



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ
GHEORGHE ASACHI IAȘI**



**Facultatea de
Inginerie Electrică, Energetică și
Informatică aplicată**

**REZUMATUL
TEZEI DE DOCTORAT**

**Cercetări privind dezvoltarea de
instrumente pentru telemedicină**

Cordonator doctorant :

Prof.Univ.Dr.Ing. Cristina Schreiner

Student doctorand :

Patrașc Laura –Georgiana

Septembrie 2024

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI
R E C T O R A T U L

Către

Vă facem cunoscut că, în ziua de 30 Septembrie 2024 la ora 09:30 în Sala de Conferințe "Dragomir Hurmuzescu" a Facultății de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

**" CERCETĂRI PRIVIND DEZVOLTAREA DE INSTRUMENTE PENTRU
TELEMEDICINĂ"**

elaborată de doamna **PATRAȘC LAURA –GEORGIANA** în vederea conferirii titlului științific de doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

1. Prof.dr.ing. Alexandru Sălceanu, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iași, președinte
2. Prof.dr.ing. Cristina Mihaela Schreiner, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iași, conducător de doctorat
3. Prof.dr.ing. Laurențiu Marius Dumitran, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, referent oficial
4. Prof.dr. Bogdan Ionel Tamba, Universitatea de Medicină și Farmacie "Grogore T. Popa" din Iasi, referent oficial
5. Conf.dr.ing. Alexandru Florentin Trandabăț, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" din Iași, referent oficial.

Cu această ocazie vă invităm să participați la susținerea publică a tezei de doctorat.

RECTOR,

Prof.univ. dr.ing. Dan Cașcaval

Secretar universitate,

ing. Cristina Nagiț

Mulțumiri

Aș dori să aduc cele mai sincere mulțumiri doamnei Prof.Univ.Dr.Ing. Cristina Mihaela Schreiner, conducătorul de doctorat, pentru sprijinul permanent acordat în îndrumarea activității mele de cercetare, pentru exigența manifestată de-a lungul timpului în vederea elaborării prezentei teze și pentru oportunitatea acestei experiențe științifice unice.

Mulțumiri pentru îndrumare la formarea mea profesională domnilor profesori din cadrul Facultății de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată.

De asemenea, țin să aduc mulțumiri referenților științifici pentru sugestiile și aprecierile făcute și pentru amabilitatea de a accepta să fie membri oficiali în comisia de susținere publică a prezentei teze.

Mulumesc de asemenea familiei pentru încurajarea continuă, înțelegerea și sprijinul oferit, precum și pentru ajutorul acordat la redactarea tezei.

Laura –Georgiana Patrașc

CUPRINS

	Rezumat
Introducere	7
Capitolul 1 Abordări curente privind interfețele medicale și impactul lor de piață	9
1.1. Abordările curente privind interfețele medicale	9
1.1.1. Design skeuomorf vs. Plat	9
1.1.2. Pictograme cu etichete	10
1.1.3. Grafică semnificativă	10
1.1.4. Defilare (Scrolling)	11
1.1.5. Textul substituent vs. etichete	11
1.1.6. Spinnere vs. controale tradiționale	12
1.1.7. Mărimea textului și lizibilitatea	12
1.1.8. Fonturi stilizate și lizibilitate	
1.1.9. Ștergerea câmpurilor și a controalelor de intrare	
1.2. Probleme specifice interacțiunii om-calculator	13
1.2.1. Prelucrarea informațiilor umane	
1.2.2. Provocări UX în domeniul sănătății	
1.2.3. Greșeli comune de proiectare a interfeței de utilizator	14
1.3. Prezentăm câteva caracteristici ale problemelor principale întâlnite în designul UI:	14
1.3.1. Incoerență inutilă în elementele interfeței de utilizare	14
1.3.2. Folosirea umbrei implicite	
1.3.3. Puțină distincție între butoanele primare și secundare	15
1.3.4. Lipsa ierarhiei textului	
1.3.5. Iconografie proastă	15
1.3.6. Elemente nealiniat	
1.3.7. Contrast scăzut	
1.3.8. Țintă tactilă slabă	
1.3.9. Folosirea de imagini irelevante sau de calitate scăzută	
Capitolul 2 Analizarea bunelor practici și inițiative care se pot aborda în designul UX/UI al software-ului de asistență medicală	16
2.1 Soluții la cele mai întâlnite/importante probleme	16
2.1.1. Soluții de design UX / UI	
2.1.2. Accesibilitate	
2.1.3. Design intuitiv	

2.1.4. Cunoașterea grupului țintă	
2.1.5. Testarea aplicației	
2.2. Mai multe date înseamnă îngrijire mai bună și mai accesibilă	
2.3. Pași pentru crearea unui design centrat pe pacient	17
2.4. Norme și standarde la nivelul anului	17
2.4.1. Modele predictive ale HCI	18
Capitolul 3 Studiu privind modelele predictive HCI care au potențialul de a explica modul în care utilizatorii interacționează cu intervențiile de sănătate digitală	19
3.1. Tendințe previzionate pentru următorii 5 ani	19
3.1.1. Branding cu ilustrații unice	19
3.1.2. Interacțiuni personalizate cu cursorul	19
3.1.3. Aprofundarea în Metavers	20
3.1.4. Utilizarea 3D	
3.1.5. Fonturi mai îndrăznețe și mai caracteristice	20
3.1.6. Palete de culori dinamice	
3.1.7. Povestire cu animație declanșată de scroll	
Capitolul 4 Riscurile și erorile de utilizare	22
4.1. Un set de recomandări în abordarea designului de UI/UX	22
4.2. De ce este nevoie de o interfață de utilizare mai bună în dispozitivele medicale utilizate de pacient?	22
Capitolul 5 Studiu privind modelele predictive HCI care au potențialul de a explica modul în care utilizatorii interacționează cu intervențiile de sănătate digitală	24
5.1. Securitate, GDPR	24
5.2. Specificații pentru dezvoltarea unor interfețe pe web și mobil pentru personale medical, pacient, aparținători, serviciu de ambulanță, monitorizare și administrare sistem	26
5.2.1. Cerințe generale	27
5.2.2. Interfață pe computer-Tablou de bord de monitorizare	32
Capitolul 6 Arhitectura de comunicație a unui sistem de monitorizare a sănătății WBAN, cu aplicații pentru monitorizarea diferitelor boli	34
6.1. Tehnologii utilizate	34
6.1.1. Rețelele wireless WBAN	34
6.1.2. Aplicații WBAN pentru monitorizarea sănătății	35
6.1.2.1. Transmisie fără fir	38
6.1.2.2. Benzi de frecvență pentru modelele de canale	38

6.1.2.3. Modele de canale	
6.1.3. Eficiența energetică	
6.1.4. Cloud computing	
6.1.5. Analytics	
6.1.6. Artificial Intelligence (AI)	
6.2. Exemple de platforme care folosesc această tehnologie în prezent	38
6.3 Funcționare	39
6.4. Interfața utilizator (UI)	40
6.5. Interfață pentru personalul medical	40
6.6. Interfață pentru pacient	40
6.7. Interfață pentru serviciul de ambulanță	41
6.8. Interfață de administrare sau monitorizare	41
Capitolul 7 Aplicația practică a platformei de management medical sistemului iSense din punct de vedere al funcționalității și securității	43
7.1. Specificații funcționale construite în jurul obiectivelor proiectului, redactate modular cu estimări de timp și cost defalcate, care permit modelarea produsului final în funcție de beneficii utilizator final și costuri	43
7.1.1. Cerințe (specificații) software funcționale	
7.1.2. Estimări de timp și cost	43
7.1.3. Descrierea unui sistem	
7.1.3.1. Costul sistemului	
7.2. Soluții tehnologice propuse cu justificare amănunțită care includ: lista de riscuri și soluții de reducere a acestora și stabilitate, performanță, versatilitate, stabilitate	45
7.2.1. Căderile de tensiune	
7.2.2. Cădere de conectivitate	
7.3. Platforme suportate și specificații operaționale	45
7.3.1. Specificațiile operaționale	
7.3.2. Specificațiile operaționale ale echipamentelor	
7.4. Arhitecturi propuse	46
7.4.1. Arhitectura client-server	46
7.5. Clasificarea sistemelor de monitorizare ECG	48
7.5.1. Sisteme de monitorizare ECG la domiciliu	48
7.5.2. Sisteme de monitorizare ECG de spital	49
7.5.3. Sisteme de monitorizare ECG ambulatoriu	49

7.5.4. Sisteme de monitorizare ECG la distanță	49
7.5.5. Sisteme de monitorizare ECG conștiente de tehnologie	
7.5.6. Sisteme de monitorizare bazate pe performanță	
7.5.7. Sisteme de monitorizare futuristică ECG	50
7.6. Principalele provocări ale sistemelor de monitorizare	51
7.7. Integrări cu servicii externe dacă este cazul, uz de licențe	51
7.8. Costuri asociate cu soluțiile propuse (achiziții hardware, servicii externe dacă este cazul, etc.)	54
7.8.1. Servicii externe Găzduirea în cloud (Hosting server)	54
7.8.2. Cazuri de utilizare pentru servere dedicate	54
7.9. Arhitecturi propuse cu diagrame, procese și fluxuri de date, toate complete	55
7.10 Cronologia și prioritățile în dezvoltarea produsului final	
7.10.1. Prioritățile dezvoltării produsului	
7.11. Model hardware	57
7.11.1 Brățara / Ceasul	57
7.11.2. Actualizarea firmware-ului	58
7.11.3. Senzor EKG	
7.11.4. Telefon	
7.11.5. Conexiunea cu ceasul	
7.11.6. Module de comunicație	63
7.11.8. Aplicația iSense - varianta minimală	
7.12. Testarea interfețelor	63
Concluzii	75
Bibliografie	78

Introducere

Schimbările tehnologice precum și cerințele din ce în ce mai provocatoare din domeniul medicinei au făcut ca sistemele și instrumentele pentru telemedicină cu interfețele de tip om-computer să fie din ce în ce mai prezente în aplicațiile cotidiene din domeniul medical. Pe măsură ce influența tehnologiei în viața noastră de zi cu zi continuă să crească, standardul pentru design-uri de interfață cu utilizatorul (UI), plăcută din punct de vedere estetic, continuă să evolueze în spațiul de asistență medicală. De la design plat la design de materiale și controale gestuale până la derularea conținutului în formă lungă, așteptările profesioniștilor din domeniul sănătății și ale pacienților cu privire la modul în care ar trebui să arate și să se comporte un dispozitiv medical sunt influențate de tendințele UI observate în produsele de consum. Din păcate, multe dintre tendințele contemporane ale UI în spațiul de consum nu se traduc bine în aplicații critice pentru siguranță în spațiul medical, iar teza de doctorat a realizat un studiu coerent în acest domeniu, cu o consistență aplicativă practică.

Teza de doctorat „*Cercetări privind dezvoltarea de instrumente pentru telemedicină*” este structurată pe șapte capitole principale, un capitol introductiv, o bibliografie cuprinzătoare și actuală, finalizându-se cu un capitol de concluzii, contribuții și direcții viitoare de cercetare.

În **primul capitol** se face o introducere în conceptul abordărilor curente privind interfețele medicale și impactul lor de piață. Sunt descrise diferite tipuri de interfețe: Design skeuomorf vs. Plat; Pictograme cu etichete; Grafică semnificativă; Scrolling; Text substituent vs. etichete; Câmpuri și controale de intrare; Prelucrarea informațiilor umane, alături de provocările UX în domeniul sănătății și greșelile comune de proiectare a interfeței de utilizator.

În **al doilea capitol** se analizează bunele practici și inițiative care se pot aborda în designul UX/UI al software-ului de asistență medicală: Cunoașterea publicului; Încărcarea cognitivă; Arhitectura informației; Design consistent - Design vizual (UI) și Audit de branding; Fluxul de utilizare; Testarea platformei - QA; Grafica semnificativă; norme și standarde.

Al treilea capitol este dedicat unui studiu privind modelele predictive HCI care au potențialul de a explica modul în care utilizatorii interacționează cu intervențiile de sănătate digitală la nivelul cogniției umane individuale. Aceste modele vizează în primul rând reducerea timpului necesar pentru finalizarea sarcinilor, eliminând click-urile inutile și asigurând că elementele UI sunt ușor de navigat. În domeniul asistenței medicale, simplificarea designului și creșterea eficienței sunt, de asemenea, utile și au calitatea să reducă erorile care pot cauza prejudicii pacientului. Sunt descrise și implicațiile utilizării de interfețe tip 3D, Metavers și a rețelelor de socializare.

În **capitolul patru** abordează riscurile și erorile de utilizare, menționând: rolul cheie al interfeței cu utilizatorul, reducerea dependenței de instrucțiuni, reducerea încărcării cognitive, eroarea de manipulare.

Capitolul cinci este dedicat unui studiu privind specificațiile pentru dezvoltarea unor interfețe pe web și mobil pentru personalul medical, pacienți, aparținători, serviciu de ambulanță, monitorizare și administrare sistem. Aplicația trebuie să îndeplinească standardul HIPPA, să fie conformă cu GDPR și să corespundă reglementărilor de confidențialitate și securitate în funcție de piața țintă. Cerințe generale ar fi: Designul pentru toate dispozitivele trebuie să fie consecvent, toate aplicațiile făcând parte din același concept; Aspectul general al interfețelor trebuie să fie foarte modern, inteligent și să arate profesional; Culorile trebuie să fie prietenoase, luminoase, cu excepția culorilor alerte, care sunt menite să atragă atenția personalului care le folosește; Livrabilele trebuie să includă stilurile CSS și HTML; Designul trebuie să fie receptiv, iar HTML-ul trebuie să arate bine și pe un smartphone, și pe un smartwatch, și pe o tabletă.

Al șaselea capitol abordează arhitectura de comunicație a unui sistem de monitorizare a sănătății WBAN, cu aplicații pentru monitorizarea diferitelor boli. Sunt redată specificațiile principale pentru sistemele WBAN, benzile de frecvență pentru modelele de canale IEEE 802.15.6, integrarea și mecanismul de funcționare al biosenzorilor, eficiență energetică, elemente de cloud computing și artificial Intelligence (AI). În final sunt descrise aspectele legate de stabilitate, performanță, versatilitate.

În capitolul șapte descrie aplicația practică a platformei de management medical sistemului iSense din punct de vedere al funcționalității și securității. Principiile de bază aplicate sistemului hardware-software sunt: toate punctele de acces informatic (server, dispozitive medicale, senzori, dispozitive mobile, alte terminale, etc.) trebuie să fie securizate și autentificate; marea majoritate a datelor trebuie să fie criptate în baza de date cu cheie de criptare externă; cheile de criptare pentru transmisie trebuie să se schimbe periodic (ex: la 2 secunde); codul sursă trebuie să fie criptat pe dispozitivele hardware (brățara și bază de transmisie cel puțin) pentru a proteja cheile de criptare, datele de autentificare și algoritmi folosiți; se ia în calcul folosirea de hardware de securitate specializat cum ar fi chip-ul de criptare ATECC508A; toate componentele software web trebuie să ofere protecție la cele mai frecvente 10 vulnerabilități conform OWAS; confidențialitate; trebuie să fie respectate toate normele GDPR europene și naționale, în țările în care produsele și serviciile vor fi folosite. Se preia acordul pacienților acolo unde este necesar și posibil. Datele sunt protejate cu chei criptografice atât la stocare cât și la transmisie. Accesul la date va fi acordat doar persoanelor special asigurate și cu nevoi obiective. A fost proiect și realizat un model funcțional al dispozitivului de monitorizare, bazat pe PPG (Photoplethysmography), de tip brățară, care permite măsurarea ritmului cardiac și alte caracteristici fiziologice, cu modul de comunicație Bluetooth, cu acces la un server - platformă de monitorizare. Sunt descrise pe larg model de testare a interfeței de personal medical, a interfeței pacient și protocoalele de testare a securității software.

În final, concluziile reflectă contribuțiile proprii și direcțiile viitoare de cercetare.

Capitolul 1

Abordări curente privind interfețele medicale și impactul lor de piață

Interfețele trebuie să fie intuitive și să nu inducă oboseală la interactivitate/monitorizare umană prelungită. Trebuie să fie rapide în înțelegerea datelor în context, în determinarea anomaliilor. Trebuie să fie cu răspuns rapid și sincronizat în cazul modificărilor de stare, iar în cazul interfețelor de pe echipamentele de colectare date biometrice (ecran OLED, butoane fizice și capacitive, etc.) trebuie avut în vedere consumul energetic cât mai redus.

1.1 Abordările curente privind interfețele medicale

1.1.1. Design skeuomorf vs. Plat

Elementele de design skeuomorfe păstrează indiciile de design ornamentale care îi ajută pe utilizatori să identifice rapid comenzile interactive, dar cu prețul de a arăta învechit.



Figura 1.1. Elemente de design skeuomorfe și plat

Abordările curente:

- Utilizarea unui design plat pentru comenzi secundare și/sau non-critice sau atunci când alte indicații de pe ecran ajută utilizatorii să diferențieze controalele interactive de textul static;
- Explorarea folosind degradeuri subtile și umbre care oferă controalelor un aspect 3D nuanțat, fără a fi grele.

1.1.2.Pictograme cu etichete



Figura 1.2. Pictograme cu etichete

Abordările curente:

- Asocierea pictogramelor cu etichete text concise pentru clarificarea funcției comenzii;
- Folosirea unui tip de caractere curat san serif și pictograme simple pentru a reduce complexitatea vizuală;
- Utilizarea etichetelor text care sunt toate litere mari deoarece fac etichetele să pară mai curate, fiindcă toate literele au aceeași înălțime.

1.1.3.Grafică semnificativă



Figura 1.3 Grafice și pictograme în general

Abordările curente:

- Utilizarea ilustrațiilor simple care ghidează utilizatorii printr-un proces;
- Folosirea pictogramelor simple care ajută utilizatorii să găsească rapid un control (de exemplu, un plus pe un control „Adăugați pacient”).

1.1.4. Defilare (Scrolling)

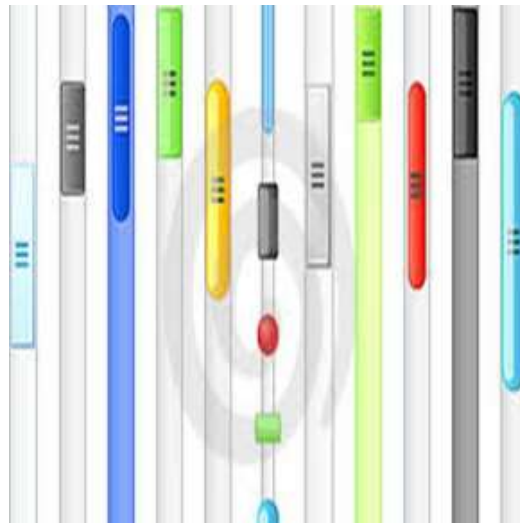


Figura 1.4 Efecte de defilera

Abordările curente:

- Când este posibil, prezentarea tuturor informațiilor și controalelor primare la nivelul superior sau oferirea posibilității clare pentru accesarea informațiilor și comenzilor suplimentare (de exemplu, file, control „Afișați toate”);
- Când este necesară derularea, asigurarea că există indicii vizuale puternice pe care utilizatorii le pot derula (de exemplu, o bară de defilare persistentă sau afișarea unui conținut parțial în marginea de jos a ecranului);
- Asigurarea că dinamica derulării se simte naturală și plăcută (de exemplu, mișcare lină, accelerație, săritură).

