea unor sisteme de observare a evenimentelor petrecute în viața de zi cu zi. Astfel de sisteme utilizează senzorii ambiantali ce pot fi amplasați în diferite locații dintr-o locuință, formând împreună cu dispozitivele inteligente, tehnologiile de comunicare și cele de prelucrare și afișare a datelor, infrastructura unei case inteligente.

Această infrastructură permite colectarea informațiilor contextuale, cum ar fi: semne vitale și informații comportamentale ale persoanelor în vârstă. Categoriile de senzori descriși în această lucrare sunt: *senzori de mișcare cu infraroșu pasiv* (Passive Infrared Motion Sensors PIR), *senzori audio-video* (Audio-Video Sensors), *senzori de presiune* (Pressure Sensors), *senzori de podea* (Floor Sensors), *senzori radar* (Radar Sensors), *senzori ambiantali combinați* (de exemplu: accelerometrele combinate cu camere video și senzori PIR), *combinație de senzori ambiantali și corporali*, *senzori ambiantali în sisteme mobile robotizate* (Ambient Sensors in Mobile Robotic Systems).

La nivel de tendințe, se remarcă faptul că există cercetări pentru dezvoltarea unor sisteme de îngrijire a persoanelor în vârstă ce utilizează senzori ambiantali în monitorizarea unor semne vitale (de exemplu: frecvența cardiacă și respirația) utilizând diferiți senzori ambiantali neintruzivi (de exemplu: radar cu bandă largă și senzori de localizare, bazați pe Wi-Fi) în loc de senzori corporali, în condiții de maximă confidențialitate și securitate.

Visutsak și alții (Visutsak et al., 2017) ne propune un model de casă inteligentă pentru persoanele în vârstă, pe baza cerințelor, preocupărilor și percepțiilor părților interesate. Astfel, este realizată o trecere în revistă a principalelor caracteristici specifice unei case inteligente, dar și o

descriere a modului prin care pot fi recunoscute activitățile zilnice clasificate conform unui model de activitate (Activities of Daily Livings - ADL) specific persoanelor vârstnice din Thailanda.

În acest studiu au fost identificate *șapte tehnologii* ce pot sta la baza unei case inteligente pentru persoanele vârstnice precum monitorizarea video, detectarea căderilor, utilizarea roboților, controlul climei, controlul luminozității, ceas inteligent, sistem de supraveghere video a intrării în domiciliu. Impactul acestor tehnologii asupra persoanelor vârstnice a fost evaluat pe baza unor chestionare, rezultând un grad înalt de acceptanță din partea acestora, ceea ce subliniază necesitatea integrării tehnologiilor asistive la domiciliu.

Majumbder și alții (Majumbder et al., 2017) prezintă o vedere de ansamblu asupra stării actuale privind cercetarea și dezvoltarea în domeniul caselor inteligente, cu un accent principal pe serviciile de asistență medicală la distanță. Astfel, este scoasă în evidență nevoia actuală de a dezvolta soluții tehnice accesibile, discrete și ușor de utilizat care să vină în sprijinul nevoilor de sănătate tot mai mari ale persoanelor în vârstă. Soluția tehnică propusă se referă la casele inteligente care încorporează senzori medicali, actuatoare și tehnologii moderne de comunicație, ce permit o monitorizare continuă și la distanță, a sănătății și a stării de bine a persoanelor în vârstă, totul la un cost redus.

Conform studiului, casa inteligentă cu tehnologii integrate de monitorizare a stării de sănătate și asistență în activitățile zilnice, poate juca un rol esențial în revoluționarea sistemului de sănătate pentru vârstnici. În acest sens este studiat și prezentat un concept de casă inteligentă ce presupune conectarea tuturor senzorilor și actualelor printr-o rețea wireless de transmitere a datelor. Datele colectate în timp real de la senzorii medicali atașați de corp (ce măsoară parametrii fiziologici precum electrocardiograma (ECG), electromiograma (EMG), electroencefalograma (EEG), senzori de temperatură corporală și saturație de oxigen (SpO2) etc.), sunt prelucrate și analizate de sistemul de calcul central, rezultatele putând fi transmise utilizatorului și/sau actualelor (dispozitivelor inteligente) pentru a controla aparate precum umidificator, generator de oxigen, cuptor și climatizor. Datele pot fi trimise și către personalul medical, familie, prin Internet sau rețeaua de telefonie mobilă.

Așa cum am văzut mai sus, în literatura de specialitate, pot fi întâlnite diverse soluții tehnice și aplicații destinate îmbunătățirii calității vieții și a îngrijirii persoanelor în vârstă. Cu toate acestea, ideea centrală a acestor studii gravitează în jurul necesității utilizării pe scară largă a noilor tehnologii de îngrijire și a implementării acestora la domiciliul persoanei vârstnice.

Conform majorității studiilor citate în această lucrare, crearea unui mediu/casă inteligentă care să se adapteze și să se potrivească nevoilor persoanelor în vârstă, poate să conducă la evitarea unor accidente, poate preveni deteriorarea accentuată a stării de sănătate, reducând astfel riscul instituționalizării, susținând menținerea cât mai mult posibil a autonomiei, a independenței, a siguranței personale, a calității vieții în general. În capitolul următor este descris modul prin care o casă inteligentă poate susține aceste obiective.

3. Casa inteligentă. O nouă abordare în susținerea unei vieți independente și sănătoase pentru persoanele în vârstă

3.1. Noțiuni, concepte, definiții

Persoanele în vârstă pot fi limitate în capacitatea lor de a efectua activități de zi cu zi datorită provocărilor fizice, mentale și psihosociale asociate vârstei. Tehnologiile inteligente reprezintă o soluție în depășirea acestor provocări datorită în primul rând inovației tehnologice în ceea ce privește îngrijirea persoanelor în vârstă, dar și a restricțiilor de ordin financiar care se accentuează pe măsura declinului demografic. În continuare sunt prezentate câteva definiții și concepte asociate tendinței actuale de a împleti tehnologia cu dorința oamenilor de a se bucura de o sănătate optimă cât mai mult timp posibil și de a beneficia de o îngrijire de calitate la vârste înaintate.

„Gerontechnologia“ reprezintă un domeniu științific interdisciplinar care combină gerontologia și tehnologia, conceput pentru a descrie un mediu tehnologic incluziv de asistență a persoanelor în vârstă care să conducă către un plus de independență și participare socială a acestora. Altfel spus, mediile tehnologice susțin sănătatea, mobilitatea, comunicarea, activitățile recreative, productive etc. ale persoanelor în vârstă, pentru a le oferi acestora un mediu de viață optim caracterizat printr-o sănătate mai bună, confort și siguranță (ISG, 2014).