1.1.5. Textul substituent vs. Etichete

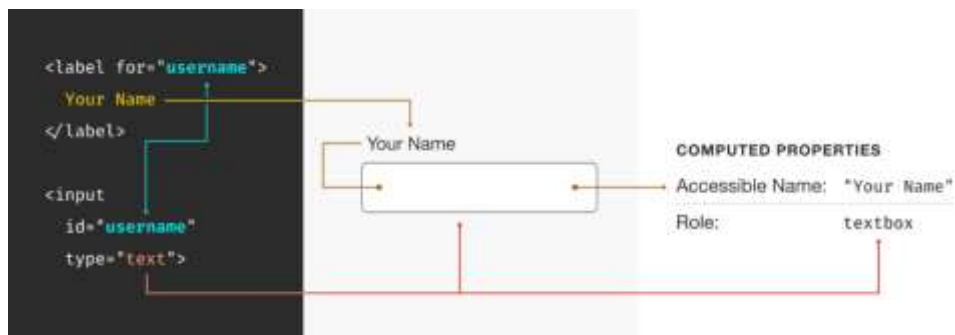


Figura 1.5. Textul substituent vs. Etichete

Abordările curente sunt:

- Când este posibil, etichete să fie clare, vizibile, prezentate în afara câmpului de intrare;
- Utilizarea textului substituent pentru a oferi un exemplu de format de date așteptat și asigurarea că textul substituentului este suficient de lizibil și este înlocuit automat cu textul introdus;
- Dacă spațiul este limitat, trebuie luat în considerare utilizarea etichetelor adaptive în câmp care se anime în partea de sus a câmpului odată ce utilizatorul începe să introducă text

1.1.6.Spinnere vs. controale tradiționale



Figura 1.6 Spinnere

Abordări curente:

- Se ia în considerare utilizarea mai multor controale numerice tradiționale (de exemplu, săgeți sus/jos, tastatură numerică), dar actualizarea stilului lor vizual pentru a le face să pară mai contemporane.
- Când este cazul, se ia în considerare utilizarea altor metode mai noi de introducere a datelor pentru a crește viteza și acuratețea (de exemplu, widgetul de calendar pentru introducerea datelor).

1.1.7.Mărimea textului și lizibilitatea



Figura 1.7 Exemplu de mărime a textului și lizibilitate

Abordări curente:

- Când sunt îndoieli, se va utiliza text mai mare pentru a prezenta informații critice. Este posibil ca utilizatorii să aprecieze informațiile clare și ușor de citit pe un ecran cu aspect puțin mai curat.
- Pentru a reduce complexitatea, se ia în considerare utilizarea unei variante de font ușor pentru prezentarea informațiilor care nu sunt critice.
- Utilizarea de solicitări concise și clare pentru a reduce cantitatea de text de pe ecran. Stabilirea unei ierarhii vizuale puternice și utilizarea spațierii pentru a oferi ecranelor un aspect echilibrat și organizat.

1.2. Probleme specifice interacțiunii om-calculator

Interacțiunea om-calculator (HCI) este un domeniu de studiu multidisciplinar care se concentrează pe proiectarea tehnologiei computerului și, în special, pe interacțiunea dintre oameni (utilizatori) și computere.

De la origini, HCI s-ar extinde pentru a încorpora mai multe discipline, cum ar fi informatica, știința cognitivă și ingineria medicală umană.

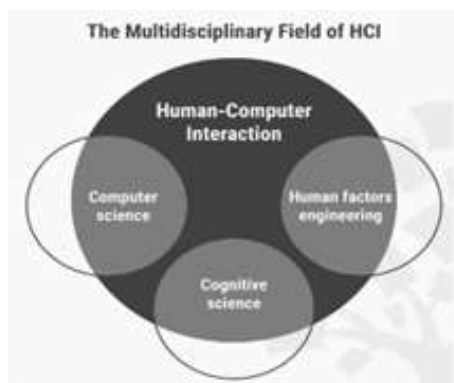


Figura 1.10 Domenii multidisciplinare ale HCI

HCI a devenit în curând subiectul unei investigații academice intense. Cei care au studiat și au lucrat în HCI l-au văzut ca un instrument crucial pentru a populariza ideea că interacțiunea dintre un computer și utilizator ar trebui să semene cu un dialog deschis de la om la om. HCI este un domeniu larg care se suprapune cu domenii precum designul centrat pe utilizator (UCD), designul interfeței cu utilizatorul (UI) și designul experienței utilizatorului (UX). În multe privințe, HCI a fost precursorul designului UX.

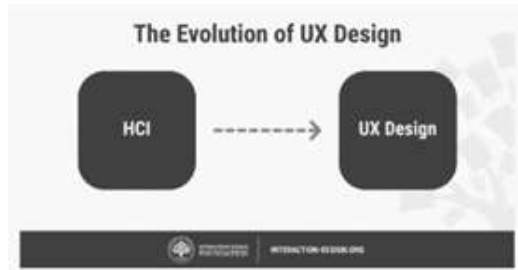


Figura 1.11. Evoluția UX

Într-un studiu, cercetătorii de la Johns Hopkins, au descoperit că oamenii gândesc la fel ca computerele. Creierul procesează, calculează și produce rezultate similare cu sistemul central de procesare al unui computer. Rezultatele umane pot fi verbale, emoționale sau fizice.

1.2.3. Greșeli comune de proiectare a interfeței de utilizator

1. Aspect aglomerat
2. Lipsă de lizibilitate
3. Lipsă de context
4. Navigare neintuitivă

1.3 Prezentarea câtorva caracteristici ale problemelor principale întâlnite în designul UI:

1.3.1. Incoerență inutilă în elementele interfeței de utilizare

Pași pentru a evita inconsecvența:

- Utilizarea consecventă a paletei de culori pentru elemente precum butoane, text, linkuri, antet, subsol, stări de trecere cu mouse-ul etc.
- Stiluri de fonturi consistente pentru titluri, paragrafe, linkuri etc.
- Utilizarea colțurilor rotunjite sau pătrate pentru formele din aplicație: pictograme, carduri, butoane etc.
- Grosimea constantă a liniilor: pentru pictograme, separatoare și orice alte linii care sunt utilizate.
- Fiecare element care se abate în vreun fel trebuie să aibă un motiv pentru a face acest lucru.

1.3.3. Puțină distincție între butoanele primare și secundare

Pași pentru o bună distincție între butoanele primare și secundare:

- Utilizarea greutății vizuale diferite pentru butoanele primare și secundare. Butonul cu cea mai puternică greutate vizuală va atrage mai multă atenție.
- Utilizarea culorilor puternice, textului îndrăzneț și dimensiunii pentru a da greutate vizuală butoanelor primare. Se va face contrariul pentru acțiunile secundare.

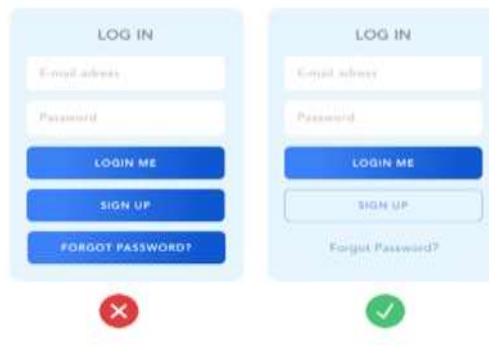


Figura 1.12 Butoane primare și secundare

1.3.5. Iconografie proastă

Pași pentru a evita o iconografie proastă:

- Folosirea vectorilor/SVG pentru pictograme. Este cel mai simplu mod de a asigura că pictograma va arăta clară în orice dispozitiv sau rezoluție.
- Utilizarea unui stil consecvent. În primul rând, toate pictogramele vor fi conturate, fie umplute. În plus, se asigură o grosime constantă a liniei și o rază a colțului.
- Asigurarea clarității mesajului pictogramei.

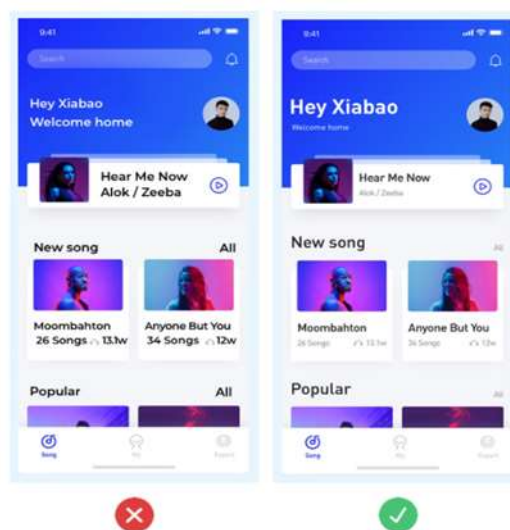


Figura 1.13 Exemplu de pictogramă

Capitolul 2

Analizarea bunelor practici și inițiative care se pot aborda în designul UX/UI al software-ului de asistență medicală

2.1 Soluții la cele mai întâlnite/importante probleme

Din fericire, există o serie de bune practici și inițiative care se pot aborda chiar dacă există cerințe stricte. Soluții care pot îmbunătăți designul UX/UI al software-ului de asistență medicală:

- *Cunoașterea publicului.* Este necesar să se cunoască în ce categorie de oameni se încadrează utilizatorii și prin intermediul a cărui dispozitiv se accesează site-ul/aplicația. Pentru fiecare preferință demografică și de utilizator, există un set de considerații. Se iau în considerare lucruri precum: gradul de urgență, dimensiunea elementelor și mesageria.
- *Încărcare cognitivă.* Utilizatorul înregistrează multe informații într-un timp scurt, iar prea multă informație poate să îl obosească și să îi creeze o stare de confuzie. Cu alte cuvinte, nu este în regulă să fie prea multe informații pe o singură pagină. Mesajele trebuie să fie clare, iar informația să apară lent, pe secțiuni.
- *Arhitectura informației.* Structura aplicației, dar și a platformei este importantă. Utilizatorii doresc să găsească exact ceea ce caută, iar o platformă sau un device cu arhitecturi confuze nu ajută. Pentru a remedia acest lucru, se ia în considerare împărțirea conținutului în categorii simple și determinarea celei mai bune modalități de a sorta și ordona în mod logic acel conținut.
- *Design consistent.* O bună practică generală UX/UI este consecvența. Dincolo de culorile mărcii, se iau în considerare lucruri precum butoanele, UX/UI pe dispozitive, conectare și asistență. De exemplu, butoanele păstrează înfățișarea de butoane pentru a stabili modele și așteptări.
- *Fluxul de utilizare.* Pasul după arhitectura informațiilor este fluxul de utilizatori, care identifică căile ideale de navigare pe platformă sau aplicație. Acesta este un lucru care se implementează pentru a îmbunătăți experiența utilizatorului. Astfel se observă unde se pierd utilizatorii și se lucrează în consecință.

2.3. Pași pentru crearea unui design centrat pe pacient

Culori

Culorile joacă un rol foarte important în proiectarea aplicațiilor medicale. Alegerea corectă a culorii ajută la transmiterea semnalelor speciale pacienților și să fie puși în starea de conștientizare a funcțiilor potrivită. Din studiu reiese că pentru software-ul medical se aleg adesea culorile alb și albastru. Culoarea albă reprezintă curățenia și sterilitatea, în timp ce culoarea albastră conferă siguranță pacienților.

Viteză

Viteza de încărcare rapidă este deosebit de importantă pentru aplicațiile medicale. Ar trebui să se mențină echilibrul dintre elementele UI și caracteristicile funcționale. Din moment ce se dorește ca aplicația să funcționeze fără probleme și rapid, se va controla numărul de elemente grafice, animații și cantitatea de text.

Învelire

Tehnicile UI și UX axate pe design centrat pe utilizator pot îmbunătăți cu siguranță eficacitatea aplicațiilor de asistență medicală. Se dorește satisfacerea nevoilor utilizatorilor finali, în consecință se efectuează o cercetare asupra publicului țintă pentru a înțelege mai bine utilizatorii.

2.4. Norme și standarde la nivelul anului

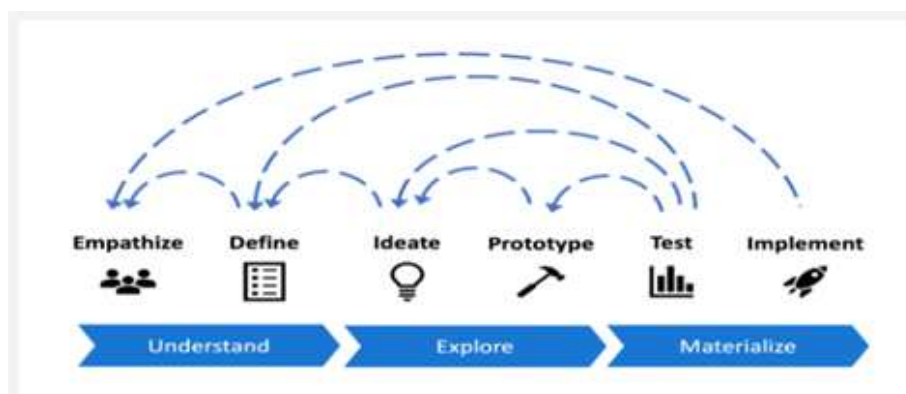


Figura 2.3. Proces de înțelegere, explorare și materializare

Acest proces este adesea ghidat de euristica de proiectare („reguli generale”) care include îndrumări precum menținerea interfeței de utilizator simplă și plăcută din punct de vedere estetic și asigurarea faptului că ajutorul și documentația sunt ușor disponibile.

Cele 10 euristici de utilizare Nielsen:

1. Vizibilitatea stării sistemului
2. Potrivire între sistem și lumea reală
3. Controlul și libertatea
4. Consecvență și standarde
5. Prevenirea erorilor
6. Recunoaștere mai degrabă decât reamintire
7. Flexibilitate și eficiență în utilizare
8. Design estetic și minimalist
9. Ajutor pentru utilizatori să recunoască, să diagnosticheze și să recupereze erorile
10. Ajutor și documentare

2.4.1. Modele predictive ale HCI

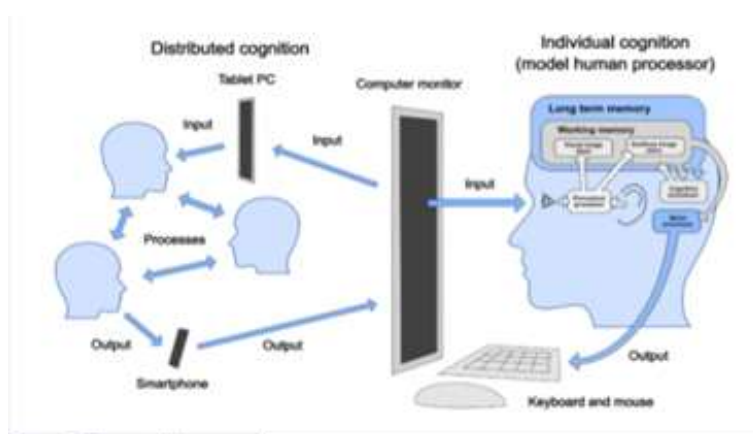


Figura 2.4. Model de procesor uman vs cogniție distribuită

- Vizibilitatea stării sistemului
- Potrivire între sistem și lumea reală
- Controlul utilizatorului și libertatea
- Consecvență și standarde
- Prevenirea erorilor
- Recunoaștere mai degrabă decât reamintire
- Flexibilitatea și eficiența utilizării
- Design estetic și minimalist.
- Ajutarea utilizatorilor să recunoască, să diagnosticheze și să recupereze erorile.
- Ajutor și documentare. [15-21].

Capitolul 3

Studiu privind modelele predictive HCI care au potențialul de a explica modul în care utilizatorii interacționează cu intervențiile de sănătate digitală

3.1. Tendințe previzionate pentru următorii 5 ani

3.1.1. Branding cu ilustrații unice

Ilustrațiile pot fi digitale sau desenate manual, 2D sau 3D, personalizate. Formele libere, elementele nealiniat, componentele și asimetria vastă nu numai că ajută platformele să iasă în evidență față de generice, ci și să creeze un mediu prietenos și primitor care asigură o experiență mai bună pentru utilizator.



Figura 3.1 Exemplu de ilustrație

3.1.2. Interacțiuni personalizate cu cursorul

Pentru a ieși în evidență, se implementează adesea micro animații și interacțiuni spectaculoase. Cu toții am văzut trucuri și ciudățenii interesante care ne atrag să descoperim fiecare detaliu minuscul pe care îl putem descoperi. Una dintre cele mai la modă interacțiuni este atunci când mișcarea cursorului meu este o intrare, creând rezultate vii și distractive.



Figura 3.2. Micro animație și interacțiuni spectaculoase

3.1.3. Aprofundarea în Metavers

Metaverse este o combinație de mai multe segmente de tehnologie, inclusiv realitate virtuală, realitate augmentată și videoclipuri în care utilizatorii „trăiesc” într-un univers digital. Susținătorii săi îl consideră „următorul internet” și spun că are un potențial imens. Dacă planul lui Meta funcționează, vom începe să vedem că piețele AR/VR vor crește vertiginos.



Figura 3.3. Univers digital prin căști Oculus

3.1.5. Fonturi mai îndrăznețe și mai caracteristice

Tendențele fonturilor nu sunt atât de interesante pentru a vorbi, deoarece majoritatea stilurilor se potrivesc cu aspectul anumitor industrii. Aplicațiile de modă și de luare a notelor au adesea fonturi serif, produsele tehnologice au sans serif, înțelegeți ideea. Două tendințe care vor influența 2022 sunt mărcile care încep să dețină și să accepte estetica fonturilor mult mai îndrăznețe și a fonturilor inktrap în interfața lor de utilizare.

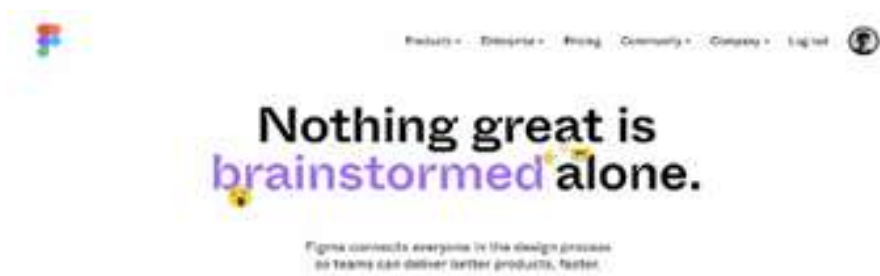


Figura 3.4. Modele de fronturi

Capitolul 4

Riscurile și erorile de utilizare

4.1. Un set de recomandări în abordarea designului de UI/UX

În domeniul sănătății, designul UX este adesea trecut cu vederea. Cu toate acestea, un dispozitiv medical care este conceput cu UX în minte poate avea un impact semnificativ asupra asigurării siguranței, îmbunătățirii gradului de utilizare și reducerea erorii umane.

Patru îmbunătățiri ale designului UX pentru dispozitive medicale pe care le-am descoperit în studiul pentru următorul nostru dispozitiv:

- Păstrarea simplă
- Oferirea unui aspect și a unei senzații plăcute
- Concentrarea pe funcționalitatea cheie
- Incorporarea personalizării în designul UX al dispozitivului medical

4.2. De ce este nevoie de o interfață de utilizare mai bună în dispozitivele medicale utilizate de pacient?

Nu este un secret pentru nimeni că factura globală de asistență medicală crește. La nivel mondial, cheltuielile pentru asistența medicală sunt la un nivel record, iar o populație în expansiune și îmbătrânire înseamnă că acest lucru nu arată nici un semn de încetinire în curând.

O modalitate de a face față acestei cereri este ca pacienții care au nevoie de echipamente specializate să se trateze acasă. Profesioniștii din domeniul sănătății (HCP) prescriu pacienților dispozitive medicale mici, cum ar fi monitoare de tensiune arterială și monitoare de glicemie de ani de zile; cu toate acestea, acum începem să vedem dispozitive mai mari și mai complexe, cum ar fi nebulizatoare, pompe de perfuzie și chiar aparate de dializă, oferite pacienților pentru auto-tratament.

Această tendință are beneficii clare: cu cât pacienții pot avea grijă de ei înșiși, cu atât mai puțin timp trebuie să petreacă într-un spital (sau altă unitate de asistență medicală), eliberând astfel o capacitate prețioasă în sistemul de sănătate (atât timpul HCP, cât și paturile de spital).

1. Risc de erori de utilizare

Pe măsură ce mai mulți pacienți încep să folosească dispozitive mai complexe acasă, șansa de erori de utilizare crește, iar rezultatele pot fi catastrofale. O eroare în timpul utilizării Facebook ar putea duce la încărcarea unei fotografii greșite, o eroare în timpul utilizării unei pompe de perfuzie

poate duce la o supradoză letală. De înțeles, prevenirea unor astfel de erori de utilizare este luată foarte în serios. Administrația pentru Alimente și Medicamente (FDA) din SUA, de exemplu, solicită teste de utilizare pentru toate dispozitivele de îngrijire a sănătății înainte de a le acorda aprobarea de reglementare și nu va aproba niciun dispozitiv care ar putea cauza o eroare fatală de utilizare.

Rolul cheie al interfeței cu utilizatorul

Interfețele cu utilizatorul (UI) au un rol cheie în reducerea riscului de erori de utilizare într-un dispozitiv utilizat de pacient, mai ales acum că mai mulți pacienți folosesc echipamente din ce în ce mai complexe. De fapt, beneficiile unei bune interfețe de utilizare depășesc reducerea erorilor. Oamenilor le place, în general, să folosească produse care par ușor de utilizat și crearea unui dispozitiv pentru care pacienții se simt bine are potențialul de a le îmbunătăți bunăstarea, de a crește aderarea la tratament și de a îmbunătăți sănătatea generală.

Design utilizabil

Un design eficient utilizabil include trei modele diferite care sunt importante pentru fiecare aspect. Acestea sunt următoarele:

- Designul interacțiunilor
- Designul informației
- Designul interfeței

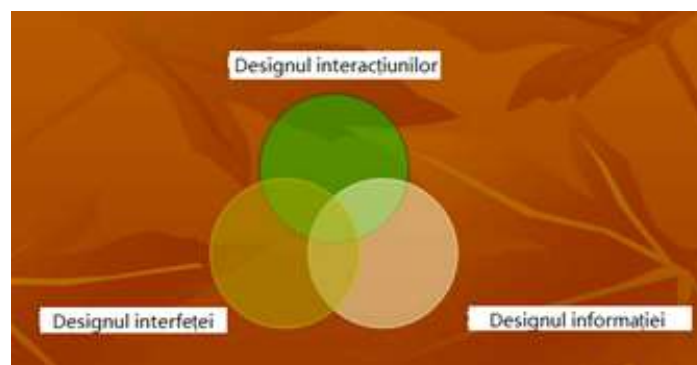


Figura 3.2 Exemplu de design

Pentru a obține un design perfect, toate cele trei caracteristici de proiectare ar trebui să fie incluse și suprapuse. Eșecul oricăruia dintre aceste modele va duce la eșecul întregului proiect. Un sistem cu informații bune și designul interfeței nu va avea succes decât dacă există o interacțiune bună cu utilizatorul.

Capitolul 5

Studiu privind specificațiile pentru dezvoltarea unor interfețe pe web și mobil pentru personalul medical, pacienți, aparținători, serviciu de ambulanță, monitorizare și administrare sistem

5.1. Securitate, GDPR

Securitatea și respectarea regulilor GDPR (Regulamentul General privind Protecția Datelor) sunt aspecte esențiale pentru orice platformă medicală. GDPR este un regulament al Uniunii Europene care a intrat în vigoare în mai 2018 și care stabilește reguli privind protecția datelor personale ale cetățenilor Uniunii Europene.

Securitatea platformei medicale ar trebui să asigure protecția datelor pacienților și a personalului medical, inclusiv informații despre sănătate, istoric medical și informații de contact. Acest lucru se realizează prin utilizarea de tehnologii de criptare, autentificare și autorizare riguroase, precum și prin implementarea de politici și proceduri de securitate adecvate.

Conform GDPR, o platformă medicală ar trebui să obțină consimțământul explicit al pacienților înainte de a colecta sau a utiliza datele lor personale, să le informeze despre scopurile pentru care sunt utilizate datele și să le ofere opțiuni pentru a le șterge sau a le modifica. Platforma trebuie de asemenea să raporteze orice incident de securitate către autoritățile competente în termen de 72 de ore.

Un sistem de platformă medicală care permite integrarea mai multor dispozitive de monitorizare a parametrilor medicali ar trebui să respecte standardele de securitate ale industriei, precum și regulamentul general privind protecția datelor (GDPR) al Uniunii Europene.

Acestea ar include, dar nu se limitează la:

1. Autentificarea și autorizarea utilizatorilor înainte de a accesa datele pacientului
2. Criptarea datelor pacientului atunci când sunt stocate sau transmise
3. Măsuri de securitate fizică pentru a proteja serverul împotriva accesului neautorizat
4. Politici de backup și de recuperare a datelor în caz de incidente sau dezaastre
5. Monitorizarea și raportarea incidentelor de securitate
6. Implementarea de reguli de acces și de auditare pentru a controla modul în care datele pacientului sunt utilizate
7. Comunicarea clară cu pacienții despre cum sunt utilizate datele lor și cum le pot accesa sau șterge

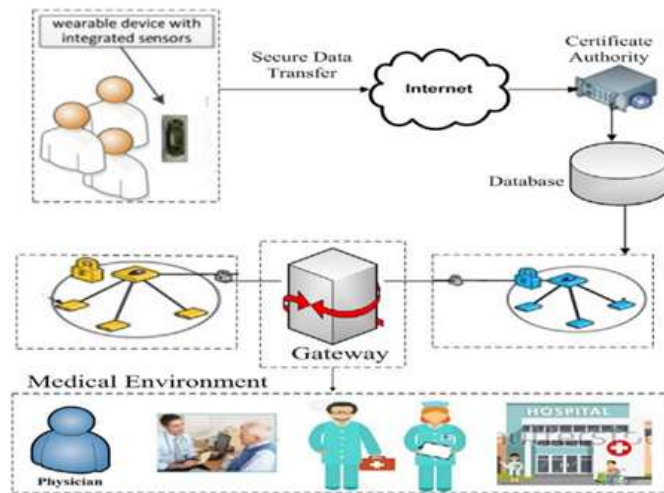


Figura 5.1. Arhitectura sistemelor de sănătate la distanță bazate pe internetul lucrurilor medicale (IoMT)

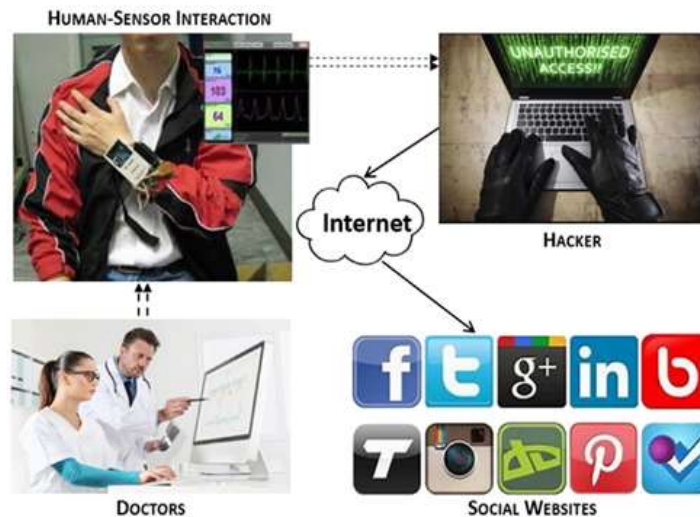


Figura 5.2. Riscuri de securitate și confidențialitate pentru sistemele de tele-sănătate

Probleme sociale

Confidențialitatea, securitatea și aspectele legale sunt câteva dintre problemele sociale asociate cu aceste sisteme. Pentru a proteja confidențialitatea utilizatorilor, toate comunicările prin rețea și pe Internet trebuie să fie criptate, așa cum este subliniat de Actul privind portabilitatea și responsabilitatea asigurărilor de sănătate din SUA din 1996 (Legea SUA pentru sănătate, 1996). Reglementarea legală va fi necesară pentru a reglementa accesul la informațiile de identificare a persoanei dacă datele de sănătate sunt transmise prin Internet. Un cercetător, de exemplu, care trebuie să prelucreze astfel de date, nu ar trebui să cunoască identificarea persoanei; cu toate acestea, medicul pacientului ar trebui să primească identificarea împreună cu datele. Cerințele sistemului iSense din punct de vedere al securității sunt:

Toate punctele de acces informatic (server, dispozitive medicale, senzori, dispozitive mobile, alte terminale, etc.) trebuie sa fie securizate și autentificate;

- Marea majoritate a datelor trebuie sa fie criptate în baza de date cu cheie de criptare externă;
- Cheile de criptare pentru transmisie trebuie sa se schimbe periodic (ex: la 2 secunde);
- Codul sursă trebuie sa fie criptat pe dispozitivele hardware (brățara și bază de transmisie cel puțin) pentru a proteja cheile de criptare, datele de autentificare și algoritmi folosiți.
- Trebuie sa se ia în calcul folosirea de hardware de securitate specializat cum ar fi chip-ul de criptare ATECC508A.
- Toate componentele de software web trebuie sa ofere protectie la cele mai frecvente 10 vulnerabilitati conform OWAS
- Confidențialitate / GDPR
- Trebuie să fie respectate toate normele GDPR europene și naționale, în țările în care produsele și serviciile vor fi folosite. Se preia acordul pacienților acolo unde este necesar și posibil. Datele sunt protejate cu chei criptografice atât la stocare cat și la transmisie. Accesul la date va fi acordat doar persoanelor special asignate și cu nevoi obiective.

5.2. Specificații pentru dezvoltarea unor interfețe pe web și mobil pentru personale medical, pacient, aparținători, serviciu de ambulanță, monitorizare și administrare sistem

Aplicațiile legate de asistență medicală trec printr-o procedură detaliată de aprobare. Aplicația trebuie să îndeplinească standardul HIPAA, să fie conformă cu GDPR și să corespundă reglementărilor de confidențialitate și securitate în funcție de piața țintă. Standardul HIPAA se aplică oricărui software medical care colectează, deține și distribuie informații de asistență medicală. Software-ul compatibil cu GDPR respectă regulile de colectare, stocare și utilizare a datelor cu caracter personal în țările UE. Aceste reguli au fost introduse în mai 2018, iar guvernele aplică amenzi considerabile în cazul unei întreruperi, [32-37].



Figura 5.3. Interfețe web

5.2.1. Cerințe generale

- Designul pentru toate dispozitivele trebuie să fie consecvent, toate făcând parte din același concept.
- Aspectul general al interfețelor trebuie să fie foarte modern, inteligent și să arate profesional.
- Culorile trebuie să fie prietenoase, luminoase, cu excepția culorilor alerte, care sunt menite să atragă atenția personalului care le folosește. Chiar și așa, integrarea culorilor trebuie să fie armonioasă. Paleta de culori trebuie să integreze 4-5 culori principale.
- Livrabilele trebuie să includă stilurile CSS și HTML. Designul trebuie să fie receptiv, HTML-ul trebuie să arate bine pe un smartphone sau tabletă.

Cerințe specifice pentru fiecare tip de interfață:

Interfață smartwatch

Ceasul inteligent este complet negru și are un ecran de culoare pătrată de 240x240px (64k). Dimensiunea fizică este de 1,3 inch (33 mm) în diagonală.

Conținutul să fie ușor de citit pe ecran, astfel, se iau în considerare pictogramele mai mari/mai puțin text. Culoarea de fundal va fi în ton cu fundalul celorlalte 2 interfețe. Numărul de dimensiuni de font trebuie limitat la 2-3.

Declanșarea manuală a alertei

Sunt necesare 2 ecrane:

- Ecran de alertă - va afișa „Alertă declanșată” și „Pentru a anula alerta, atingeți de două ori în următoarele 10 secunde”.

- Ecranul de confirmare/anulare - va arăta: „Alerta a fost trimisă. Vă rugăm să așteptați ajutor.” sau „Alerta a fost anulată. Puteți declanșa una nouă apăsând de două ori butonul de alertă”.
- Numărul de pictograme va fi limitat (din cauza limitărilor de memorie pe dispozitivul hardware) trebuie luat în considerare faptul că aceeași pictogramă în două dimensiuni diferite este considerată ca două pictograme. Formatul PNG va fi utilizat în culori 5-6-5 pe 16 biți.

Interfața aplicației pe smartphone

Ecran	Wireframe (conținut)	Cerințe
0	(watch photo) web address	Ecranul Splash <ul style="list-style-type: none"> • Gradient de culoare subestimat ca fundal. • Ecranul real al ceasului va fi cel proiectat ca urmare a acestui document. Va fi plicat un efect de perspectivă corect.
A1	Configurarea dispozitivului Make sure your watch is powered on (animated icon) Select your watch from the list 5. Panic 1 6. Panic 2	Configurare
A2	Connecting the watch... (connection animation)	Conectarea ceasului Opțional, deasupra va putea apărea mesajul „Actualizare firmware cu succes”.
A3	iSense (BT icon) Watch Connected Battery icon 70%	Ceas conectat <ul style="list-style-type: none"> • Nu un ecran curent, ci doar o parte a multor ecrane ulterioare. • Acesta este un antet care va apărea pe majoritatea ecranelor ulterioare: D1-D3, A4, E-E2, F
A4	iSense Watch (BT icon) Connected (Battery icon) 70% [Find my watch] There are no alerts Standing by for alerts from the Panic Watch. If you trigger it accidentally, you can cancel it by double tapping the Watch screen within 10 seconds. <u>Home</u> Upcoming events ≡	Standby <ul style="list-style-type: none"> • Filele de jos și pictograma hamburger pentru meniul extins (vezi ecranul H). • „Status” va fi înlocuit cu o pictogramă Bluetooth. • Ora va fi plasată în stânga informațiilor despre stare și baterie • După ce se face click pe [Find my watch], va afișată o animație de căutare. Animația de căutare ar putea fi un ecran de scanare Sonar/Radar, care se rotește pe loc • Animația va trebui să fie înlocuită cu „Ceasul tău a fost găsit! Ar trebui să

		vibreze acum.”
B	Failed to connect Returning to scanning for watches	Eroare de conexiune
C	Watch not visible Please get near the watch and if not functional, attempt to reboot it...	Ceasul nu este vizibil
D1	iSense Watch (BT icon) Connected (Battery icon) 70% [Find my watch] New firmware available! Please - place the watch on the charger - update process takes several minutes - during this time don't interact w/ the phone and the watch - initiate the update - wait 'till completion Alerting will not be available... [Update watch firmware]	Firmware nou disponibil <ul style="list-style-type: none"> • Meniul de jos nu este afișat
D2	iSense Watch (BT icon) Connected (Battery icon) 70% Alerting is not available while pdating firmware Please - place the watch on the charge - update process takes several minutes - during this time don't interact w/ the phone and the watch - initiate the update - wait 'till completion Updating firmware (progress bar)	Actualizare firmware <ul style="list-style-type: none"> • Meniul de jos nu este afișat. • Eticheta de jos „Updating firmware” va putea, de asemenea, să găzduiască „Attempting 2nd time to update firmware”. • [Find my watch] nu mai este disponibil din cauza restricțiilor tehnice.
D3	iSense Watch (BT icon) Connected (Battery icon) 70% [Find my watch] Update failed. Check if the watch is functional. If not, attempt to reboot by pressing and holding the side button for 5 seconds. <u>Home</u> Upcoming events ≡	Actualizare eșuată <ul style="list-style-type: none"> • Este afișat meniul de jos.