Termenul „tehnologii de asistare (asistive)“ (*Assistive Technology*) se referă la acele echipamente și servicii care permit persoanelor cu anumite limitări (funcții fizice și cognitive aflate în declin din cauza vârstei sau a anumitor dizabilități) să facă față activităților curente de zi cu zi (Reisinger et al., 2014), (Andrich et al., 2013). Rolul jucat de *tehnologiile asistive* și legătura cu celelalte concepte specifice îngrijirii persoanelor în vârstă sunt prezentate în Figura 1.

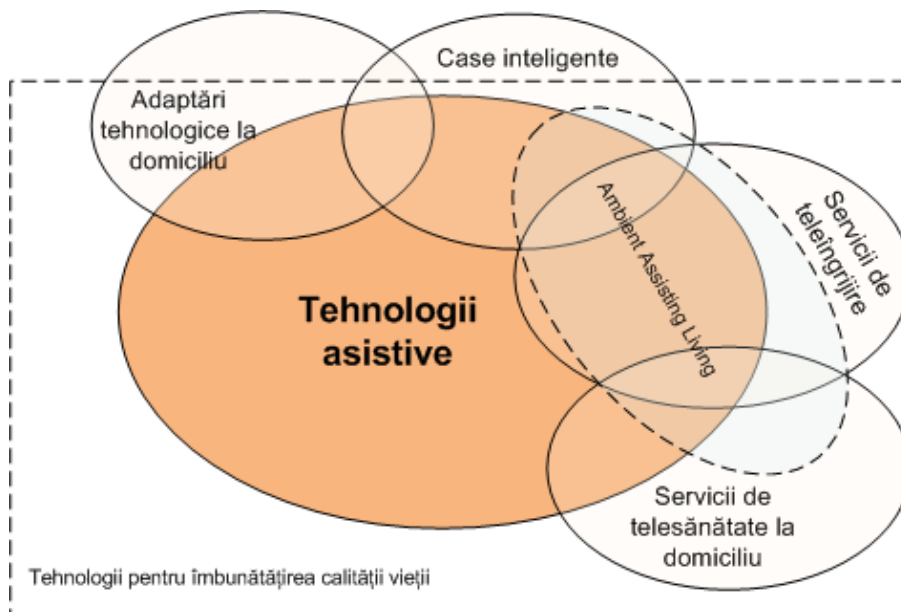


Figura 1. Tehnologiile asistive și conceptele asociate
(adaptare după Demiris et al., 2008)

Prin „casă inteligentă“ se înțelege un tip special de reședință echipată cu senzori și actuatori, integrate în infrastructură, destinate să monitorizeze contextul și activitățile unei persoane în interiorul domiciliului acesteia (Demiris et al., 2008). Rolul *caselor inteligente* este acela de a contribui la reducerea dependenței vârstnicilor de serviciile de îngrijire pe termen lung, furnizate într-un cadru formal (cadre medicale, îngrijitori profesioniști etc.) sau informal (familie, prieteni etc.), consolidând astfel capacitatea acestora de a se îngriji singuri și de a desfășura activitățile necesare menținerii și îmbunătățirii calității vieții, cu precădere pe componenta socială și de sănătate.

În cadrul unei case inteligente, *tehnologiile asistive* reprezintă instrumentele ce facilitează furnizarea serviciilor de asistență medicală și de îngrijire la distanță către persoanele vârstnice.

Cele mai importante categorii de *servicii de asistență și îngrijire* ce pot fi oferite la domiciliul persoanelor în vârstă sunt următoarele: servicii de îngrijire personalizată la distanță (*servicii de teleîngrijire*); servicii personalizate de asistență medicală la distanță (*servicii de telemedicină*); servicii personalizate de menținere și îmbunătățire a sănătății la distanță (*servicii de telesănătate*).

Serviciile de îngrijire personalizată la distanță extind accesul pacienților la îngrijire, oferind suport în gestionarea activităților de recuperare și de îngrijire a sănătății la domiciliu, precum și posibilitatea monitorizării de la distanță a riscurilor sau a semnalelor de avertizare timpurie asupra degradării stării de sănătate. În acest sens pot fi utilizate o serie de dispozitive precum senzori și dispozitive de monitorizare, detectoare, sisteme de alarmă, dispozitive de comunicații, dispozitive

video sau de imagine, aplicații telefonice inteligente și dispozitive medicale specializate conectate la Internet (Bujnowska et al., 2015).

În funcție de tipul dispozitivelor utilizate, serviciile de îngrijire la distanță pot fi clasificate după cum urmează: consultații medicale, managementul și monitorizarea bolilor, urmărire și reabilitare, diagnosticare, intervenții medicale, prescrierea tratamentului, reamintire, instruire/supervizare/mentorat.

Serviciile personalizate de menținere și îmbunătățire a sănătății la distanță sau de telesănătate implică distribuirea serviciilor și informațiilor legate de sănătate prin tehnologii TIC. Acest lucru permite contactul, îngrijirea, consilierea, rememorările, instruirea, intervenția și monitorizarea de la distanță a pacienților. Conceptele de „*telesănătate*“ și „*telemedicină*“ sunt adesea percepute ca fiind identice. În realitate, cele două abordări nu oferă întotdeauna aceleași servicii clinice.

Telesănătatea se referă adesea la resursele educaționale, aplicațiile mobile și la alte instrumente care servesc la creșterea gradului de conștientizare și implicare a oamenilor în rezolvarea sau prevenirea problemelor medicale ale acestora.

Telemedicina se remarcă de obicei prin facilitățile oferite pacienților de a avea acces de la distanță la tratament medical de specialitate. *Serviciile de telesănătate* pot fi furnizate printr-o varietate de metode ce includ tehnologiile de telecomunicații, instrumentele de monitorizare de la distanță a pacienților, comunicarea în timp real prin videoconferință, transmisia electronică a înregistrărilor de sănătate și aplicațiile medicale pentru dispozitivele mobile (mHealth). Cele mai utilizate servicii de telesănătate sunt: *serviciile de telemedicină*; *serviciile de telemonitorizare*; *serviciile de teleasistență medicală*; *servicii de terapie fizică* și *serviciile de telepsihiatric*.

Monitorizarea la distanță a pacienților (RPM - Remote Patient Monitoring) reprezintă o tehnologie care permite monitorizarea pacienților în afara spațiilor clinice convenționale (de exemplu: la domiciliu), ceea ce poate crește accesul la îngrijire și poate reduce costurile de furnizare a asistenței medicale. Soluțiile de telemedicină bazate pe monitorizarea de la distanță, permit furnizorilor de asistență medicală să urmărească semnele vitale și alte date medicale specifice pacientului, chiar și atunci când acesta nu se află într-o unitate medicală. Acest tip de *telemedicină* este uneori numit *telemonitorizare* sau *telesănătate* la domiciliu.