E	<p>iSense Watch (BT icon)</p> <p>Connected (Battery icon) 70% [Find my watch]</p> <p>Alert! Alert received at 16:53. If this was made in error, please cancel the action by double tapping the Panic Watch screen in the next 10 seconds. Or [Double tap here]</p>	<p>Alertă de la ceas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meniul de jos nu este afișat. • "Alert!" va fi mare și centrat. • Culoarea de fundal se va schimba în ceva roșcat/portocaliu/crem pentru a arăta gravitatea situației. Lizibilitatea conținutului va rămâne ridicată.
E1	<p>iSense Watch (BT icon)</p> <p>Connected (Battery icon) 70% [Find my watch]</p> <p>Alert sent! Alert received at 16:53. It has been transmitted to the monitoring service. Please wait for help. <u>Home</u> Upcoming events ≡</p>	<p>Alertă trimisă</p> <ul style="list-style-type: none"> • Butonul de meniu este prezent. • Eticheta „Alert received at ...” este înlocuită cu o pictogramă și cu ora reală din stânga „Alert sent!”. Eticheta rămâne mare și centrată. • Culoarea de fundal a ecranului Alert E se păstrează.
E2	<p>iSense Watch (BT icon)</p> <p>Connected (Battery icon) 70% [Find my watch]</p> <p>Alert cancelled! Alert received at 16:53. <u>Home</u> Upcoming events ≡</p>	<p>Alertă anulată</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meniul de jos este prezent. • Fundalul este restaurat la cel standard/standby.
F1	<p>iSense Watch (BT icon)</p> <p>Disconnected Please keep your phone and watch in close vicinity.</p> <p>Your watch should vibrate now. If it does not and the screen cannot be turned on by tapping on it, please place it in the charger. The watch screen should light up and the connection will be remade in a few seconds. [Stop the phone ringing]</p>	<p>Ceasul este deconectat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceasta va fi afișată în dreapta ceasului pe ecranul A4. Informațiile despre baterie nu o să mai fie prezente. • Informația este vizibilă, contrast mare, font suficient de mare. • Fundalul se schimbă în ceva puțin mai activ, dar nu în cel folosit pe ecranul Alert E.
N	<p>Upcoming events</p> <p>Just now 10:00 Morning pills [Confirm] [Cancel]</p> <p>Today 20:00 Evening pills</p> <p>Tomorrow 10:00 Morning pills 13:00 Doctor appointment</p>	<p>Evenimente viitoare</p>

O	<ul style="list-style-type: none"> About Alerts history Help 	<p>Mai multe opțiuni</p> <ul style="list-style-type: none"> Meniul hamburger din dreapta jos, după fila „Watch”. Meniul se deschide vertical deasupra conținutului curent și conține aceste opțiuni în ordine verticală de sus: <ul style="list-style-type: none"> About Alerts history Help Fiecare opțiune are asociată o pictogramă simplă
O1	<p><- About (Panic Watch logo) App version 0.5.27 Watch FW version: 0.4 HW version: 1 MAC: D2:B0:03:E2:20:E6 Panic Watch is a product aimed at senior citizens and ailing people that will send a medical alert to medical staff. [Panic Watch User Agreement] Terms and conditions</p>	<p>Despre</p> <ul style="list-style-type: none"> Butonul “Back” cu eticheta actuală a ecranului.
O2	<p><- Alerts history Sep 17, 14:55 Sent Sep 17, 15:05 Sent Sep 18, 10:25 Cancelled Sep 18, 10:47 Sent</p>	<p>Istoricul alertelor</p> <ul style="list-style-type: none"> Butonul “Back” cu eticheta actuală a ecranului
O3	<p><- Help How to setup a new watch How to trigger and cancel an aler</p>	<p>Ajutor</p> <ul style="list-style-type: none"> Butonul “Back” cu eticheta actuală a ecranului. Conținutul este practic link-uri web (“How to...”

5.1.2. Interfață pe computer-Tablou de bord de monitorizare [38-42]

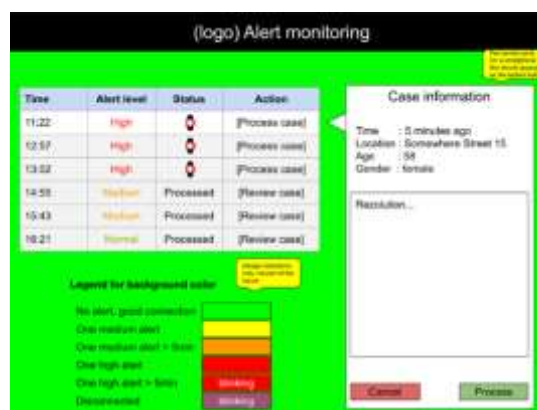


Figura. 3.4. Tablou de bord de monitorizare

- Testarea interfeței personal medical
- Testarea interfeței de administrare
- Testarea interfeței de ambulanță
- Testarea aplicației de pacient
- Testarea aplicației de ambulanță

Observații:

- Textele galbene și elementele din jumătatea inferioară nu vor face parte din ecranul principal.
- Legenda este doar pentru informarea designerului/dezvoltatorului. Nu va apărea pe ecran.
- La apăsarea butonului [Process], apare un dialog sau un panou care permite operatorului să continue cu un caz. Se va adăuga o bară de defilare sau o paginare pentru cazurile cu multe alerte.

Interfațele vor avea aspect profesional, high-tech.

Exemple:



Figura. 5.5 Exemple de interfețe profesionale, high-tech

Interfața va fi curată, prietenoasă, cu lizibilitate și ergonomie.

Exemple:



Figura 5.6 Exemple de intrfețe curate, prietenoase, cu lizibilitate și ergonomie

Interfața nu va fi una nerealistă, aglomerată, confuză și non-intuitivă.

Exemplu:



Figura 5.6. Exemple de interfațe care nu sunt nerealist, aglomerate, confuze și non-intuitive

Capitolul 6

Arhitectura de comunicație a unui sistem de monitorizare a sănătății WBAN, cu aplicații pentru monitorizarea diferitelor boli

6.1. Tehnologii utilizate

Există mai multe tehnologii care ar putea fi utilizate. Unele dintre aceste tehnologii ar include:

Wireless communications: Acestea ar permite dispozitivelor medicale să comunice cu platforma medicală fără a fi nevoie de cabluri sau conexiuni fizice. Exemple de tehnologii wireless pot include Bluetooth, Wi-Fi și Zigbee.

Cloud computing: Aceasta ar permite stocarea și procesarea datelor biometrice colectate de dispozitivele medicale într-un mediu sigur și accesibil de oriunde. Astfel, platforma poate fi accesată de medici din orice locație și poate fi utilizată pentru a furniza analize și rapoarte în timp real.

Analytics: Acestea ar permite platformei medicale să analizeze datele biometrice colectate și să genereze informații valoroase pentru medici, cum ar fi tendințe și modele în datele pacientului.

Artificial Intelligence & Machine learning: Acestea ar permite platformei medicale să înțeleagă datele pacienților și să își auto-îmbunătățească performanța în timp, prin utilizarea de modele de învățare automată.

Interfața utilizator: Platforma ar trebui să aibă o interfață ușor de utilizat, astfel încât medicii să poată accesa și analiza datele biometrice în mod eficient și rapid.

6.1.1. Rețelele wireless WBAN

Rețelele wireless WBAN sunt un tip de rețele fără fir care sunt adesea folosite în platformele medicale care integrează dispozitive medicale care obțin date biometrice dintr-o gamă largă de parametri fiziologici, cum ar fi ritmul cardiac, tensiunea arterială, temperatura corpului, nivelurile de activitate fizică, pulsul și nivelul de oxigen.

Aceste tehnologii de comunicații fără fir sunt de obicei cu putere redusă, cu rază scurtă de acțiune și funcționează în benzi fără licență sau de joasă frecvență pentru a minimiza interferența și consumul de energie. Câteva exemple de tehnologii de comunicații fără fir utilizate în WBAN includ Bluetooth, Zigbee și ultra-wideband (UWB). Datorită caracteristicilor unice ale rețelelor WBAN, standardul IEEE 802.15.6 a fost formulat pentru WBAN și este adoptat pe scară largă pentru dispozitivele medicale și comunicațiile prin rețea cu senzori corporali, [43-47].

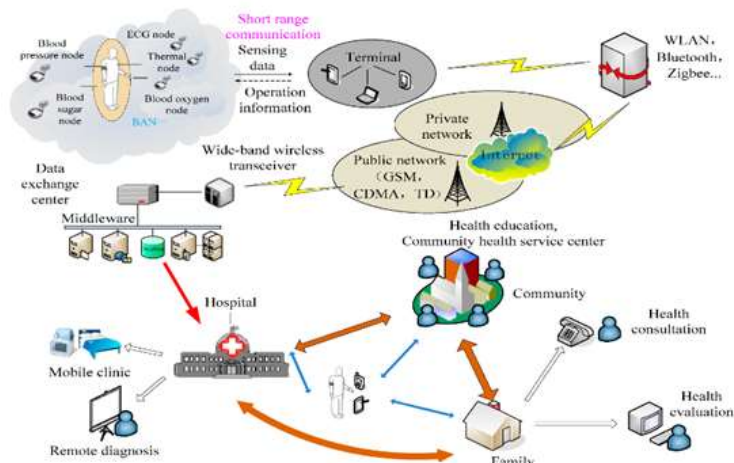


Fig 6.1. Ideea de bază a sistemului WBAN și aplicațiile sale

Figura 6.1 ilustrează ideea de bază a WBAN și aplicațiile sale. Responsabilitatea fiecărui nod este de a colecta parametri fiziologici, cum ar fi electrocardiograma (ECG), electroencefalograma (EEG), saturația de oxigen din sânge (SpO₂), tensiunea arterială (TA) și variabilitatea ritmului cardiac (HRV). Terminalul joacă un rol de server personal pentru a aduna toate datele de la noduri și apoi le transmite pe Internet.

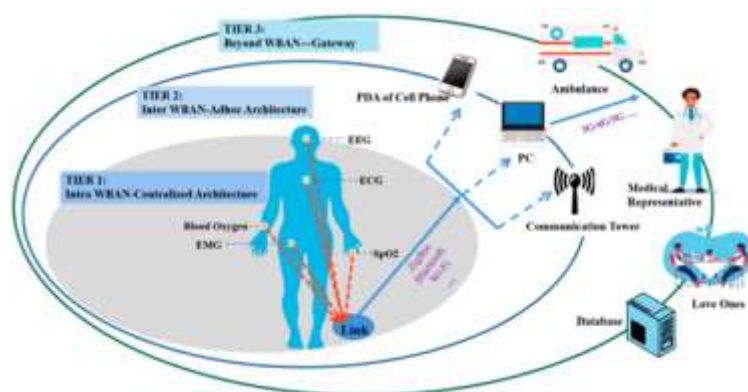


Figura 6.2. Arhitectura de comunicare a unui sistem de monitorizare a sănătății WBAN

Figura 6.2 descrie arhitectura de comunicare a unui sistem de monitorizare a sănătății WBAN. WBAN-urile pot fi clasificate în trei niveluri de comunicare la nivel: comunicații intra-WBAN, inter-WBAN și dincolo de comunicații WBAN.

6.1.2 Aplicații WBAN pentru monitorizarea sănătății [48-54]

Tehnologia WBAN este utilizată pe scară largă în monitorizarea sănătății, militar, sport, divertisment, aerospațial și multe alte domenii care implică ființe umane, prezentând beneficii

economice uriașe și valoare socială. După cum se arată în tabelul de mai jos, este de obicei împărțit în aplicații medicale și non-medicale

Diseases	Collected Data	Sensor	Transmission Protocol
Depression	the location, the posture, pressure→accelerometers	Barometric pressure sensor data	—
Pain assessment	facial surface EMG	wearable sensor with a biosensing facial mask	hotspot of a cellphone/a smart gateway/a general router
Heart diseases	BP, ECG, SpO ₂ , heart rate, pulse rate, blood fat blood glucose, patients' risk and location	ECG; blood sensing device	Bluetooth
Knees rehabilitation	EMG; ECG	Accelerometer; EMG; ECG	Smartphones act as a gateway
Knee arthroplasty	the angles of knee flexion	a master and slave sensor unit, the flexion angle sensor	mobile telephone network
Chronic diseases	heart rate, body temperature, and blood pressure	corresponding three sensors	Bluetooth
Hypertension	ECG, HRV	ECG	Bluetooth
Ubiquitous monitoring system	four types of vital signs, oxygen saturation, blood pressure, heart rate, and sugar level	body sensor network	3G/Wi-Fi/Bluetooth
Cardiovascular diseases	Physiological signals include ECG, BP, stress level, SpO ₂	Accelerometers; ECG	Mobile device
Heart diseases	BP, pulse, body temperature, patient position, ECG	ECG; airflow; body position; BP sensor; Ambient sensors	Wi-Fi/3G/GPRS, ZigBee/Bluetooth
Diabetes	blood glucose; Blood pressure; ECG	corresponding sensors	Bluetooth
Diabetes	EMG, Body temperature, Heart rate, Blood pressure, Blood glucose	corresponding sensors	ZigBee
Fall detection	real-time activity and fall data	motion sensors	Bluetooth
Obesity	heart rate, waist circumference, physical activity, weight, glucose	chest strap; band; pedometer; pressure sensor; patch	GPRS/3G/4G/Wi-Fi

Figura 3. Aplicații WBAN pentru monitorizarea diferitelor boli

Figura de mai jos descrie câteva cerințe tehnice tipice ale aplicațiilor BAN. Trei aspecte, „consumul de energie”, „calitatea serviciului (QoS)” și „siguranța pentru corpul uman” au diferențe semnificative în standardele BAN față de alte standarde 802.

Application	Data Rate	Nodes Number	Topology	Setup Time	P2P Latency	BER	Duty Cycle	Battery Lifetime
ECG	72 kb/s	<6	Star	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<10%	>1 week
EMG	1.54 Mb/s	<6	Star	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<10%	>1 week
EEG	86.4 kb/s	<6	Star	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<10%	>1 week
Drug dosage	<1 kb/s	2	P2P	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<1%	>24 h
Hearing aid	200 kb/s	3	Star	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<10%	>40 h
Capsule endoscope	1 Mb/s	2	P2P	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<50%	>24 h
Deep brain stimulation	1 Mb/s	2	P2P	<3 s	<250 ms	<10 ⁻³	<50%	>3 years
imaging	<10 Mb/s	2	P2P	<3 s	<100 ms	<10 ⁻⁵	<50%	>12 h
Audio	1 Mb/s	3	Star	<3 s	<100 ms	<10 ⁻⁵	<50%	>24 h
temp/respiration/glucose monitor/accelerometer	<10 kb/s	<12	Star	<3 s	<250 ms	<10 ⁻¹⁰	<10%	>1 week

Figura 6.4. Cerințe tehnice tipice ale aplicațiilor BAN

Figura de mai jos prezintă intervalele dorite care se potrivesc cu cerințele propuse ale standardelor WBAN.

Characteristic	Requirement	Desired Range
Operating distance	In, on or around the body	Typically limited in 3 m
Peak power consumption	Ultra-low	μ W level in sleep mode, up to 30 mW fully active mode
Data rate	Scalable	From 1 kb/s to 10 Mb/s
Network size	Modest	~50 devices per BAN
Frequency band	Global unlicensed and medical bands	MedRadio, ISM, WMTS, UWB
MAC	Scalable, reliable, versatile, self-forming	Low power, synchronization, listening, wake up, turn-around
QoS	Real-time data, periodic parametric data, episodic data and emergency alarms	P2P latency: from 10 ms to 250 ms, BER: from 10 ⁻¹⁰ to 10 ⁻³ , reservation and prioritization
Coexistence	Coexistence with legacy devices and self-coexistence	Simultaneous co-located operation of up to 10 independent WBANs
Topology	Star, Mesh or Tree	Self-forming, distributed with multi-hop support
Environment	Body shadowing, attenuation	Seamless operation of multiple nodes in and out of scope with each other
Setup time	Not to be perceived	Up to 3 s
Security	Various levels	Authentication, Encryption, Authorization, Privacy, Confidentiality, Message integrity
Safety/Biocompatibility	Long-term continuous use without harmful effects	regulatory requirements
Ergonomic consideration	Size, weight, shape and form factors limited by location and organ	Non-invasive, appropriate size, weight and form factors
Reprogramming, Calibration, Customization	Personalized, configurable, integrated and context-aware services	reprogram, recalibrate, tune and configure devices wirelessly

Fig 6.5. Rezumatul cerințelor tehnice și intervalele dorite ale acestora

Figura de mai jos descrie mecanismele mai multor senzori comuni și ratele lor de date în WBAN-uri. O cerință importantă este ca senzorii să poată monitoriza în mod continuu starea de sănătate a pacientului fără a le perturba activitățile. Deoarece semnalele parametrilor fiziologici sunt foarte slabe, detectarea corectă și procesarea precisă a acestor semnale de către nodurile senzorilor este foarte crucială. În plus, senzorii generează diverse tipuri de date care necesită o prelucrare diferită pentru a asigura îndeplinirea cerințelor specifice. Tipurile includ date generale, date sensibile la întârziere, date de urgență și date de fiabilitate.

Sensor	Working Mechanism	Power Consumption	Data Rate
Blood sugar	Uses non-invasive methods such as optical measurement at the eye and breath analysis	Very low	Low
Blood pressure	Measures systolic and diastolic pressure	High	Low
ECG/EEG/EMG	Differential measurement via electrodes placed on the body	Low	High
Temperature	Uses an integrated circuit to detect the temperature changes by measuring resistance	Low	Very low
Respiration	Measures the dissolved oxygen in a liquid with two electrodes, a cathode and an anode covered by a thin membrane	Low	Low
Accelerometer	Measures the acceleration relative to freefall in three axes	High	High
Carbon dioxide	measures the gas absorption using infrared light	Low	Low
Gyroscope	Measures the orientation based on the principles of angular momentum	High	High
Pulse oximetry	Measures the changes of absorbance ratio by the red or infrared light passing through the fingertip or earlobe	Low	Low
Humidity	Measures the conductivity changes	Low	Very low

Fig 6.6. Mecanismul de funcționare al biosenzorilor și ratele lor de date

6.1.2.1. Transmisie fără fir

Tabelul de mai jos prezintă principalele specificații pentru sistemele WBAN.

Specifications	Requirements
Topology	Star or star mesh hybrid, bidirectional link
Devices	Number Typically 6, Up to 16
Data Rate	10 Kb/s–10 Mb/s
Range	>3 m with low data rate under IEEE Channel Model
PER	<10% with a link success probability of 95% overall channel conditions
Latency	<125 ms (medical), <250 ms (non-medical)
Reliability	<1 s for alarm, <10 ms for applications with feedback
Power Consumption	>1 year (1% LDC and 500 mAh battery), >9 h (always “on” and 50 mAh battery)
Coexistence	Less than 10 BANs in a volume of 6 m × 6 m × 6 m

Figura 6.7. Specificații principale pentru sistemele WBAN

6.1.2.2. Benzi de frecvență pentru modelele de canale

Alegerea benzilor de frecvență pentru WBAN-uri este un factor elementar care afectează comunicarea fără fir. Tabelul de mai jos oferă benzile de frecvență de funcționare pentru WBAN-urile medicale.

Operation Bands	Frequency Range	Disadvantages	Application
>Medical device radio communications	401–406, 413–419, 426–432, 438–444, 451–457 MHz	Limited bandwidth	In-body and on-body
Human body communications (HBC)	5–50 MHz	Affected by the human posture and surroundings	In-body and on-body
Medical implant communication service spectrum	402–405 MHz	Limited bandwidth	In-body
Wireless medical telemetry service	608–614, 1395–1400, 1427–1432 MHz	Limited bandwidth Not harmonized globally or regionally	On-body
Industrial, scientific and medical (ISM)	2360–2390 MHz	Not suitable for critical life situations due to coexistence with aeronautical mobile telemetry	On-body
	2390–2400 MHz	Limited bandwidth	On-body
	2400–2500 MHz	Unlicensed WBAN, occupied by IEEE 802.15.6, Wi-Fi, Blue-tooth, ZigBee.	On-body
Ultra wideband (UWB)	3.1–10.6 GHz	Incomplete spectrum monitoring campaign	On-body

Figura 6.8. Benzile de funcționare ale rețelelor de zonă a corpului medical

6.2. Exemple de platforme care folosesc această tehnologie în prezent

Există mai multe platforme care folosesc tehnologia AI și ML în medicină în prezent. Unele dintre acestea sunt:

IBM Watson for Oncology: aceasta platformă folosește inteligența artificială pentru a analiza datele pacienților cu cancer și pentru a oferi recomandări personalizate pentru diagnosticare și tratament.

Enlitic: această companie folosește tehnologia ML pentru a analiza imaginile medicale și pentru a identifica semnele de boli precum cancerul de plămâni sau de sân.

Zephyr Health: această platformă folosește AI pentru a analiza datele pacienților și pentru a identifica pacienții care ar putea fi eligibili pentru anumite studii clinice sau tratamente.

Zebra Medical Vision: aceasta companie dezvoltă o varietate de algoritmi de inteligență artificială pentru a analiza imaginile medicale și a ajuta medicii să identifice problemele de sănătate precum osteoartrita, osteoporoza și aneurismele cerebrale.

CloudMdx Health: această platformă de inteligență artificială utilizează un sistem de predicție pentru a analiza și a monitoriza sănătatea pacienților, în scopul de a preveni internările spitalicești.

PathAI: această companie se concentrează pe utilizarea inteligenței artificiale pentru a analiza imagini de patologie și de a oferi diagnosticări mai rapide și mai precise.

Acestea sunt doar câteva exemple de platforme care folosesc AI și ML în medicină în prezent. Este important să reținem că acestea sunt în continuă evoluție și sunt utilizate în diverse domenii medicale și, de aceea, acestea sunt în continuă dezvoltare și aplicare.

6.3 Funcționare

IA și ML funcționează prin utilizarea unor algoritmi de învățare automată pentru a permite sistemelor să înțeleagă și să se adapteze automat pe baza datelor. Acest lucru se face prin procesul de învățare automată, care se desfășoară în trei pași principali:

- **Antrenarea modelului:** în acest pas, un model de învățare automată este antrenat folosind un set de date de antrenament, care conține informații despre obiectul sau fenomenul pe care dorim să-l înțelegem. De exemplu, un model de recunoaștere a imaginii ar putea fi antrenat folosind o colecție de imagini de cancer de piele.
- **Validarea modelului:** După antrenare, modelul este validat folosind un set de date de validare separat. Acest set de date este utilizat pentru a evalua performanța modelului și pentru a verifica dacă acesta generalizează bine pentru date noi, nevăzute în timpul antrenamentului.
- **Aplicarea modelului:** După validare, modelul este aplicat pentru a prelucra date noi. De exemplu, un model de recunoaștere a imaginii ar putea fi utilizat pentru a analiza noi imagini de piele și pentru a identifica semnele de cancer.

6.4. Interfața utilizator (UI)

Interfața utilizator (UI) este un aspect important al oricărei platforme, inclusiv cele medicale care folosesc tehnologia IA și ML. O interfață ușor de utilizat ar permite medicilor să acceseze și să analizeze datele pacienților într-un mod eficient și rapid, ceea ce ar putea îmbunătăți diagnosticarea și tratarea bolilor.

Pentru a oferi o interfață ușor de utilizat, platforma ar trebui să aibă următoarele caracteristici:

- *Navigare intuitivă*
- *Vizualizare clară a datelor*
- *Personalizarea setărilor*

6.5. Interfață pentru personalul medical

Această interfață ar trebui să ofere funcționalități specifice pentru personalul medical, cum ar fi:

1. Alerte pentru anomalii privind activitatea cardiacă, respirația și activitatea fizică: Platforma ar trebui să ofere alerte pentru valori anormale sau parametri limită pentru diferite semne vitale ale pacientului, cum ar fi ritmul cardiac sau frecvența respiratorie.
2. Generare rapoarte: Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a genera rapoarte personalizate bazate pe datele pacientului, care să poată fi utilizate pentru luarea deciziilor și planificarea tratamentului.
3. Trimiteremesaje: Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a trimite mesaje pacientilor si de a comunica cu ei, cum ar fi mesaje de confirmare a programarii sau de amintire a tratamentului.
4. Acces la istoricul medical: Platforma ar trebui să ofere acces la istoricul medical al pacientului, cum ar fi rezultatele testelor anterioare sau tratamentele administrate anterior.

6.6. Interfață pentru pacient

Această interfață ar trebui să ofere funcționalități specifice pentru pacienți, cum ar fi:

1. Conectare la dispozitivele medicale
2. Acces la propriile date medicale
3. Comunicare cu personalul medical
4. Programare și amintiri
5. Posibilitatea de feedback.

6.7. Interfață pentru serviciul de ambulanță

Această interfață ar trebui să ofere funcționalități specifice pentru personalul de ambulanță, cum ar fi:

1. Harta și GPS: Platforma ar trebui să ofere acces la o hartă interactivă și sistemul GPS, care să permită șoferului să determine cea mai rapidă și sigură rută către locul accidentului sau spital.
2. Informații despre trafic și obstacole: Platforma ar trebui să furnizeze informații despre trafic și obstacole din zona de mers, cum ar fi accidente sau lucrări de drum, astfel încât șoferul să poată evita aceste zone și să poată ajunge la locul accidentului sau la spital cât mai repede posibil.
3. Comunicare cu Centrul de comandă: Platforma ar trebui să permită comunicarea între șoferul ambulanței și centrul de comandă sau alte unități de ambulanță, astfel încât să poată fi coordonate operațiunile și să poată fi furnizate suport în timp real.
4. Acces la informații pacient: Platforma ar trebui să ofere acces la informații pacient precum istoric medical, alergii sau medicamente administrate anterior, astfel încât să se poată lua decizii informate privind tratamentul sau transportul pacientului.
5. Rapoarte: Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a genera rapoarte privind activitatea ambulanței, cum ar fi locurile unde s-au deplasat sau pacienții transportați.
6. Securitatea datelor: Platforma ar trebui să ofere un nivel ridicat de securitate pentru datele pacienților și informații confidențiale

6.8. Interfață de administrare sau monitorizare

Această interfață ar trebui să ofere funcționalități specifice pentru personalul de administrare sau monitorizare, cum ar fi:

1. Management de permisiuni: Platforma ar trebui să ofere o funcționalitate de management de permisiuni, astfel încât personalul de administrare să poată controla cine are acces la anumite informații sau funcționalități. Aceasta ar putea include atribuirea de roluri sau a permisiunilor specifice pentru utilizatori, cum ar fi medici, pacienți sau personal de administrare.
2. Control de acces: Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a controla accesul la diferențe de date sau funcționalități, astfel încât să se poată proteja informațiile confidențiale sau să se limiteze accesul doar pentru persoanele autorizate.
3. Rapoarte și statistici: Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a genera rapoarte și statistici privind utilizarea platformei sau datele pacienților, astfel încât personalul de administrare să poată lua decizii informate privind managementul platformei sau tratamentul pacienților.

4. Managementul dispozitivelor medicale: Platforma ar trebui sa ofere posibilitatea de a administra și monitoriza dispozitivele medicale conectate la platforma, cum ar fi actualizarea firmware-ului sau configurarea parametrilor
5. Monitorizarea performantei: Platforma ar trebui sa ofere posibilitatea de a monitoriza performanta platformei și a sistemelor conectate, astfel încât să se poată identifica și remedia problemele în timp util.
6. Backup și recovery: Sunt două funcționalități importante care ar trebui să fie incluse într-o interfață de administrare sau monitorizare.
7. Backup: Este procesul de a salva copii ale datelor într-un loc sigur, în cazul pierderii sau deteriorării acestora. Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a realiza backup automat al datelor pacienților sau al configurațiilor sistemului, astfel încât să poată fi recuperate în cazul unei erori sau a unei probleme.
8. Recovery: Este procesul de a recupera datele sau sistemul din backup, în cazul pierderii sau deteriorării acestora. Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a recupera datele sau configurațiile sistemului din backup, astfel încât să poată fi restaurate în cazul unei erori sau a unei probleme.
9. Testarea și verificarea: Platforma ar trebui să ofere posibilitatea de a testa și verifica procesul de backup și recovery pentru a se asigura că datele pot fi recuperate în cazul unei situații de urgență și ca procesul de recovery funcționează corespunzător

Capitolul 7

Aplicația practică a platformei de management medical sistemului iSense din punct de vedere al funcționalității și securității

7.1. Specificații funcționale construite în jurul obiectivelor medicale, redactate modular cu estimări de timp și cost defalcate, care permit modelarea produsului final în funcție de beneficii utilizator final și costuri

Sistem integrat iSense de monitorizare prin telemedicina a pacienților oferă o soluție de monitorizare la distanță a funcțiilor vitale și are obiectivele prezentate în continuare, [59-61].

Obiectivele specifice

1. Crearea unui sistem integrat de monitorizare continuă prin telemedicină a parametrilor biomedicali ai pacienților, în 24 de luni de la începutul implementării prin realizarea unei platforme web și a unor module de senzori biometrici în care se vor integra noile tehnologii de miniaturizare și soluții de transmitere wireless a informațiilor.

2. Crearea unui sistem de alertare a personalului medical și aparținătorilor, atât la nivel extra cât și intra-spitalicesc, în termen de 24 luni de la începerea implementării, prin care se vor sesiza anomaliiile din activitatea cardiacă, activitatea respiratorie, temperatura corpului, activitatea fizică, oxigenarea sângelui, utilizând multiple tehnologii wireless și sisteme automate de schimbare a conexiunii.

7.1.2. Estimări de timp și cost

Timpul necesar pentru a realiza o platformă medicală poate varia în funcție de mai mulți factori, cum ar fi:

- *Complexitatea sistemului*: gradul de complexitate al sistemului poate afecta timpul necesar pentru a-l dezvolta și implementa.
- *Numărul de funcționalități*: numărul de funcționalități incluse în sistem poate afecta timpul necesar pentru a le dezvolta și implementa.
- *Echipa de dezvoltare*: dimensiunea și experiența echipei de dezvoltare poate afecta timpul necesar pentru a finaliza proiectul.

- *Reglementări și standarde:* respectarea reglementărilor și standardelor privind protecția datelor și confidențialitatea poate adăuga la timpul necesar pentru implementarea sistemului.

Implementare a unui sistem matur care poate ieși pe piață într-un mod competitiv este de 2 ani.

Cost licențe produs

	Licență			
	Silver	Gold	Platinum	Diamond
Durată	1 an	1 an	1 an	1 an
Kit-uri	15	50	250	500
White Label	✓	✓	✓	✓
Sistem IT	✓	✓	✓	✓
Suport tehnic email	✓	✓	✓	✓
Suport tehnic telefon 8h		✓	✓	✓
Suport telefonic 27/7			✓	✓
Suport deplasare				✓
Cost	9000	22500	65000	100000

Estimare cost

Nr crt.	Modelul	Cost (RON)
1	Interfața personal medical	319890
2	Interfața pacient	153740
3	Interfața serviciu de ambulanță	92320
4	Interfața administrare	258340
5	Server (Back-end)	978160
6	Firmware bratară	526060
7	Firmware baza de transmisie	526060

7.2. Soluții tehnologice propuse cu justificare amănunțită care includ: lista de riscuri și soluții de reducere a acestora și stabilitate, performanță, versatilitate, stabilitate

Problemă la	Tehnologia software	Tehnologia hardware
Echipament pacient		
Conexiune NB-IoT	Trecere pe 4G/3G	Integrare Modem 4G/3G
+Conexiune 4G/3G	Trecere pe WiFi	Chipset și antenă WiFi integrată
+Conexiune WiFi	Trecere pe BLE/BT Smartphone	Datele netansmise sunt stocate intermediar
+Conexiune BLE	Chipset și antenă BLE/BT integrată	Stocarea internă brățară și bază de transmisie

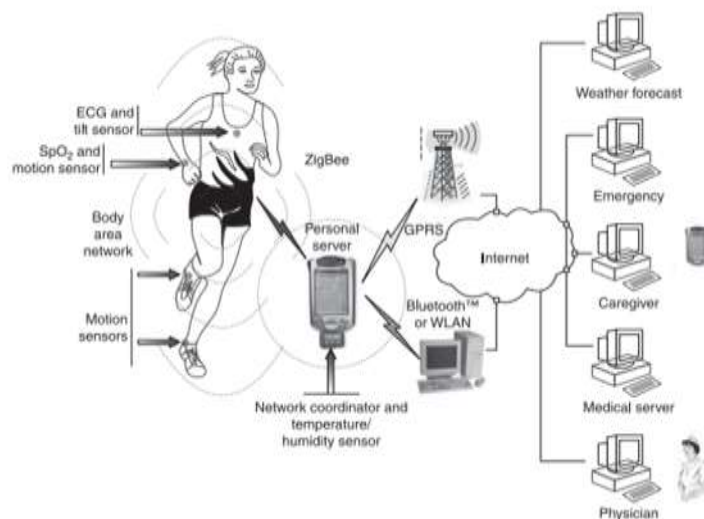


Figura 7.3. Rețea de senzori inteligenți pentru monitorizarea pacientului

7.3. Platforme suportate și specificații operaționale

Platformele suportate

1. Sisteme de operare pentru computere desktop (Windows/Linux/MacOS) cu posibilitatea de a rula browserele web disponibile actualizate la zi, inclusiv Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari și Microsoft Edge.
2. Sistem de operare pentru dispozitive mobile (iOS, Android).
3. Standarde deschise pentru comunicarea cu dispozitivele medicale (ex. HL7, DICOM)

4. Interfete API pentru a permite integrarea cu alte sisteme de management al pacientului (ex. EHR)
5. Criptare și securitate pentru protecția datelor pacientului. (CertIFICATE SSL)

7.4. Arhitecturi propuse

Un set de arhitecturi posibile pentru un sistem informatic de monitorizare portabil ar putea include:

7.4.1. Arhitectura client-server

Această arhitectură poate fi folosită pentru a colecta date de la senzorii din dispozitivul portabil și a transmite aceste date către un server central pentru prelucrare și analiză.

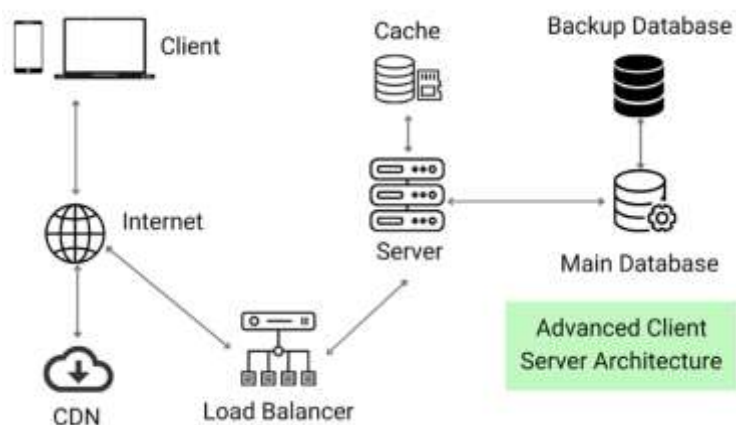


Figura 7.4. Arhitectura client-server

Arhitectura distribuită

Această arhitectură poate fi folosită pentru a distribui sarcinile de prelucrare a datelor către mai multe dispozitive, în loc să se bazeze pe un singur server central.

Arhitectura bazată pe cloud

Această arhitectură poate fi folosită pentru a stoca și prelucra datele colectate prin intermediul unui serviciu cloud, oferind flexibilitate și scalabilitate în prelucrarea datelor.

Arhitectura edge computing

Această arhitectură poate fi folosită pentru a prelucra și analiza datele la nivelul dispozitivului portabil, eliminând astfel necesitatea de a transmite datele către un server central pentru prelucrare.

În figura de mai jos se descrie o arhitectură generică de monitorizare stratificată ECG. Contextul de monitorizare poate varia de la monitorizare la domiciliu, la monitorizare ambulatorie, la monitorizare spital, la monitorizare la distanță.

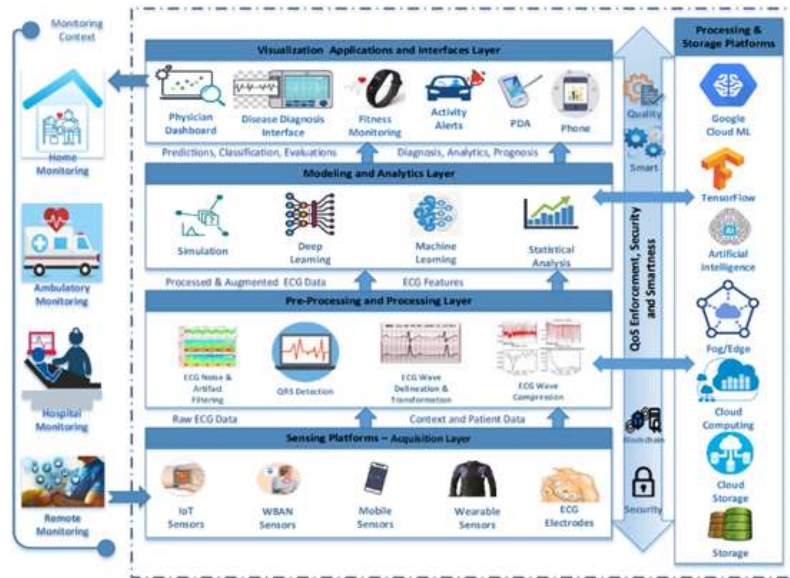


Figura 7.5. Arhitectură generică de monitorizare stratificată ECG

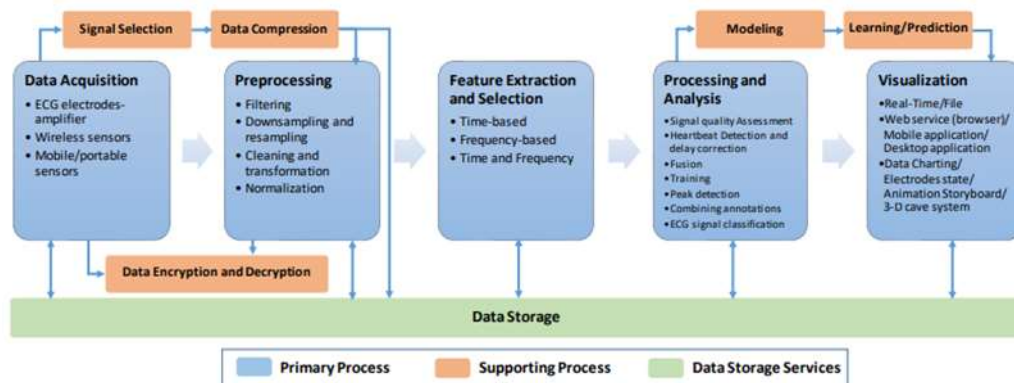


Figura 7.6. Ciclul de viață al monitorizării ECG

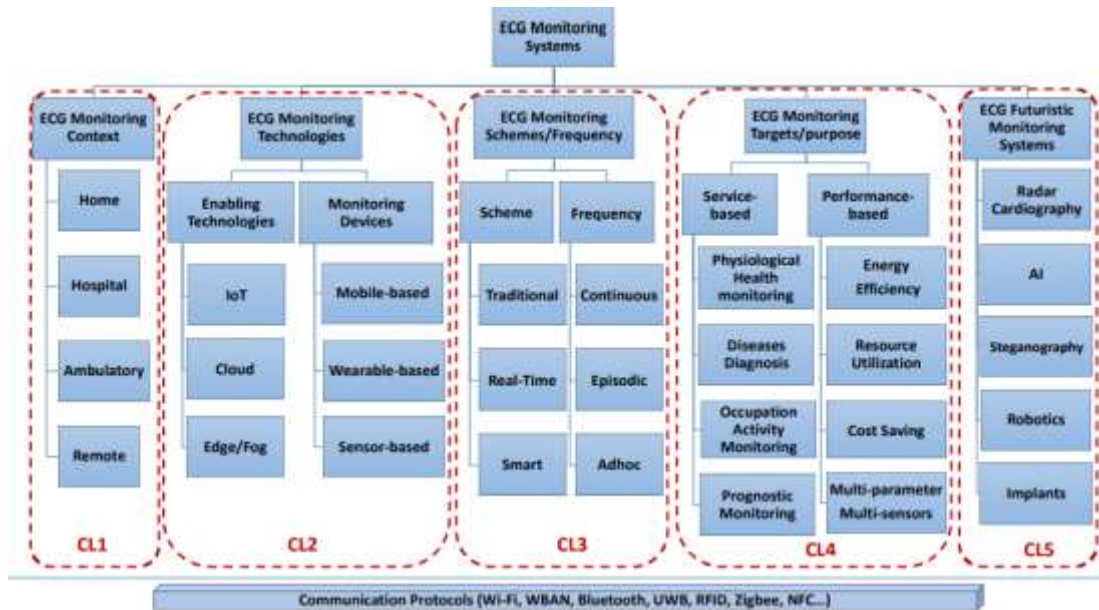


Figura 7.7. Gruparea sistemului de monitorizare ECG

Primul grup de lucru încorporează grupul de sisteme care sunt organizate în contexte de monitorizare pentru care au fost dezvoltate sisteme de monitorizare ECG și constau din sisteme de monitorizare ECG la domiciliu, la spital, ambulatoriu și la distanță. În fiecare dintre aceste medii, există aspecte comune și variațiile sunt, de asemenea, evidente.