Caracteristicile cheie ale RPM, precum monitorizarea de la distanță și analiza tendințelor parametrilor fiziologici, permit detectarea precoce a deteriorării capacităților funcționale și cognitive, reducând astfel numărul de vizite la unitățile de primiri urgențe și a perioadei de ședere în spital.

Multe dintre soluțiile RPM înregistrează și transmit automat datele medicale ale unui pacient, generând astfel un raport periodic ce poate fi consultat de medic. În unele cazuri, aceste date medicale sunt transmise unui centru de monitorizare a sănătății, care poate declanșa semnale de alarmă ce pot conduce către o intervenție medicală, dacă este necesar. Succesul *serviciilor de telemedicină* bazate pe monitorizarea la distanță depinde de acuratețea și fiabilitatea dispozitivelor de monitorizare a sănătății instalate la domiciliul pacientului. Concomitent cu creșterea utilizării dispozitivelor mobile, pacienții au la dispoziție instrumente mai bune, mai ieftine și mai accesibile pentru a-și urmări parametrii de sănătate și a raporta datele medicale.

3.2. Casele inteligente. Prezentare generală

Case inteligente sunt spații de locuit proiectate cu tehnologii interactive și sisteme de asistare inovative pentru a permite oamenilor să se bucure de un nivel mai ridicat de independență, activitate, participare sau stare de bine (Mshali et al., 2018). Casele inteligente se bazează pe *tehnologii asistive* care pot sprijini independența și îmbunătăți calitatea vieții persoanelor în vârstă.

Tehnologia actuală permite locatarilor unei *case inteligente* să-și consolideze controlul asupra unei game largi de sisteme, inclusiv iluminatul, temperatura, securitatea și divertismentul, ce

pot fi operate prin intermediul comenzilor tactile interactive sau prin voce. Un astfel de mediu inteligent are potențialul de a putea fi personalizat în funcție de nevoile utilizatorilor, de a furniza predicții asupra comportamentelor și a traiectoriilor fiziologice și de a alerta personalul medical sau familia atunci când sunt detectate modificări comportamentale potențial-periculoase sau schimbări fiziologice ce pot afecta starea de sănătate a persoanelor vârstnice. De exemplu, prin intermediul tehnologiilor disponibile într-o *casă inteligentă*, pot fi identificate anomalii ale mersului și schimbări în funcționarea cognitivă a persoanelor în vârstă, dar și facilitarea conexiunilor sociale și a relațiilor cu furnizorii de asistență medicală.

În prezent, *casele inteligente* sunt caracterizate printr-un grad sporit de securitate și confort, oferind acces la cele mai performante sisteme de monitorizare a sănătății persoanelor în vârstă. Sistemele de monitorizare a sănătății evaluează starea generală a utilizatorului (de exemplu: greutatea corporală, ritm cardiac, sedentarism etc.) utilizând o paletă largă de senzori ambientali sau corporali precum: senzori fiziologici, camere de adâncime, detectoare de mișcare etc. Sistemele de securitate detectează și alertează în cazul sesizării unor situații periculoase, cum ar fi căderea, fumul, intruziunea și alte pericole potențiale care pot afecta negativ, în special vârstnicii care trăiesc singuri.

Confortul unei *case inteligente* este asigurat prin intermediul unor sisteme ce pot controla dispozitivele inteligente utilizate în activitățile curente ale rezidenților. În general, aceste sisteme acționează în urma modificărilor survenite în mediul ambiant (modificarea luminozității, detectarea unei prezențe etc.) prin acțiuni precum deschiderea/închiderea automată a ușilor, modificarea automată a intensității luminoase, schimbarea poziției unor piese de mobilier sau echipamente electrocasnice pentru a facilita deplasarea persoanelor cu dificultăți de deplasare etc.

Ținând cont de caracteristicile descrise mai sus, se poate afirma că o *casă inteligentă* poate furniza o paletă largă de servicii de la o simplă automatizare a sarcinilor (de exemplu: controlul temperaturii camerei), până la analiza sau predicția locației, recunoaștere comportamentală sau detectarea parametrilor de sănătate a unui rezident, cu transmiterea datelor colectate către un centru de monitorizare la distanță.

În domeniul îngrijirii și asistenței medicale, există două aplicații cheie pentru *casele inteligente* aplicabile persoanelor vârstnice și nu numai:

a) *controlul asupra dispozitivelor inteligente*: presupune controlul de la distanță sau automat al dispozitivelor, aparatelor sau sistemelor existente la domiciliu, în vederea gestionării resurselor și a facilităților ce contribuie la buna desfășurare a activităților zilnice a persoanelor în vârstă.

b) *monitorizarea stării de sănătate*: se bazează pe sisteme automate prin care se realizează monitorizarea tuturor parametrilor măsurabili ce influențează sănătatea fizică și mentală a persoanelor vârstnice.

În concluzie, *casele inteligente* trebuie să colecteze, să integreze, să proceseze, să analizeze, să comunice și să prezinte date, astfel încât persoanele în vârstă să fie mai conștiente și mai direct implicate în managementul propriei stări de sănătate, cu reducerea costurilor și a sarcinilor furnizorilor de servicii medicale și de îngrijire.

3.3. Componentele de bază ale unui sistem de monitorizare a sănătății pentru case inteligente

Casele inteligente reprezintă o integrare între diverse tehnologii informaționale și de comunicație. Aceste tehnologii au potențialul de a oferi o abordare eficientă din punct de vedere al costurilor pentru a îmbunătăți calitatea vieții și pentru a ajuta adulții în vârstă să trăiască în siguranță în casele lor (Liu, 2012). Tehnologiile prezente într-o *casă inteligentă* sunt destinate în principal monitorizării stării de sănătate și a stării de bine a utilizatorilor, fiind concepute în special pentru utilizarea la domiciliu de către persoanele vârstnice cu nevoi complexe și familiile acestora. Aceste tehnologii includ rețele de senzori (ambientali și corporali) ce detectează modificări în semnele vitale ale utilizatorului. Cele mai des întâlnite exemple de aplicabilitate se referă la:

1. monitorizare a parametrilor fiziologici;
2. monitorizare funcțională cu detectarea situațiilor potențial-periculoase și alertare în caz de urgență;
3. monitorizare și asistență pentru asigurarea unui grad sporit de siguranță la domiciliu;
4. monitorizare ambientală în vederea realizării unui mediu sigur pentru persoanele vârstnice;
5. monitorizare a interacțiunilor sociale și asistență pentru evitarea situațiilor de izolare;
6. asistență cognitivă și senzorială etc.

Datorită acestei multitudini de aplicații ale monitorizării de la distanță a pacientului la domiciliu, există o gamă largă de variații în ceea ce privește arhitectura tehnologiei utilizate.

Cu toate acestea, majoritatea tehnologiilor de monitorizare urmează o arhitectură generală formată din patru componente (Figura 2) și anume:

1. *componenta de monitorizare* propriu-zisă de la distanță a parametrilor fiziologici și a activităților curente ale unui utilizator prin intermediul rețelelor de senzori. Această componentă poate include și componenta locală de stocare a datelor ca interfață între senzori și alte depozite centralizate de date și/sau furnizorii de asistență medicală;
2. *componenta de comunicație* transportă datele colectate de la senzori către unitatea centrală de procesare prin intermediul rețelelor locale (LAN) și a celor în bandă largă (WAN) utilizând protocoale de comunicație standardizate cu sau fără fir (de exemplu: Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee și cablu);
3. *componenta de stocare a datelor la distanță* ce poate fi reprezentată printr-un depozit centralizat pentru stocarea datelor trimise de la: senzori, depozite locale, aplicații de diagnosticare și/sau furnizori de asistență medicală (Alexandru et al., 2019);
4. *componenta de procesare* care, pe baza analizei datelor primite, poate furniza o imagine completă asupra evoluției parametrilor monitorizați, ceea ce permite detectarea precoce a deteriorării capacităților funcționale și cognitive a persoanelor monitorizate, reducând astfel numărul de vizite la unitățile de primiri urgențe și a perioadei de ședere într-o unitate medicală.

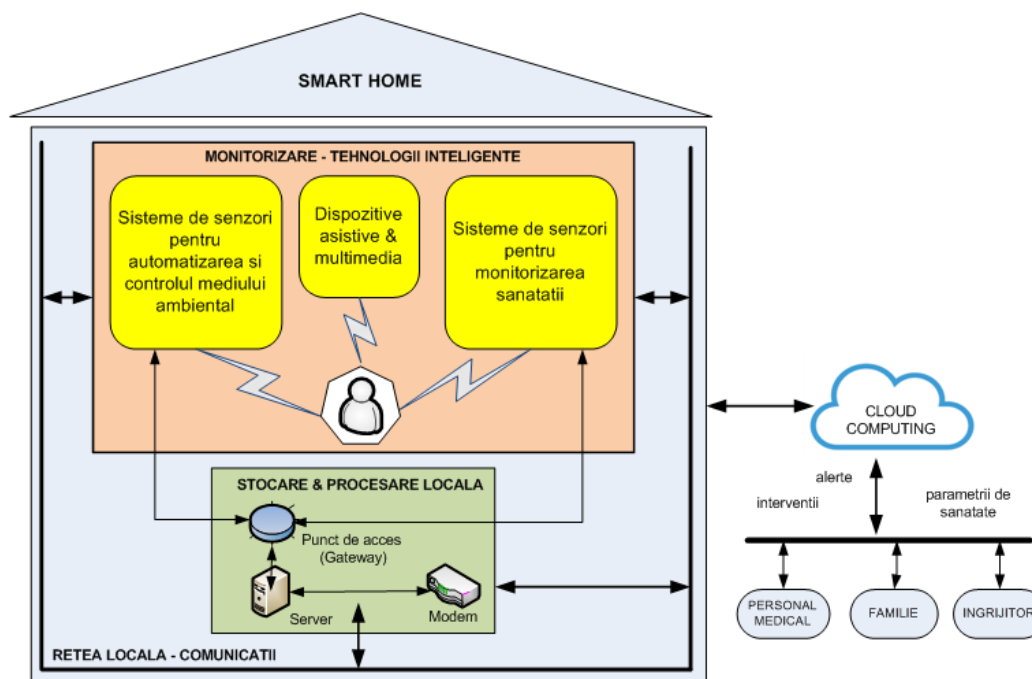


Figura 2. Componentele unei case inteligente destinate persoanelor în vârstă. Tehnologii și dispozitive inteligente

3.3.1. Componenta de monitorizare

În cadrul acestei componente, senzorii sunt responsabili pentru achiziția brută de date. Sistemele de senzori colectează informațiile contextuale ale individului în mod constant sau periodic. Senzorii transmit date, de exemplu, prin intermediul unui punct de acces sau al unei stații de bază către un server local sau către dispozitivele inteligente (de exemplu: telefon inteligent) prin intermediul tehnologiilor de comunicație disponibile. Serverele locale sau dispozitivele inteligente funcționează ca niște porți de acces (gateway-uri) ce asigură controlul accesului la distanță și acționează ca o punte de legătură între rețeaua locală (LAN) și rețeaua de bandă largă (WAN), cum ar fi Internetul, rețelele de telefonie mobilă etc.

Sursele de date pot fi clasificate în funcție de: metoda lor de colectare (directe și indirecte), frecvența evenimentului (frecvență constantă la un anumit interval sau în timp real); tipul sursei (fizice sau virtuale) și formatul datelor furnizate (numerice, grafică, video etc.).

Sistemele de senzori cele mai frecvent utilizate pot fi grupate în trei mari categorii: *senzori ambientali*, *senzori corporali* (en. *wearable*) și *dispozitive multimedia*. Aceste sisteme de senzori pot fi integrate în obiectele și infrastructura unei locuințe, fiind conectate prin intermediul tehnologiilor de rețea (preponderent fără fir-wireless). Fiecare senzor este responsabil pentru una sau mai multe sarcini în același timp.

Senzorii ambientali sunt responsabili pentru captarea și recuperarea datelor contextuale referitoare la individ și la mediul lui. Acest tip de senzori sunt utilizați pentru a detecta activitățile zilnice desfășurate în interiorul locuinței de către o persoană în vârstă sau alt tip de utilizator și pentru a măsura condițiile de mediu în care subiectul își desfășoară activitatea. În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile diversilor senzori ambientali ce pot fi întâlniți într-o *casă inteligentă*.

Tabel 1. Caracteristicile sistemelor de senzori ambientali

Denumire	Caracteristici
Comutator magnetic	Senzori care furnizează date binare. Sunt utilizați în principal pentru detectarea deschiderii ușilor, ferestrelor etc.
Senzori de temperatură	Senzori care furnizează date în mod continuu privind temperatura mediului ambiental.
Senzori fotosensibili	Senzori de date continue care detectează intensitatea luminoasă a mediului ambiental.
Senzori pasivi de presiune	Senzori ce asigură măsurarea continuă a presiunii, adaptați oricărei suprafețe.
Senzori de curgere a apei	Senzori ce măsoară continuu fluxul de apă la robinete sau dușuri.
Senzori de mișcare	Senzori care furnizează date binare. Detectează mișcarea în zona de acoperire.
Senzori de forță	Detectează mișcările și căderile.
Senzori de fum	Senzori care furnizează date binare. Detectează fumul în zona de acoperire.