7.5. Clasificarea sistemelor de monitorizare ECG

7.5.1. Sisteme de monitorizare ECG la domiciliu

Sistemele de monitorizare ECG la domiciliu sunt, în general, clasificate în ceea ce se numește telemonitorizare, monitorizare continuă purtabilă și monitorizarea persoanelor în vârstă din casele lor. Aceste sisteme au fost dezvoltate pentru a reduce povara economică a spitalelor și a implica pacienții în monitorizarea continuă a sănătății lor cu confortul de a fi acasă și sunt concepute pentru persoanele cu boli cronice și de viață sau pentru persoanele în vârstă care necesită asistență, supraveghere și monitorizare permanentă.

Context-Aware ECG Monitoring Systems	Category
Home Setting	Telemonitoring Wearable continuous monitoring Elderly monitoring
Hospital Setting	ICU clinical setting non-ICU clinical settings Holter monitoring
Ambulatory Setting	Ambulatory cardiac/telemetry monitoring Wearable ECG monitoring Telemonitoring
Remote Setting	Smart device-based ECG monitoring Compressed ECG sensing

Figura 7.8. Clasificarea sistemelor de monitorizare ECG conștiente de context

7.5.2. Sisteme de monitorizare ECG de spital

Sistemele de monitorizare ECG din spitale sunt clasificate în sisteme dezvoltate fie pentru un cadru clinic al unei unități de terapie intensivă (ICU), un cadru clinic non-UTI, fie un cadru de monitorizare Holter. Sistemele de monitorizare ECG pentru UTI implică, de exemplu, lucrări descrise care au folosit tehnici de extragere a datelor pentru a prezice mortalitatea și durata șederii într-o UTI.

7.5.3. Sisteme de monitorizare ECG ambulatoriu

Se efectuează cercetări și dezvoltare considerabile pentru sistemele de monitorizare ECG ambulatoriu; majoritatea cercetărilor sprijină colectarea, transmiterea și analiza datelor pentru situații de urgență ambulatorie. Un exemplu este proiectul care implementează un sistem wireless în timp real cu costuri reduse, de înaltă eficiență pentru monitorizarea sănătății printr-un sistem de telemetrie pentru pacienții cu accidente la fața locului. Autorii acestui proiect au dezvoltat un senzor capacitiv wireless pentru monitorizarea ECG ambulatorie peste haine, în timp ce alți autori au propus un sistem de derivație Lewis ECG modificat pentru monitorizarea ambulatorie a aritmiilor atriale pentru compresie ECG eficientă din punct de vedere energetic în timp real într-o rețea wireless de senzori corporali (WBSN).

7.5.4. Sisteme de monitorizare ECG la distanță

Metoda de telemonitorizare propusă în contextul sistemului de monitorizare ECG la distanță diferă de cea descrisă mai sus pentru contextul de monitorizare la domiciliu. Este conceput și dezvoltat pentru pacienții la distanță a căror mișcare este foarte frecventă (de exemplu, exerciții fizice, activități sportive și/sau muncă), care nu necesită prezența acestuia la domiciliu. Astfel de sisteme includ un sistem de monitorizare a sănătății la distanță pentru detectarea diferitelor tulburări.

7.5.7. Sisteme de monitorizare futuristică ECG

Cele mai recente tendințe în sistemele de monitorizare ECG vor revoluționa modul în care semnalele ECG sunt colectate și procesate pentru a oferi informații valoroase, care servesc diferitelor scopuri, protejând în același timp intimitatea și sănătatea emoțională a pacienților. Personalizarea și adaptarea la diverse contexte, precum și la diferite părți interesate vor oferi un nou nivel de asistență medicală inteligentă de înaltă calitate. Tehnologiile moderne vor juca un rol vital în această transformare radicală. Acestea includ cardiografia radar, implanturi, robotică, steganografie și alte tehnologii IA.

Noile tehnologii IA vor extinde orizonturile sistemelor de monitorizare ECG dincolo de evaluarea bolilor fiziologice. Semnalul ECG poate fi folosit pentru a evalua starea psihologică, emoțiile și nivelul de stres pentru a ajuta la îngrijirea sănătății mintale pentru persoanele care trăiesc în medii stresante.

Progresul în tehnologiile și algoritmi de deep learning poate oferi oportunități interesante de adaptare și personalizare, depășind diferențele individuale prin reinstruire periodică.

Prin utilizarea tehnologiilor menționate mai sus pentru monitorizarea bătăilor inimii și a altor semne vitale ale pacienților, se colectează nu numai o cantitate enormă de semnal ECG, ci și alte măsurători fiziologice, cum ar fi temperatura, tensiunea arterială, nivelul glucozei, precum și datele personale ale pacienților, sunt necesare. Prin urmare, este extrem de important ca confidențialitatea pacienților să fie protejată în timpul transferului de date prin rețelele de comunicații, precum și să fie stocată în serverele spitalelor sau utilizate de sistemele de monitorizare la distanță. În literatura de specialitate au fost propuse mai multe tehnici și protocoale de securitate pentru a proteja confidențialitatea utilizatorilor. Tehnicile utilizate pot fi clasificate în două clase principale. Prima clasă de tehnici de securitate se concentrează pe criptare și algoritmi criptografici. Aceste tehnici sunt acuzate că au o suprasarcină de calcul mare, ceea ce le face nepotrivite într-un mediu mobil cu resurse limitate. A doua clasă de tehnici de securitate se concentrează pe ascunderea informațiilor sensibile în interiorul unui alt set de date insensibile ale gazdei, fără creșterea dimensiunii datelor gazdă sau a supraîncărcării de calcul. Aceste tehnici se numesc tehnici de steganografie. Steganografia este definită ca: „arta de a ascunde informații secrete în interiorul unui alt tip de date numite date gazdă”. O serie de lucrări de cercetare au investigat tehnici de steganografie pentru a asigura confidențialitatea pacienților în timpul colectării, stocării și transmiterii semnalului ECG.

7.6. Principalele provocări ale sistemelor de monitorizare

Sistemele de monitorizare ECG implică multe componente, contexte variabile și diverse părți interesate și cuprind tehnologii diverse. Această diversitate și variabilitate a contextelor și componentelor sistemului de monitorizare impun o serie de provocări care au fost evidențiate de mai mulți cercetători, cum ar fi:

- Provocări legate de utilizarea dispozitivelor de monitorizare
- Provocări legate de calitatea semnalului
- Provocări legate de monitorizarea durabilității
- Provocări legate de dimensiunea datelor semnalului.
- Provocări legate de vizualizare
- Provocări legate de integrarea sistemului

7.7. Integrări cu servicii externe dacă este cazul, uz de licențe

Un sistem sau o platformă medicală ar trebui să se integreze în mod ideal cu următoarele sisteme externe:

- Sisteme de evidențe medicale electronice (EHR) pentru a partaja informații despre pacient și istoricul medical.
- Sisteme informatice de laborator (LIS) pentru a primi rezultatele testelor de laborator și a le integra în fișa pacientului.
- Sisteme informatice radiologice (RIS) pentru a primi și vizualiza imagini radiologice.
- Sisteme de informații pentru farmacii (PIS) pentru a vizualiza informații despre medicamentele pacientului și orice reacții adverse la acestea.
- Sisteme de facturare și daune pentru a gestiona informațiile privind facturarea și asigurarea pacienților.
- Sisteme de management al trimerilor pentru a gestiona trimerile pacienților către specialiști și alți furnizori.
- Sisteme de management al sănătății populației pentru a urmări rezultatele pacienților și valorile calității.
- Sisteme de raportare a sănătății publice pentru a raporta autorităților de sănătate publică anumite informații despre pacienți.
- Sisteme de monitorizare la distanță pentru a primi date de la dispozitivele deținute de pacient, cum ar fi articolele portabile, și pentru a le integra cu fișa pacientului.

Un sistem sau o platforma medicală ar putea fi integrat cu servicii de alertă sau servicii de urgență naționale sau private pentru a oferi suport suplimentar pacienților și personalului medical.

- a) **Servicii de alertă:** acestea ar putea fi integrate în sistemul medical pentru a permite generarea automată de alerte când anumite condiții sau parametri critice sunt depășiți. De exemplu, un pacient cu o boală cronică ar putea primi o alertă atunci când parametrii vitali sau ritmul cardiac depășesc anumite limite.
- b) **Servicii de urgență:** Sistemul ar putea fi integrat cu servicii de urgență naționale sau private, cum ar fi ambulanța sau serviciile de urgență medicale pentru a permite trimiterea informațiilor pacientului către acestea înainte de sosirea la locul incidentului.
- c) **Alertă și comunicare cu personalul medical:** Sistemul ar putea permite personalului medical să trimită alerta sau să comunice direct cu pacientul pentru a oferi recomandări sau să ia măsuri de urgență.
- d) **Monitorizarea și alertarea în timp real:** Sistemul ar putea permite monitorizarea parametrilor vitali și generarea de alertă în cazul în care aceștia ies din limitele normale și apelarea serviciilor de urgență.

Pașii pentru integrarea unui sistem sau platformă medicală cu sisteme externe

- **Pasul 1:** Identificarea sistemelor de integrat. Identificați toate sistemele externe care trebuie integrate cu sistemul sau platforma medicală.
- **Pasul 2:** Servicii de ambulanță Platforma medicală ar putea fi integrată cu servicii de ambulanță pentru a permite trimiterea informațiilor pacientului către acestea înainte de sosirea la locul incidentului.
- **Pasul 3:** Servicii de asistență medicală la domiciliu Platforma ar putea fi integrată cu servicii de asistență medicală la domiciliu pentru a permite monitorizarea pacienților la domiciliu și trimiterea de alertă către personalul medical în cazul în care sunt detectate condiții critice.
- **Pasul 4:** Servicii de asistență medicală de urgență. Platforma ar putea fi integrată cu servicii de asistență medicală de urgență pentru a permite generarea de alertă și apelarea serviciilor de urgență atunci când sunt detectate condiții critice la pacienți.
- **Pasul 5:** Centrul de apel pentru asistență medicală. Platforma ar putea fi integrată cu un centru de apel pentru asistență medicală pentru a permite pacienților să sune pentru asistență medicală.
- **Pasul 6:** Colectarea cerințelor. Adunați cerințe detaliate de la părțile interesate cu privire la modul în care sistemele ar trebui să se integreze, inclusiv ce date trebuie schimbate, formatul acelor date și orice cerințe specifice pentru securitate, conformitate și confidențialitatea datelor.

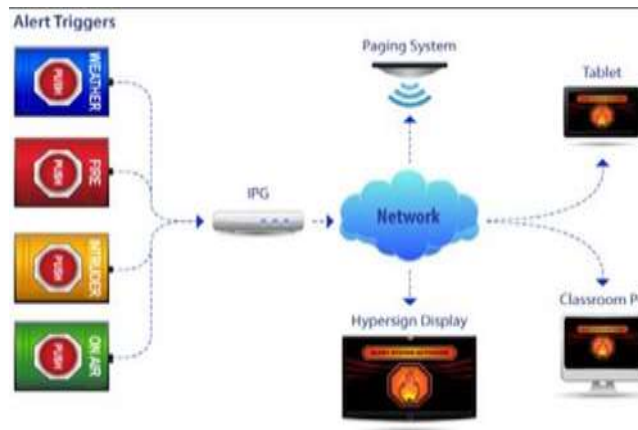


Figura 7.10. Integrare cu servicii de alertă

Tipuri de sisteme de alertă medicală

Există mai multe tipuri diferite de sisteme de alertă medicală, inclusiv:

- *Sisteme de telefonie fixă:* Aceste sisteme necesită o conexiune telefonică fixă tradițională pentru a funcționa. Acestea includ de obicei o stație de bază care este conectată la linia telefonică și un dispozitiv portabil, cum ar fi un pandantiv sau o brățară, care poate fi folosit pentru a contacta centrul de monitorizare în caz de urgență.
- *Sisteme celulare:* Aceste sisteme nu necesită o conexiune telefonică fixă. În schimb, folosesc rețelele celulare pentru a comunica cu centrul de monitorizare. Acestea includ, de obicei, o stație de bază care comunică cu centrul de monitorizare printr-o rețea celulară și un dispozitiv portabil care poate fi utilizat pentru a contacta centrul de monitorizare în caz de urgență.
- *Sisteme GPS:* Aceste sisteme includ un dispozitiv portabil, cum ar fi un pandantiv sau o brățară, care poate fi folosit pentru a contacta centrul de monitorizare în caz de urgență, precum și o componentă GPS care permite urmărirea locației dispozitivului. Acest lucru poate fi util pentru persoanele care riscă să rătăcească sau să se rătăcească.
- *Sisteme bazate pe smartphone:* Aceste sisteme folosesc un smartphone sau o aplicație mobilă pentru a contacta centrul de monitorizare în caz de urgență, de asemenea, pot urmări locația utilizatorului prin GPS-ul telefonului.
- *Sisteme bazate pe ceasuri inteligente:* aceste sisteme folosesc un ceas inteligent care se conectează la internet prin rețele wifi sau celulare. Are un buton sau un ecran tactil încorporat pentru a efectua apeluri de urgență sau a trimite mesaje de urgență.

7.8. Costuri asociate cu soluțiile propuse (achiziții hardware, servicii externe dacă este cazul, etc.)

7.8.1. Servicii externe Găzduirea în cloud (Hosting server)

Costul unui server dedicat este de aproximativ 80 € / lună pentru următoarele caracteristici.

- CPU **Intel Xeon E-2234**
- Cores **4**
- RAM **8GB DDR4**
- Storage **1TB HDD/ 240GB SSD**
- Traffic **5TB 1Gbps**
- IPs **/30 IPv4 & /64 IPv6**

Costul unui server dedicat de tip Premium este de aproximativ 100 € / lună pentru următoarele caracteristici.

- CPU **Intel Xeon E-2276G**
- Cores **6**
- RAM **16GB DDR4**
- Storage **1TB HDD/ 240GB SSD**
- Traffic **5TB 1Gbps**
- IPs **/29 IPv4 & /64 IPv**

Pentru un server de tip Ultra, costul este de 345 € / lună pentru următoarele caracteristici.

- CPU **Intel Xeon Single Gold 5218**
- Cores **16**
- RAM **64GB DDR**
- Storage **4x 6TB HDD/ 4x 960GB SSD**
- Traffic **5TB 1Gbps**
- IPs **/29 IPv4 & /64 IPv6**

7.8.2. Cazuri de utilizare pentru servere dedicate

- 1. Găzduire site*
- 2. Găzduire e-mail*
- 3. Găzduire web SaaS*
- 4. Găzduire de aplicații mobile*
- 5. Servere de jocuri*
- 6. Backup de date și gestionarea redundanței*

7. Aplicații de testare

8. Găzduire de aplicații interne

9. Stocarea datelor sensibile

Serverele dedicate oferă un nivel ridicat de securitate, așa că cealaltă utilizare comună a acestora este stocarea datelor sensibile. Informațiile sensibile sau confidențiale pot fi criptate, ceea ce ar reduce semnificativ șansele unei încălcări a datelor prin prevenirea accesului neautorizat la informații.

Nume	Preț /bucată
Brățară	800 Ron
Senzor toracic	800 Ron
Baza de transmisie	1000 Ron
Telefon	1000 Ron
Tabletă pentru serviciu de ambulanță	1000 Ron
Găzduire server	400 Ron/lună

7.9. Arhitecturi propuse cu diagrame, procese și fluxuri de date, toate complete

Sistem de instrumentație biomedicală

Arhitectura generală a unui sistem de instrumentație biomedicală, ilustrată în figura de mai sus, cuprinde: electrozi/traductoare, etaje de amplificare și filtrare a semnalelor analogice, conversoare A/D și sistemul de prelucrare numerică (primară) a datelor.