Senzorii corporali (atașați de corpul uman) sunt utilizați într-o *casă inteligentă* pentru a monitoriza în timp real semnele vitale (biosenzori) sau activitățile zilnice (de exemplu: măsurarea perioadei de inactivitate etc.), oferind un flux continuu de informații despre starea de sănătate a unei persoane vârstnice. Acest tip de senzori poate oferi informații mai precise despre starea de sănătate a persoanelor vârstnice (de exemplu: bătăile inimii, respirația, mișcările musculare și fluxul de sânge). De cele mai multe ori, acești senzori sunt încorporați în accesorii precum haine, curele, ceasuri, pantofi sau ochelari.

Tabel 2. Sisteme de senzori corporali

Denumire	Caracteristici
Accelerometru	Senzor hardware ce permite detectarea poziției, mișcării, înclinației, șocurilor, vibrațiilor, măsurarea accelerației etc. În scop medical poate determina accelerația, detectarea căderii, locația și postura unei persoane.
Giroscop	Senzor ce poate sesiza mișcarea pe 3 axe (împună cu accelerometrul se ajunge la 6 axe) a poziției sale în raport cu gravitația. Utilizat în determinarea orientării și detectarea mișcării unei persoane.
GPS	Utilizat în detectarea mișcării și urmărirea locației unei persoane.
ECG (Electrocardiogram Sensor)	Monitorizează activitatea cardiacă (evaluează funcțiile electrice și musculare ale inimii).
EEG (Electroencephalography Sensor)	Senzor destinat măsurării activității creierului (utilizat în măsurarea undelor cerebrale).
EOG (Electrooculography Sensor)	Senzor conceput pentru măsurarea activității potențialului cornean-retinian (monitorizează mișcarea ochilor).
EMG (Electromyography Sensor)	Permite utilizatorului să măsoare activitatea electrică a mușchilor. Poate fi utilizat ca semnal de control pentru dispozitivele protetice.
PPG (Photoplethysmogram Sensor)	Senzor optic dedicat măsurării frecvenței cardiace și a vitezei sângelui.
Pulsoximetru	Senzor ce măsoară saturația de oxigen din sânge.
Presiune sânge	Senzor ce măsoară presiunea sângelui.
SKT (Skin Temperature sensor)	Senzor ce măsoară temperatura pielii.

Abordările în monitorizarea sănătății bazate pe *dispozitive multimedia* includ dispozitive de detectare vizuală și audio (de exemplu: camere și microfoane). Metodele bazate pe detectarea vizuală sunt utilizate în recunoașterea posturii (Brulin et al., 2012), a prezenței umane, în detectarea mișcărilor și a căderilor, precum și în monitorizarea activităților complexe (Sacco et al., 2012). Metodele de detecție bazate pe sunet pot fi utilizate pentru a monitoriza unele activități ale vieții zilnice (Vacher et al., 2011).

În tabelul 3 sunt prezentate cele mai importante dispozitive multimedia utilizate în monitorizarea sănătății la domiciliu.

Tabel 3. Dispozitive multimedia

Denumire	Caracteristici
Camere video (de adâncime, RGBD etc.)	Monitorizare și urmărire.
Microfoane	Detectarea vocii și a sunetelor ambientale.
Difuzoare	Alertare și transmitere de instrucțiuni.
TV	Afișare informații vizuale.

3.3.2. Componenta de comunicație

Una din caracteristicile importante ale unei *case inteligente* o reprezintă sistemul de comunicare. Acest sistem gestionează conexiunile diverselor sisteme de senzori, dar și între senzori și rețelele de comunicație în bandă largă (WLAN). O infrastructură de comunicație dintr-o *casă inteligentă* este compusă din următoarele componente cheie:

- un dispozitiv hardware (gateway) cu rol de: prelucrare locală a datelor colectate; coordonare a sistemelor eterogene de senzori și gestionare a conexiunilor între senzori, rețelele locale și rețelele de arie largă (Wide Area Network - WAN). Principalele funcționalități includ interconectarea rețelei, administrarea rețelei și gestionarea aplicațiilor. Gateway-ul poate fi un dispozitiv mobil (de exemplu: telefon inteligent sau tabletă, un senzor inteligent cu rol de nod local plasat în mediu sau montat într-un server);
- diferite tehnologii și protocoale necesare schimbului de date între senzori și rețelele de date locale sau Internet. Senzorii sunt conectați și comunică folosind protocoale și tehnologii prin cablu sau radio (wireless). Cele mai utilizate protocoale și tehnologii de comunicație pentru o casă inteligentă sunt: IR, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth LE, Thread, Zigbee, Z-Wave, KNX, X10, I2C, SPI, RS-232, RS-485, UART, USART și USB. Principalele aspecte ce trebuie luate în considerare în alegerea tehnologiei și protocoalelor de comunicare adecvate se referă la consumul de energie, fiabilitate, interoperabilitate, cost redus, rata de transfer și distanța de operare;
- rețele de date locale (LAN) sau de întindere largă (WAN).

3.3.3. Componenta de stocare

Poate fi disponibilă atât la nivel local cât și într-o locație externă sau ambele soluții. Datele colectate de la senzori pot fi salvate local în vederea prelucrării ulterioare. Versiunile moderne de gateway au incluse și facilități de stocare, dar, fiind vorba de fluxuri importante de date, acestea sunt în general stocate pe dispozitive dedicate.

3.3.4. Componenta de procesare

Datele stocate sunt analizate și prelucrate pe baza unor algoritmi și modele, ceea ce permite unui sistem de monitorizare a sănătății să determine în mod dinamic nevoile reale ale subiectului în ceea ce privește asistența și serviciile furnizate la domiciliu.

3.4. Exemple de aplicații ale soluțiilor de monitorizare la domiciliu a persoanelor în vârstă

1. *Demență și căderi*: pentru pacienții cu demență sau care prezintă risc de cădere, tehnologia de monitorizare promovează siguranța și previne rănirea prin supravegherea continuă. Sistemele de senzori pot fi atașați dispozitivelor individuale sau dispozitivelor de mobilitate asistată. Senzorii monitorizează localizarea, mersul, accelerația liniară și viteza unghiulară a unui individ, folosind un algoritm matematic pentru a prezice probabilitatea căderilor, pentru a detecta modificările mișcării și a avertiza îngrijitorii dacă individul a căzut. În plus, capabilitățile de urmărire prin Wi-Fi, sistemul de poziționare globală (GPS) sau frecvența radio, permit îngrijitorilor să localizeze persoanele vârstnice care s-au rătăcit.

2. *Diabet*: managementul diabetului necesită controlul mai multor parametri precum tensiunea arterială, greutatea și glicemia. Furnizarea în timp real a valorilor glicemiei și tensiunii arteriale permit declanșarea de alerte imediate, astfel încât, pacienții și furnizorii de asistență medicală pot să intervină în caz de necesitate.

3. *Insuficiență cardiacă*: s-a demonstrat clinic (Martinez et al., 2006) faptul că tehnologiile de monitorizare contribuie la îmbunătățirea calității vieții persoanelor cu insuficiență cardiacă, îmbunătățesc relația pacient-furnizor, scurtează durata șederii în spitale, diminuează rata mortalității și reduc costurile pentru sistemul de sănătate.

4. Provocări și perspective în domeniul caselor inteligente

Casele inteligente permit monitorizarea continuă a sănătății la domiciliu și a activităților persoanelor în vârstă, precum și monitorizarea mediului, siguranței și securității căminului. Saltul tehnologic înregistrat în domeniul monitorizării sănătății la distanță în ultimii ani, a reprezentat un catalizator al eforturilor de cercetare depuse pentru realizarea unei case inteligente funcționale.

Într-o *casă inteligentă* pot coexista diferite sisteme de monitorizare și asistență medicală care gestionează împreună o gamă largă de senzori fiziologici și de mediu, ceea ce conduce către apariția unor noi provocări în ceea ce privește gestionarea volumelor mari de date, menținerea conectivității, a interoperabilității și cel mai important, a confidențialității și securității datelor.

În continuare sunt prezentate *principalele provocări ce trebuie depășite* pentru a îmbunătăți performanțele generale și pentru a crește rata de adoptare a sistemelor inteligente de locuințe.

Confidențialitatea și securitatea datelor

Una dintre cele mai mari provocări atunci când vorbim despre tehnologiile care echipează o *casă inteligentă* este asociată cu confidențialitatea și securitatea datelor transmise. Datele pot conține informații sensibile, protejate sau confidențiale, care pot afecta siguranța rezidenților dacă există breșe de securitate în fluxul de transmitere a acestora. Adoptarea unor soluții puternice de criptare împreună cu o securitate sporită a bazelor de date și utilizarea unor canale de comunicare securizate reprezintă cerințe obligatorii atunci când discutăm despre *case inteligente*.

Volume mari de date

Utilizarea unei game extinse de senzori, actuatori și alte dispozitive inteligente, generează un volum mare de date. Acest aspect poate genera blocaje în conectivitatea anumitor sisteme de senzori, în sincronizarea diverselor componente ale sistemului de monitorizare, putând afecta chiar și capacitatea de transmitere și manipulare a datelor. Utilizarea unor algoritmi robusți și eficienți de prelucrare a datelor, alături de alte tehnici de comprimare eficientă, reprezintă cheia optimizării performanțelor unui sistem de monitorizare a sănătății la domiciliu.

Redundanța datelor

O *casă inteligentă* reprezintă un sistem complex, cu multe dispozitive și sisteme discrete conectate într-o platformă comună. Pentru a evita problemele de integrare și redundanța a datelor, este necesar să existe un număr optim de senzori instalați, acest lucru contribuind și la reducerea costurilor de infrastructură și întreținere, fără a pierde informațiile cheie.

Eficiență energetică

Sistemele de senzori, mai ales cei corporali, destinate monitorizării pe termen lung a parametrilor medicali, trebuie să fie eficiente din punct de vedere energetic pentru a permite funcționarea neîntreruptă, perioade lungi de timp. În acest sens sunt utilizate componente cu consum redus și baterii eficiente, căutându-se în același timp soluții pentru obținerea de energie permanentă din surse regenerabile (de exemplu: lumina solară sau căldura corpului uman).

Modularitate și interoperabilitate

Modularitatea și interoperabilitatea între diferite platforme inteligente de monitorizare la domiciliu, reprezintă condiții vitale pentru obținerea flexibilității și a acceptării din partea unui număr mare de utilizatori.

O structură modulară și extensibilă va permite utilizatorilor să aleagă componente de la diverși producători sau să adauge/elimine servicii. De aceea, este necesară o platformă interoperabilă pentru toate tipurile de senzori și sisteme găzduite de o *casă inteligentă* pentru a realiza funcționarea și sincronizarea perfectă a acestora. O soluție ar putea fi convergența multitudinii de standarde ce guvernează dispozitivele inteligente către un standard comun global,

pentru a dezvolta întregul potențial al acestor dispozitive și pentru a stabili condiții de concurență echitabile pentru toți factorii implicați.

Inteligența artificială (AI)

Adoptarea tehnologiilor AI în platforma de calcul a unei *case inteligente* ar putea juca un rol esențial în realizarea unei soluții complet automatizate de monitorizare. Prin învățarea și evaluarea continuă a modelelor fiziologice și comportamentale ale rezidenților, tehnologiile AI vor permite *caselor inteligente* să facă predicții, recomandări și să ia decizii cu privire la sănătatea, siguranța și securitatea rezidenților. Implementarea unor astfel de tehnologii necesită un grad sporit de încredere și fiabilitate, în special atunci când sunt utilizate pentru luarea și executarea deciziilor ce afectează starea de sănătate a unei persoane. În plus, pentru a folosi la maximum funcțiile bazate pe AI într-o *casă inteligentă* cum ar fi învățarea automată, robotica și Big Data, trebuie dezvoltate și implementate protocoale standardizate.

În ultimul timp, odată cu dezvoltarea de senzori miniaturizați de înaltă performanță, actuatori, procesoare de calcul, există un interes din ce în ce mai mare în ceea ce privește o *implementare inovatoare și futuristă a caselor inteligente*.