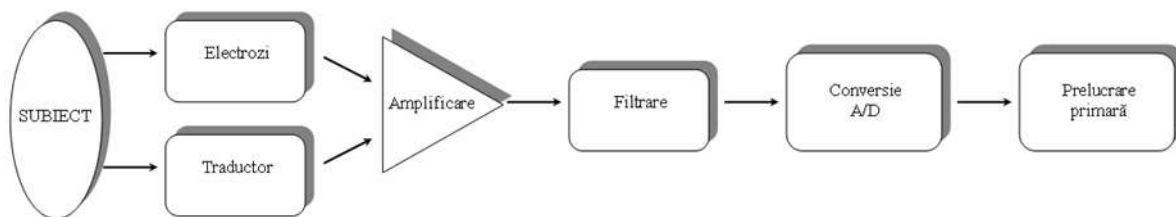


Figura 7.11. Arhitectura generală a unui sistem de instrumentație biomedicală

În tabelul următor sunt sintetizate o serie dintre caracteristicile semnalelor electrofiziologice prelevate des la intrarea sistemului instrumentației medicale.

Parametrul fiziologic	Variabila măsurată	Traductorul sau procedeul	Valoarea tipică vârf la vârf	Caracteristica de frecvență	
				Fundamentala Hz	Spectrul Hz
SISTEMUL CIRCULATOR	Electrocardiograma (ECG)	Electrozi de suprafață Electrozi epi/endocardici	2 mV 50 mV	1,3	0,05÷100
	Activitatea electrică a cordului	Vectorcardiograma (VCG)	Electrozi de suprafață	2 mV	1,3
		Electrocardiograma fetală (F-ECG)	Electrozi de suprafață (abdomen matern)	10 μV	2,5
SISTEMUL NERVOS	Electroencefalograma (EEG)	Electrozi pe scalp Electrozi intracranieni	50 μV 500 μV	10	0,5÷100
	Activitatea electrică a creierului	Potențiale evocate intracelulare	Microelectrozi	100 mV	--
		Potențiale evocate extracelulare	Electrozi-ac	50 μV	--
SISTEMUL MUSCULAR	Electromiograma (EMG)	Electrozi-ac sau de suprafață	1 mV	--	10÷5000
	Activitatea electrică musculară	Electromiograma cu stimulare (potențial muscular evocat)	Electrozi-ac sau de suprafață, stimulare cu electrozi de suprafață	10 mV	--

Un sistem înglobat (Embedded System) este un sistem pe bază de microprocesor/microcontroler pentru a realiza anumite funcții particulare, adesea cu constrângeri temporale (timp real). Sistemele înglobate sunt întâlnite în majoritatea echipamentelor electrocasnice, în echipamentele de telecomunicație, în echipamente de conducere industriale, în industria auto și cea medicală.

Arhitectura tipică a unui sistem de telemonitorizare bazat pe un sistem înglobat este prezentată în figura următoare.

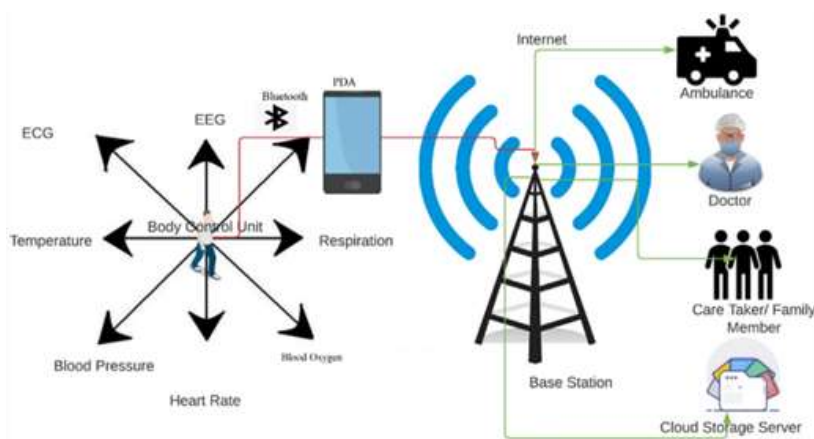


Figura 7.12. Arhitectură de rețea fără fir pe suprafața corpului

- Testarea interfeței personal medical
- Testarea interfeței de administrare
- Testarea interfeței de ambulanță
- Testarea aplicației de pacient
- Testarea aplicației de ambulanță

Diagrame

Aplicația care rulează pe un astfel de sistem achiziționează semnalele de la pacient, le transmite mai departe către centrul de telemonitorizare, calculează parametri specifici monitorizării și alarmează centrul în cazul în care parametrii monitorizați depășesc anumite limite.

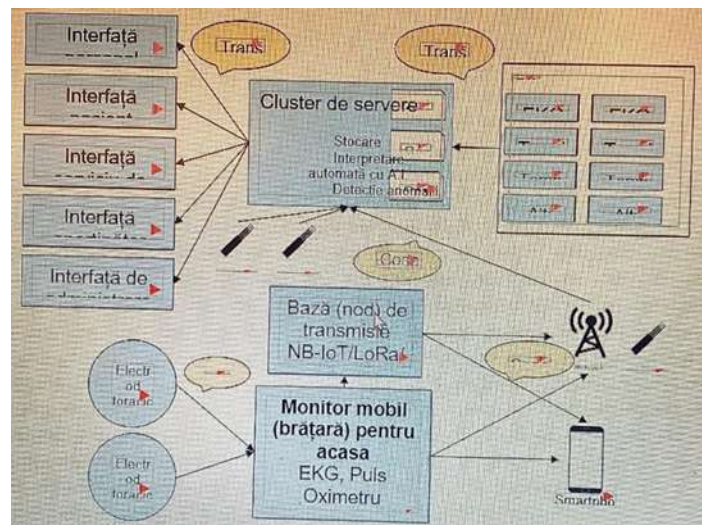


Figura 7.13. Sistem de monitorizare

7.11. Model hardware

7.11.1 Brățara / Ceasul

Brățara include o varietate de funcționalități esențiale, cum ar fi conectivitatea prin Bluetooth, împerecherea cu baza de transmisie, preluarea și transmiterea datelor biometrice, precum și a datelor non-biometrice, cum ar fi încărcarea și sănătatea bateriei.

Acesta include un mecanism de failover pentru problemele de conectivitate, afișarea locală a informațiilor de bază, precum și actualizarea firmware-ului fără fir. Aceste funcționalități sunt necesare pentru proiectarea și realizarea modelului funcțional al dispozitivului nostru de monitorizare.



Figura 7.16. Ceasul

Brățara poate prelua și monitoriza date de ritm cardiac. De asemenea, are funcționalitate de monitorizare somn și calorii arse.

Dispozitive bazate pe PPG (Photoplethysmography) de tip brățară

În comparație cu diferitele tipuri de dispozitive de monitorizare HR bazate pe PPG existente, PPG de tip brățară este considerat cel mai popular și preferat dispozitiv. Motivul popularității sale se datorează parțial proprietăților sale remarcabile, cum ar fi faptul că este ieftin, extrem de portabil și foarte convenabil de purtat de către utilizatori. Cu toate acestea, aceste dispozitive au și propriile lor limitări. Mai multe sugestii pentru abordarea deficiențelor dispozitivelor PPG de tip încheietura mâinii pentru configurații clinice au fost prezentate în diferite studii până în prezent.

7.11.2. Actualizarea firmware-ului

Baza de transmisie (nodul central)

A fost realizată o bază de transmisie. Aceasta a fost proiectată cu o serie de funcționalități esențiale pentru transmiterea și gestionarea datelor. Aceasta include conectivitatea prin Bluetooth/BLE, WiFi și 3G/4G, și managementul acestor conexiuni. Este necesară configurarea conexiunii la rețeaua Wi-Fi prin selectarea rețelei la care dorim să ne conectăm. Dacă baza nu detectează o legătură cu un telefon ce rulează aplicația iSense, acesta va căuta rețeaua Wi-Fi din apropiere și odată conectat la aceasta o va folosi pentru a transmite datele către serverul iSense.

Baza de transmisie este responsabilă de comunicarea și de împerecherea cu brățara și senzorii, asigurând astfel redundanța în cazul în care un dispozitiv nu funcționează corect. Comunicarea dintre acestea se face prin bluetooth 4.2, low energy.

În plus, baza de transmisie preia datele biometrice și non-biometrice de la dispozitiv și de la senzori și le comprimă, criptează și le transmite la servere fără a decifra datele criptate. Aceasta asigură securitatea și protecția datelor pacienților.

Mecanismul de failover permite comutarea automată pe alt canal în caz de probleme de conectivitate, iar stocarea temporară de date permite recuperarea datelor pierdute în cazul unei pierderi de conectivitate.

Baza de transmisie afișează informații minimale pe dispozitivul local, cum ar fi ora, alerte medicale/administrative, autonomia bateriei și altele.



Figura 7.20. Afișarea de informații minimale pe dispozitivul local

Actualizarea firmware-ului se poate face fără fir, iar dispozitivul poate fi configurat la distanță. Aceste funcționalități esențiale fac ca baza de transmisie să fie un element critic al dispozitivului și asigură o funcționare corectă și securizată a acestuia.

Elementele care intra în componenta bazei de transmisie:

- Acumulator 3.7V și controler de baterie cu condensator
- Speaker și ecran
- Încărcător pentru bratară
- Hub USB
- Placa de dezvoltare Raspberry Pi Zero W



Figura 7.21. Placa de dezvoltare Raspberry Pi Zero W

- Modem USB 4G LTE









Figura 7.22. Imagini cu asamblarea dispozitivului

În ceea ce privește reducerea consumului de energie, se pot utiliza tehnici și strategii de optimizare pentru a minimiza consumul de energie asociat transferului de date. Acestea includ:

- *Perioade de dormit (sleep mode).*
- *Optimizarea transmiterii de date.*
- *Gestionarea energiei.*

7.11.6. Module de comunicație

- Comunicarea dintre nod senzorial și nodul central - Bluetooth
- Comunicarea Wi-Fi dintre nodul central și rețeaua Wi-Fi
- Comunicarea dintre nodul central și un dispozitiv inteligent - Bluetooth
- Modul de comunicare folosind tehnologia NB-IoT
- Comunicare nod central și server iSense

7.12. Testarea interfețelor

- Testarea interfeței personal medical
- Testarea interfeței de administrare
- Testarea interfeței de ambulanță
- Testarea aplicației de pacient
- Testarea aplicației de ambulanță

Raport de testare a soluției software / firmware

Activitatea de testare a soluției software/firmware s-a desfășurat cu scopul de a verifica funcționalitatea și conformitatea acestora. Deoarece componentele firmware au fost testate independent de dispozitivul hardware, testarea s-a realizat utilizând date simulate și emulatoare de dispozitiv.

Obiectivele testării au fost:

- Verificarea funcționalității generale:
- Verificarea securității:

Rezultatele testării au fost în general conforme cu așteptările. Funcționalitățile de bază, cum ar fi preluarea datelor biometrice și non-biometrice și transmiterea acestora, au fost verificate cu succes. Comunicarea între dispozitivul central și nodurile senzoriale a fost stabilă și fără probleme majore.

Integrarea sistemului informatic

Introducere

Acest raport prezintă procesul de integrare a sistemului informatic iSense în cadrul organizației noastre. Scopul integrării este de a implementa și configura platforma iSense pentru a ne îmbunătăți capacitatea de monitorizare a datelor biometrice ale pacienților și de a oferi servicii de calitate în domeniul medical.

Descriere sistem informatic iSense

iSense este o platformă complexă care permite colectarea, monitorizarea și analizarea datelor biometrice ale pacienților. Acesta este compus dintr-o suită de software și hardware care lucrează împreună pentru a furniza funcționalități avansate și servicii personalizate.

Specificații funcționale

Înainte de integrarea sistemului iSense, am definit specificații funcționale detaliate care includ următoarele funcționalități cheie:

Specificații generale - Cerințe privind interfețele

- Cerințe privind suportul multilingv:
- Granularitatea utilizatorilor:
- Cerințe privind interfețele:
 - a) Ecran cu rezoluție minimă de 1280x720px.
 - b) Platforme și browsere suportate:
 - c) Browsere suportate: Chrome, Firefox, Edge
- Compatibilitate și interconectivitate:
- Capacitatea de gestionare a pacienților:
- Software-ul de tip backend funcționează nativ pe servere de tip Linux și Windows fizice sau virtuale
- Suporta failover și recuperare automată rapidă în caz de căderi de tensiune, conectivitate, alte probleme de funcționare ale serverelor fizice / virtuale
- Conexiunea principală de date a serverului de minim 100Mbps download, latența maximă 300ms

- Conexiunile secundare de date ale serverului vor fi de minim 10Mbps download, latența maximă 300ms
- Conexiunile de date ale dispozitivelor biomedicale este de minim 25kbps, latența maximă 400ms alte canale de comunicații
- Se folosesc protocoale standardizate, moderne, publice și de mare circulație, astfel încât să se poată integra ulterior o gamă maximă de module hardware și software, servicii externe. De exemplu, să se folosească profile Bluetooth specializate pe EEG pentru transmisia acestui tip de date și REST API pentru module server.

Cerinte de performanță

- Testarea interfeței personal medical
- Testarea interfeței de administrare
- Testarea interfeței de ambulanță
- Testarea aplicației de pacient
- Testarea aplicației de ambulanță

Integrarea și testarea cerințelor de performanță pentru sistemul iSense s-au desfășurat în următorii pași:

- Configurare a infrastructurii
- Testare de încărcare
- Măsurarea latenței
- Optimizare și ajustare
- Retestare și validare.

Cerințe de confidențialitate/GDPR

Se respecta toate normele GDPR europene și naționale, în țările în care produsele și serviciile vor fi folosite. Se preia acordul pacienților acolo unde este necesar și posibil. Datele vor fi protejate cu chei criptografice atât la stocare cât și la transmisie. Accesul la date va fi acordat doar persoanelor special asignate și cu nevoi obiective.

Proces de integrare

Procesul de integrare a sistemului iSense a fost realizat în următoarele etape:

- Evaluarea compatibilității și infrastructurii existente
- Configurarea și instalarea sistemului iSense
- Testarea și validarea sistemului integrat: Am efectuat teste riguroase pentru a verifica funcționalitatea și performanța sistemului
- Securitate și criptare.
- Training și documentație.

Rezultate și concluzii

Integrarea sistemului informatic iSense s-a realizat cu succes în cadrul organizației noastre. Am configurat și testat sistemul conform specificațiilor funcționale și operaționale definite anterior. Platforma iSense funcționează în mod corespunzător, asigurând preluarea și monitorizarea datelor biometrice ale pacienților în timp real, generarea de rapoarte și oferind o interfață de utilizator intuitivă și personalizabilă.

Integrarea sistemului informatic iSense s-a desfășurat cu succes în cadrul organizației noastre și cuprinde două module hardware: un senzor EKG, o brățară și o baza de transmisie specializată pentru preluarea datelor biometrice. Aceste module funcționează conform cerințelor minime stabilite anterior și au fost configurate și testate în mod corespunzător.

Senzorul EKG este proiectat pentru a monitoriza activitatea electrică a inimii și a prelua datele relevante în timp real. Acesta asigură o acuratețe ridicată în măsurători și este integrat în sistemul iSense pentru a oferi informații esențiale despre ritmul cardiac al pacienților.

Brățara de preluare a datelor biometrice este un dispozitiv portabil, ușor de utilizat, care permite monitorizarea continuă a semnelor vitale ale pacienților. Aceasta preia datele de ritm cardiac și le transmite către baza de transmisie pentru a fi procesate și stocate în sistemul informatic. Brățara funcționează în conformitate cu cerințele minime stabilite și asigură o conexiune stabilă și fiabilă.

Baza de transmisie reprezintă componenta centrală a sistemului iSense, responsabilă cu recepționarea, procesarea și stocarea datelor biometrice preluate de la brățară. Aceasta este configurată pentru a gestiona un volum mare de date și asigură o transmitere securizată și eficientă a informațiilor către sistemul informatic central.

Împreună, aceste module hardware formează o soluție integrată și performantă, care permite monitorizarea și gestionarea datelor biometrice în timp real. Sistemul iSense este proiectat pentru a satisface cerințele de monitorizare medicală și asigură o interfață de utilizator intuitivă, facilitând utilizarea eficientă și accesul rapid la informații relevante.

În concluzie, modulele hardware ale sistemului iSense, inclusiv senzorul EKG, brățara de preluare a datelor și baza de transmisie, funcționează în conformitate cu cerințele minime stabilite și asigură preluarea, monitorizarea și stocarea datelor biometrice ale pacienților în mod corespunzător. Acestea reprezintă o soluție fiabilă și eficientă pentru nevoile noastre de monitorizare medicală.

Integrarea modulelor client și server

Scenarii uzuale

a) Autentificare utilizator:

- Testarea procesului de autentificare cu un utilizator existent și informații de autentificare valide.
- Testarea procesului de autentificare cu un utilizator inexistent pentru a verifica gestionarea corectă a erorilor.

- Verificarea accesului utilizatorului la funcționalitățile corespunzătoare după autentificare.

b) Transfer de date:

- Testarea transferului de date între modulul client și server utilizând diferite tipuri de date, cum ar fi datele biometrice simulate de temperatura, puls și ritm respirator.
- Verificarea sincronizării corecte a datelor între module și server pentru a asigura actualizarea în timp real a informațiilor.

c) Interacțiune cu baza de date:

- Testarea operațiilor de citire și scriere în baza de date pentru a verifica funcționalitatea corectă a acestora.
- Verificarea actualizării corecte a datelor în baza de date după efectuarea unor modificări în sistem.

Cazuri de stres sistemic

a) Volum mare de date:

b) Date corupte:

c) Nivel mare de conexiuni simultane:

Raport audit de securitate

Introducere

Scopul acestui raport de securitate este de a evalua și identifica potențiale vulnerabilități și riscuri de securitate în cadrul sistemului informatic integrat. Auditul de securitate a fost efectuat de o echipă specializată și independentă, care nu a fost implicată în implementarea sistemului.

Auditul de securitate a avut ca obiectiv verificarea scenariilor de atac informatic și identificarea eventualelor vulnerabilități, atât la nivel software, cât și la nivel hardware. S-au luat în considerare atacurile informatice comune, precum și posibilitatea de a accesa codul și datele dispozitivelor hardware, cum ar fi brățara sau baza de transmisie.

În urma auditului, s-au identificat unele vulnerabilități și posibile riscuri de securitate. Acestea sunt detaliate în raportul de audit și vor fi prezentate în secțiunile relevante ale acestui document. De asemenea, vor fi oferite soluții de remediere pentru fiecare vulnerabilitate identificată.

Este important de menționat că echipa responsabilă de remedierea vulnerabilităților este formată din programatori și administratori de sistem cu expertiză în domeniul securității informatice.

Prin aplicarea soluțiilor de remediere și corectarea vulnerabilităților identificate, se urmărește asigurarea unui nivel ridicat de securitate pentru sistemul informatic integrat. Aceasta va contribui la protejarea datelor și a informațiilor sensibile, precum și la prevenirea și descurajarea potențialelor atacuri informatice.

Raportul de securitate cuprinde detalii privind fiecare vulnerabilitate identificată, soluțiile propuse și măsurile recomandate pentru asigurarea unei securități corespunzătoare. Prin

implementarea acestor recomandări, se va consolida sistemul informatic și se va reduce riscul de expunere la amenințări de securitate.