Astfel, în ceea ce privește *perspectivele viitoare*, acestea sunt sumarizate după cum urmează:

- în planificarea caselor inteligente trebuie luată în considerare *tehnologia care va sprijini independența în rândul persoanelor în vârstă*. *Casele inteligente* vor fi spații de locuit concepute cu sisteme de senzori (senzori de mișcare, camere infraroșii și roboți) ce oferă tehnologii interactive și sisteme de susținere discrete care vor permite oamenilor să se bucure de un nivel mai mare de independență, activitate, participare sau bunăstare;
- tehnologia actuală permite *caselor inteligente* să consolideze controlul unei game largi de sisteme, inclusiv iluminat, temperatură, securitate și divertisment, care pot fi operate prin comenzi tactile interactive sau prin voce;
- mediile inteligente viitoare ar putea sesiza schimbările survenite în starea curentă a utilizatorului, prezice comportamente normale, anormale sau traiectorii fiziologice și pot emite avertizări cu privire la comportamente potențial-periculoase sau schimbări fiziologice;
- pe măsură ce indivizii se străduiesc să-și păstreze independența, este nevoie de monitorizarea activităților și a stării de sănătate a acestora pentru a putea identifica modificările potențial-periculoase. O astfel de monitorizare ar putea detecta modificări ale parametrilor de sănătate care ar putea sugera riscul de declin cognitiv;
- sunt necesare studii la scară largă în ceea ce privește *casele inteligente* pentru a evalua fezabilitatea, validitatea și fiabilitatea monitorizării funcționale și pentru a compara eficiența diferitelor tehnologii;
- este necesară o cercetare pentru a determina ce parametri trebuie măsurați;
- realizarea unor evaluări asupra strategiilor de monitorizare pentru a determina varianta optimă, inclusiv în ceea ce privește problemele de utilizare și costuri;
- este important să se exploreze preferințele utilizatorilor pentru a determina ce ar dori să știe și cu cine doresc să partajeze informațiile respective;
- trebuie luată în considerare compatibilitatea între diferitele platforme inteligente pentru a evita dependența de un anumit furnizor sau soluție;
- pentru *casele inteligente* concepute pentru monitorizarea stării de sănătate sau îngrijirea persoanelor vârstnice cu afecțiuni cronice de sănătate, tehnologia trebuie să fie aplicată în timp real, într-un mod accesibil, eficient și cu minimum de întreruperi;
- este necesară o colaborare între toți factorii implicați (sector public, privat, mediu academic), pentru a dezvolta și a adopta un standard comun și unificat pentru sistemul inteligent de locuințe.

5. Concluzii

Având în vedere că în ultima perioadă a crescut numărul populației cu vârsta peste 65 ani, considerăm esențială menținerea unei sănătăți optime și a independenței cât mai mult timp. În loc de spitalizare sau instituționalizare, persoanele în vârstă cu afecțiuni cronice, în special cele cu deficiență cognitivă, pot fi asistate în propriul mediu cu numeroase dispozitive „*inteligente*” ce le susțin în activitățile lor cotidiene.

O „*casă inteligentă*” este o reședință dotată cu tehnologie care facilitează monitorizarea rezidenților pentru a îmbunătăți calitatea vieții și a promova independența fizică, precum și, pentru a reduce povara îngrijitorului.

Senzorii moderni, actuatoarele, tehnologiile de calcul și de comunicații furnizate la costuri reduse, reprezintă cheia în dezvoltarea *caselor inteligente* funcționale.

Scopul principal al *caselor inteligente* este de a permite persoanelor în vârstă să primească servicii de asistență medicală continuă, non-invazivă, în timp ce se află în mediul lor cunoscut. Avantajul principal al acestei abordări constă în diminuarea frecvenței vizitelor la medic sau a duratei de spitalizare în clinici, spitale sau centre de îngrijire de lungă durată, persoanele vârstnice păstrându-și astfel capacitatea de a se îngriji singure la domiciliu și de a desfășura activități necesare în vederea obținerii, menținerii sau promovării unei sănătăți optime.

Dezvoltarea unor game de senzori discreți de putere redusă, ușor de utilizat cu costuri reduse, împreună cu tehnologiile moderne de comunicare, deschid calea către furnizarea unor servicii de monitorizare, integrate într-o platformă inteligentă ce poate acționa independent la domiciliul utilizatorilor.

Confirmare

Acest articol a fost realizat în cadrul proiectului PN 301/2019 - *Sistem de monitorizare non-invazivă și evaluare a sănătății persoanelor vârstnice într-un mediu inteligent (Ro-SmartAgeing)*, din Programul Nucleu al Ministerului Cercetării și Inovării, competiția 2019 - 2022 și al proiectului CS 385 / 2018 - *Studiu privind sisteme inteligente de analiză comportamentală (instituțional și la nivel de utilizator) privind serviciile publice online*, din Planul Sectorial al Ministerului Comunicațiilor și Societății Informaționale.

BIBLIOGRAFIE

1. Alelaiwi, A., Hassan, M. M., Bhuiyan, M.Z.A. (2017). *A Secure and Dependable Connected Smart Home System for Elderly*. 2017, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress, Orlando, FL, 2017, pp. 722-727.
2. Alexandru, A., Coardoș, D. (2018). *Utilizarea tehnologiilor Big Data și IoT în domeniul sănătății*. Revista Română de Informatică și Automatică, ISSN 1220-1758, vol. 28(1), 2018, pp. 61-84.
3. Alexandru, A., Coardoș, D. (2019). *Servicii inteligente de asistență medicală: o soluție centrată pe pacient bazată pe Cloud Computing*. Revista Română de Informatică și Automatică, ISSN 1220-1758, vol. 29(1), 2019, pp. 9-18. <https://doi.org/10.33436/v29i1y201901>.
4. Ali, Mai & Ali, Asma & Taha, Abd-Elhamid & Ben Dhaou, Imed & Nguyen gia, Tuan, (2019). *Intelligent Autonomous Elderly Patient Home Monitoring System*, 10.1109/ICC.2019.8761204.

5. Andrich, R., Mathiassen, N. E., Hoogerwerf, E. J., Gelderblomd, G.J. (2013). *Service delivery systems for assistive technology in Europe*. Technology and disability Journal, (25), pp. 127–146.
6. Broekens, J., Heerink, M., Rosendal, H. (2009). *Assistive social robots in elderly care: a review*. In Gerontechnology, Vol. 8, no. 2, 2009, pp. 94-103.
7. Brulin, D., Benezeth, Y., Courtial E. (2012). *Posture recognition based on fuzzy logic for home monitoring of the elderly*. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine 16 (5), pp. 974–982.
8. Bujnowska-Fedak, M.M. & Grata-Borkowska, U. (2015). *Use of telemedicine-based care for the aging and elderly: promises and pitfalls*. Smart Homecare Technology and TeleHealth Journal, Vol.3, pp. 91-105.
9. Cheek, P., Nikpour, L., Nowlin, H.D. (2005). *Aging well with smart technology*, Nurs. Adm. Q., 29, pp. 329–338.
10. Cocco, J. (2011). *Smart Home Technology for the Elderly and the Need for Regulation*. Journal of Environmental and Public Health Law, 6 (2011), pp. 85.
11. Demiris, G., Hensel, B. (2008). Technologies for an aging society: a systematic review of smart home applications, Yearbook of medical informatics, pp. 33–40.
12. Eurostat 2018 - https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing#The_share_of_elderly_people_continues_to_increase.
13. Ghayvat, H., Mukhopadhyay, S., Shenjie, B., Chouhan, A. and Chen, W. (2018). *Smart home based ambient assisted living: Recognition of anomaly in the activity of daily living for an elderly living alone*, 2018 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), Houston, TX, 2018, pp. 1-5, DOI: 10.1109/I2MTC.2018.8409885.
14. Gloersen, E., Drăgulin, Marius., Hans, S., et al. (2016). *The impact of demographic change on European regions*, https://cor.europa.eu/en/engage/studies/Documents/The%20impact%20of%20demographic%20change%20on%20European%20regions/Impact_demographic_change_european_regions.pdf (accessed: 24.09.2019).
15. ISG, *International Society for Gerontechnology*, (2014). [Online]. Available: <http://www.gerontechnology.info/index.php/journal/pages/view/isghome> (accessed: 25.09.2019).
16. Lauriks, S., Reinersmann, A., Van der Roest, H. G., Meiland, F. J., Davies, R. J., Moelaert, F., Mulvenna, M. D., Nugent, C. D., Droes, R. M. (2007). *Review of ICT-based services for identified unmet needs in people with dementia*. In Ageing Res.Rev, Vol. 6 , no. 3, pp. 223–246.
17. Liu, L. (2012). *Collaborative Research Grant Initiative: Mental Wellness in Seniors and Persons with Disabilities*. Seed/Bridge Fund Final Report, Alberta Addiction and Mental Health Research Partnership Program, Edmonton, 2012.
18. Majumder, S., Aghayi, E., Nofereesti, M., Memarzadeh-Tehran, H. Mondal, T., Pang, Z., Deen, M.J. (2017). *Smart Homes for Elderly Healthcare-Recent Advances and Research Challenges*. Sensors. 17. 2496. 10.3390/s17112496.
19. Martínez, A., Everss, E., Rojo-Alvarez, J. L., Figal, D. P., García-Alberola, A. (2006). *A systematic review of the literature on home monitoring for patients with heart failure*. J Telemed Telecare. 12 (5): 234–241. DOI:10.1258/13576330677889109, 2006.
20. Mshali, H., Lemlouma, T., Moloney, M., Magoni, D. (2018). *A Survey on Health Monitoring Systems for Health Smart Homes*. International Journal of Industrial Ergonomics, Elsevier, 66, pp. 26-56.
21. Pal, D., Triyason, T., and Funikul, S. (2017). *Smart Homes and Quality of Life for the Elderly: A Systematic Review*. IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), Taichung, DOI: 10.1109/ISM.2017.83, pp. 413-419.

22. Peeters, J. M., Veer, A. J, Hoek, L., Francke, A. L. (2012). *Factors influencing the adoption of home telecare by elderly or chronically ill people: a national survey*. Journal of clinical nursing, Vol. 21, issue 21/22, pp. 3183-3193.
23. Pirzada, P., White, N., Wilde, A. (2018). *Sensors in Smart Homes for Independent Living of the Elderly*. 1-8, 10.1109/IMTIC, 2018, 8467234.
24. Reisinger, D. K., & Ripat, D. R. (2014). *Assistive technology provision within the Navajo Nation: user and provider perceptions*. Qualitative Health Research Vol. 24(11), pp. 1501-1517. Available <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4232317/>.
25. Sacco, G. et al., (2012). *Detection of activities of daily living impairment in alzheimer's disease and mild cognitive impairment using information and communication technology*. Clinical interventions in aging 2012 (7) (2012), pp. 539–549.
26. Uddin, M. Z., Khaksar, W., & Torresen, J. (2018). *Ambient Sensors for Elderly Care and Independent Living: A Survey*. Sensors (Basel, Switzerland, 18(7)), 2027. DOI:10.3390/s18072027.
27. Vacher, M. et al. (2011). *The sweet-home project: Audio technology in smart homes to improve well-being and reliance*, in: International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2011, pp. 5291–5294.
28. Visutsak, P., Daoudi, M. (2017). *The smart home for the elderly: Perceptions, technologies and psychological accessibilities: the requirements analysis for the elderly in Thailand*, 2017 XXVI International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT), Sarajevo, 2017, DOI: 10.1109/ICAT.2017.8171625, pp. 1-6.



Dora COARDOȘ este cercetător științific gradul III în Departamentul „Sisteme și Aplicații pentru Societate“ din cadrul ICI București. A absolvit Facultatea de Matematică-Mecanică din cadrul Universității București, precum și cursurile de specializare în Informatică (anul V). Principalele domenii de interes pentru activitatea de cercetare includ: modelare matematică, business intelligence, dezvoltarea de sisteme informatice în domeniul valorificării patrimoniului cultural, educației, administrației publice, mediului, utilizarea Big Data în guvernare, utilizarea TIC în sănătate.

Dora COARDOȘ is scientific researcher III in the “Systems and Applications for Society” Department of ICI Bucharest. She graduated from the Faculty of Mathematics and Mechanics at the University of Bucharest, as well as the specialized courses in Informatics (year V). The main areas of interest for the research activity include: mathematical modelling, business intelligence, development of information systems in the field of valorization of cultural heritage, education, public administration, environment, use of Big Data in governance, and use of ICT in health.



Ion Alexandru MARINESCU este cercetător științific gradul III (din 2015) în Departamentul „Sisteme și Aplicații pentru Societate“ din cadrul ICI București. A absolvit Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică cu specializarea „Robotică și Automatizare“, Universitatea Politehnică din București (2007), precum și cursurile de Master în Inginerie Mecanică – Universitatea Politehnică București – Facultatea de Inginerie Mecanică și Mecatronică (2009). Principalele domenii de interes pentru activitatea de cercetare includ: proiectare baze de date relaționale, business intelligence, dezvoltarea de sisteme informatice în domeniul patrimoniului cultural, educației, administrației publice, mediului, proiectare și implementare de aplicații web pentru domeniul e-cultură, e-sănătate și e-guvernare.

Ion Alexandru MARINESCU is scientific researcher III (since 2015) in the „Systems and Applications for Society“ Department of ICI Bucharest. He graduated from the Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics with specialization in „Robotics and Automation“, Politehnica University of Bucharest (2007), and he has a Master's Degree in Mechanical Engineering – Politehnica University of Bucharest – Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics (2009). The main areas of interest for the research activity include: design of relational databases, business intelligence, design and implementation of web applications for e-culture, e-health and e-government.