Acest raport de securitate reprezintă un instrument esențial pentru a asigura un mediu de lucru sigur și pentru a proteja atât integritatea sistemului informatic, cât și confidențialitatea datelor utilizatorilor și a informațiilor prelucrate.

Raport de securitate

1 Result Overview

Host	High	Medium	Low	Log	False Positive
	0	3	2	60	0
Total:1	0	3	2	60	0

Vendor security updates are not trusted.

Overrides are 0. Even when a result has an override, this report uses the actual threat of the result.

Information on overrides is included in the report.

Notes are included in the report.

This report might not show details of all issues that were found.

Only results with a minimum QoD of 70 are shown.

This report contains all 65 results selected by the filtering described above. Before filtering there were 136 results.

Results per Host

Host scan start Tue May 07:33:17 2023 UTC

Host scan end Tue May 08:53:33 2023 UTC

Service(Port)	Threat Level
443/tcp	Medium
4443/tcp	Medium
general/tcp	Low
general/icmp	Low
8888/tcp	Log
general/tcp	Log
General/CPE-T	Log
8090/tcp	Log
22/tcp	Log

,→a root <root@teleded.(none)> 1613582460 +0000 pull origin develop: Fast-forward ,→d
a86164c182a87c833ed4671ccd196b400b65010a 09c5bfbe7d05735324da3945c39adb0c08ee6a2
,→e root <root@teleded.(none)> 1613756543 +0000 pull origin develop: Fast-forward ,→d
09c5bfbe7d05735324da3945c39adb0c08ee6a2e e332eb95796c13dcb8c75c2ecbcea6a25018aa9
,→3 root <root@teleded.(none)> 1613760691 +0000 pull origin develop: Fast-forward ,→d
e332eb95796c13dcb8c75c2ecbcea6a25018aa93 6c80a25a121d98c0aaa119e4a2faebb181b5fa6
,→4 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1613807373 +0000 commit: trans
,→lated psycho
6c80a25a121d98c0aaa119e4a2faebb181b5fa64 396044256937dd7c5f23a566558af526b363b5b
,→7 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1614104384 +0000 pull origin d
,→evelop: Merge made by the 'recursive' strategy.

2 RESULTS PER HOST 4

396044256937dd7c5f23a566558af526b363b5b7 3162ed46d0f1304e9410fe2a207a9fe5deecbad
,→6 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1614186680 +0000 pull origin d
,→evelop: Merge made by the 'recursive' strategy.
3162ed46d0f1304e9410fe2a207a9fe5deecbad6 c92f3f8715cc98f87606dfcd33636e73d007209
,→9 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1614251060 +0000 pull origin d
,→evelop: Merge made by the 'recursive' strategy.
c92f3f8715cc98f87606dfcd33636e73d0072099 02973e75057270c699ec590dcccde7d66cd9853b
,→d Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615052438 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
02973e75057270c699ec590dcccde7d66cd9853bd
4973635435698d4bd10720154ad2818a9573f3b ,→7 Telemedicis.com
<telemedicis@telemedicis.com> 1615053775 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
4973635435698d4bd10720154ad2818a9573f3b7 ae4d027af5bcb2bda03c6d531247f95c1200a4e
,→a Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615794110 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
ae4d027af5bcb2bda03c6d531247f95c1200a4ea 0b6c66905a870fa728ca763a9b2bad6b2b74438
,→7 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615808512 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
0b6c66905a870fa728ca763a9b2bad6b2b744387 dac8a02ecf1c54bbe2f010a26d867ecdf74993e
,→9 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615809787 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
dac8a02ecf1c54bbe2f010a26d867ecdf74993e9 38ebb8f18b2b02a96e62df441a2400cb9649bfa
,→b Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615810413 +0000 pull: Merge m

,→ade by the 'recursive' strategy.
38ebb8f18b2b02a96e62df441a2400cb9649bfab 66580d578747a28e89792e61a7eaaf6a07341b6
,→e Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615810767 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
66580d578747a28e89792e61a7eaaf6a07341b6e b98fec54ca3b9226472123b24cb6deb8bf1d73e
,→7 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615811336 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
b98fec54ca3b9226472123b24cb6deb8bf1d73e7 52f7e586f3d275e1d06306417060977d4b174e6
,→2 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615811473 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
52f7e586f3d275e1d06306417060977d4b174e62 52f7e586f3d275e1d06306417060977d4b174e6
,→2 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615836256 +0000 reset: moving

2 RESULTS PER HOST 5

,→ to HEAD
52f7e586f3d275e1d06306417060977d4b174e62 0a7fcd020bdda8c113e8a6fc9a25f94a92d94dc
,→a Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615836476 +0000 commit (merge
,→): merged develop
0a7fcd020bdda8c113e8a6fc9a25f94a92d94dca 6cec994eb61c432fec9bee8298371c70e67bb98
,→2 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615920652 +0000 pull origin d
,→evelop: Merge made by the 'recursive' strategy.
6cec994eb61c432fec9bee8298371c70e67bb982 f340e542c27c906749bcbe0a5515a212d7a7e38
,→0 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615921072 +0000 pull origin d
,→evelop: Merge made by the 'recursive' strategy.
f340e542c27c906749bcbe0a5515a212d7a7e380 863cc43d39bf2f6c3d5ecc8adccbbba00af65b5
,→6 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1615921190 +0000 pull origin d
,→evelop: Merge made by the 'recursive' strategy.
863cc43d39bf2f6c3d5ecc8adccbbba00af65b56 295767d99c4a0fe8a4fcfb66bdcd4aeea93de21
,→e Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616447074 +0000 pull: Merge m
,→ade by the 'recursive' strategy.
295767d99c4a0fe8a4fcfb66bdcd4aeea93de21e 09e494dcefeccea79664c7508372e69d72d7f01
,→1 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616487883 +0000 reset: moving
,→ to origin/develop
09e494dcefeccea79664c7508372e69d72d7f011 5cad4209ebfe3558c612186eff1b35b7a5a8c27
,→a Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616501038 +0000 pull: Fast-fo
,→rward


```
5cad4209ebfe3558c612186eff1b35b7a5a8c27a ed08223f91671df43eb57aeb991b799e0236f82
,→b Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616501400 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
ed08223f91671df43eb57aeb991b799e0236f82b 19c4c57619c0bdae87ae684584e36fae96b892b
,→2 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616501468 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
19c4c57619c0bdae87ae684584e36fae96b892b2 cdf84d17aed5550f1645e52515dd1352411a16d
,→e Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616501969 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
cdf84d17aed5550f1645e52515dd1352411a16de 5bdf607c9f30d76c38d0ecc8b1b96c7938c2c57
,→3 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616502044 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
5bdf607c9f30d76c38d0ecc8b1b96c7938c2c573 51533f5c29d7e95eaff9c2e7df2d131f3f9d435
```

2 RESULTS PER HOST 6

```
,→a Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616502109 +0000 pull:
Fast-fo
,→rward
51533f5c29d7e95eaff9c2e7df2d131f3f9d435a 1f685f792bb1287f3515e8ca153b21ddce3de0b
,→e Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616502259 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
1f685f792bb1287f3515e8ca153b21ddce3de0be abb0473c937f091b8ea34f1d9d35b0d7804cd32
,→5 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616502320 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
abb0473c937f091b8ea34f1d9d35b0d7804cd325 b04116668a491061083a1ca7b54c7393ce97347
,→9 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616527729 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
b04116668a491061083a1ca7b54c7393ce973479 c307948d9c8c449a276cf4b5ca0f5d2ca73124e
,→b Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616571245 +0000 checkout: mov
,→ing from develop to master
c307948d9c8c449a276cf4b5ca0f5d2ca73124eb cbc197650520ef0be28761d70804db627320a36
,→0 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616571251 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
cbc197650520ef0be28761d70804db627320a360 c421887311e7be5ca4113ffada715f5b6632d2d
,→c Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616572813 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
```

c421887311e7be5ca4113ffada715f5b6632d2dc ec167ac4bdb9df44f3e9922af8eb6b925f1051f
,→1 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1616574032 +0000 pull: Fast-fo
,→rward
ec167ac4bdb9df44f3e9922af8eb6b925f1051f1 d1be3af11c5e218b1173c2f8218344e9874a25e
,→3 root <root@telemmed.(none)> 1616697205 +0000 pull: Fast-forward
d1be3af11c5e218b1173c2f8218344e9874a25e3 eac1e4015650cd8acdca026e754067ea983a0d6
,→8 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1617300870 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
eac1e4015650cd8acdca026e754067ea983a0d68 b1097e35b138192f4f1c81244e2917ec2c0fb83
,→8 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1618942773 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
b1097e35b138192f4f1c81244e2917ec2c0fb838 03ed3649023fc376fe3917122ab97f402e5c651
,→5 root <root@telemmed.(none)> 1619023832 +0300 pull: Fast-forward
03ed3649023fc376fe3917122ab97f402e5c6515 ce70d9e017c5eb647c7823f1d576a7a2cc8abed
,→3 root <root@telemmed.(none)> 1619073588 +0300 pull: Fast-forward
ce70d9e017c5eb647c7823f1d576a7a2cc8abed3 3cfde55095cc54dc109a951247c2879256c60f0

continues on next page . . .

2 RESULTS PER HOST 7

. . . continued from previous page . .

,→5 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1619258987 +0300 pull
origin m
,→aster: Fast-forward
3cfde55095cc54dc109a951247c2879256c60f05 9d528801395db85b11f34c22d675b6c1f5a8d76
,→e Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1619259033 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
9d528801395db85b11f34c22d675b6c1f5a8d76e 2eb320631a7f3bf78caa3dd85f1665364cf39c9
,→e Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1619262656 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
2eb320631a7f3bf78caa3dd85f1665364cf39c9e 1a518320295d2ac2ceadd3678f0ceed96b1fdf7
,→f Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1619269128 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
1a518320295d2ac2ceadd3678f0ceed96b1fdf7f 64779762dfb9bdfa265fa25938dccd143c29862
,→0 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1619454877 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward

64779762dfb9bdfa265fa25938dccd143c298620 fe7411d99c56103721e546186dcff6eff9b0a8a
,→b Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1619546495 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
fe7411d99c56103721e546186dcff6eff9b0a8ab babd2f8a15435d7d035f4546b8770813a34b32d
,→c Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1622140350 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
babd2f8a15435d7d035f4546b8770813a34b32dc 5b3e52f6603bc1fafbeb3281eee18089c4fa78c
,→b Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1623350838 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
5b3e52f6603bc1fafbeb3281eee18089c4fa78cb 3a15281df68d1c88e42fb1fac3427afcae9c082
,→c Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1623651798 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
3a15281df68d1c88e42fb1fac3427afcae9c082c d0b37a1955be4ff42b94dc207e829281cee778d
,→7 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1635432177 +0300 pull origin m
,→aster: Fast-forward
d0b37a1955be4ff42b94dc207e829281cee778d7 6c1d7e47fabbb90f893be5383bfb9a359796106
,→5 Telemedicis.com <telemedicis@telemedicis.com> 1654603615 +0300 commit: Updat
,→e key generation for video server
URL: <https://82.77.31.54/.git/logs/HEAD>
Match: [core]
[remote "origin"]
[branch "master"]

Concluzii

Sistemul iSense dezvoltat în cadrul prezentei teze este proiectat pentru a satisface cerințele de monitorizare medicală. Brățara de preluare a datelor biometrice este un dispozitiv portabil, ușor de utilizat, care permite monitorizarea continuă a semnelor vitale ale pacienților.

Capitolul 1 ne introduce în conceptul abordărilor curente privind interfețele medicale și impactul lor de piață. Sunt descrise diferite tipuri de interfețe: Design skeuomorf vs. Plat; Pictograme cu etichete; Grafică semnificativă; Scrolling; Text substituent vs. etichete; Câmpuri și controale de intrare; Prelucrarea informațiilor umane, alături de provocările UX în domeniul sănătății și greșelile comune de proiectare a interfeței de utilizator.

Capitolul 2 analizează bunele practici și inițiative care se pot aborda în designul UX/UI al software-ului de asistență medicală: Cunoașterea publicului; Încărcarea cognitivă; Arhitectura informației; Design consistent - Design vizual (UI) și Audit de branding; Fluxul de utilizare; Testarea platformei - QA; Grafica semnificativă; norme și standarde.

Capitolul 3 este dedicat unui studiu privind modelele predictive HCI care au potențialul de a explica modul în care utilizatorii interacționează cu intervențiile de sănătate digitală la nivelul cogniției umane individuale. Aceste modele vizează în primul rând reducerea timpului necesar pentru finalizarea sarcinilor, eliminând click-urile inutile și asigurând că elementele UI sunt ușor de navigat. În domeniul asistenței medicale, simplificarea designului și creșterea eficienței sunt, de asemenea, utile și au calitatea să reducă erorile care pot cauza prejudicii pacientului. Sunt descris și implicațiile utilizării de interfețe tip 3D, Metavers și a rețelelor de socializare.

Capitolul 4 abordează riscurile și erorile de utilizare, menționând: rolul cheie al interfeței cu utilizatorul, reducerea dependenței de instrucțiuni, reducerea încărcării cognitive, eroarea de manipulare.

Capitolul 5 este dedicat unui studiu privind specificațiile pentru dezvoltarea unor interfețe pe web și mobil pentru personalul medical, pacienți, aparținători, serviciu de ambulanță, monitorizare și administrare sistem. Aplicația trebuie să îndeplinească standardul HIPPA, să fie conformă cu GDPR și să corespundă reglementărilor de confidențialitate și securitate în funcție de piața țintă. Cerințe generale ar fi: Designul pentru toate dispozitivele trebuie să fie consecvent, toate aplicațiile făcând parte din același concept; Aspectul general al interfețelor trebuie să fie foarte modern, inteligent și să arate profesional; Culorile trebuie să fie prietenoase, luminoase, cu excepția culorilor alerte, care sunt menite să atragă atenția personalului care le folosește; Livrabilele trebuie să includă stilurile CSS și HTML; Designul trebuie să fie receptiv, iar HTML-ul trebuie să arate bine și pe un smartphone, și pe un smartwatch, și pe o tabletă.

Capitolul 6 abordează arhitectura de comunicație a unui sistem de monitorizare a sănătății WBAN, cu aplicații pentru monitorizarea diferitelor boli. Sunt redate specificațiile principale pentru

sistemele WBAN, benzile de frecvență pentru modelele de canale IEEE 802.15.6, integrarea și mecanismul de funcționare al biosenzorilor, eficiența energetică, elemente de cloud computing și artificial Intelligence (AI). În final sunt descrise aspectele legate de stabilitate, performanță, versatilitate, care vor fi implementate practic în cadrul platformei iSense.

Capitolul 7 descrie aplicația practică a platformei de management medical a sistemului iSense din punct de vedere al funcționalității și securității. Principiile de baza aplicate sistemului hardware-software sunt: toate punctele de acces informatic (server, dispozitive medicale, senzori, dispozitive mobile, alte terminale, etc.) trebuie să fie securizate și autentificate; marea majoritate a datelor trebuie să fie criptate în baza de date cu cheie de criptare externă; cheile de criptare pentru transmisie trebuie să se schimbe periodic (ex: la 2 secunde); codul sursă trebuie să fie criptat pe dispozitivele hardware (brățara și bază de transmisie cel puțin) pentru a proteja cheile de criptare, datele de autentificare și algoritmi folosiți; se ia în calcul folosirea de hardware de securitate specializat cum ar fi chip-ul de criptare ATECC508A; toate componentele software web trebuie să ofere protecție la cele mai frecvente 10 vulnerabilități conform OWAS; confidențialitate; trebuie să fie respectate toate normele GDPR europene și naționale, în țările în care produsele și serviciile vor fi folosite. Se preia acordul pacienților acolo unde este necesar și posibil. Datele sunt protejate cu chei criptografice atât la stocare cât și la transmisie. Accesul la date va fi acordat doar persoanelor special asigurate și cu nevoi obiective.

A fost proiect și realizat un model funcțional al dispozitivului de monitorizare, bazat pe PPG (Photoplethysmography), de tip brățară, care permite măsurarea ritmului cardiac și alte caracteristici fiziologice, cu modul de comunicație Bluetooth, cu acces la un server - platformă de monitorizare. Sunt descrise pe larg model de testare a interfeței de personal medical, a interfeței pacient și protocoalele de testare a securității software. Sistemul iSense preia datele de ritm cardiac și le transmite către baza de transmisie pentru a fi procesate și stocate în sistemul informatic. Brățara funcționează în conformitate cu cerințele minime stabilite și asigură o conexiune stabilă și fiabilă. Baza de transmisie reprezintă componenta centrală a sistemului iSense, responsabilă cu recepționarea, procesarea și stocarea datelor biometrice preluate de la brățară. Aceasta este configurată pentru a gestiona un volum mare de date și asigură o transmitere securizată și eficientă a informațiilor către sistemul informatic central. Împreună, aceste module hardware formează o soluție integrată și performantă, care permite monitorizarea și gestionarea datelor biometrice în timp real.

Activitatea științifică

Rezultatele cercetărilor efectuate de către autor în perioada pregătirii tezei de doctorat s-au concretizat în elaborarea a 5 lucrări publicate ca autor și coautor, în reviste de specialitate sau în volumele unor conferințe internaționale de prestigiu.

Articole publicate

- 1) Mihaela Aradoaei, Oliver Schreiner, Andreea Maria Lucaci, Vlad Morosanu, **Georgiana Patrasc**, Adrian Saridache, Cristina Schreiner, Sebastian Teodor Aradoaei, Testing the Interaction of Electromagnetic Radiation with Nano/Micro-Conductive Composite Material, 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), 11-03 October 2023, Chisinau, Moldova, DOI: 10.1109/SIELMEN 59038.2023.10290788, indexat IEEE Xplore
- 2) Alexandru Trandabat, Alexandru Arcire, **Georgiana Patrasc**, Adrian D.N. Saridache, Gianina Maria Gheorghian, Ionel Hogas, Cristina Mihaela Schreine, A non-enzymatic chronoamperometric glucose sensor based on Screen-Printed Carbon Electrode (SPCE) modified with maghemite magnetic nanoparticles via physical vapour deposition (PVD), 2022 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), 20-22 Octombrie EPE 2022 - Iași, DOI: 10.1109/EPE56121.2022.9959795, indexat IEEE Xplore
- 3) **Laura Georgiana Patrasc**, Adrian Saridache, Cristina Schreiner, Monica Dumitrache, Study on remote firmware rewriting for telemedicine, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare
- 4) Adrian Saridache, **Laura Georgiana Patrasc**, Florentin Trandabat, Cristina Schreiner, Raducu Machidon, Functional model of Device of bracelet type based on Photoplethysmography, *The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024)*, articol acceptat, în curs de publicare
- 5) Oliver Schreiner, Florentin Trandabat, **Laura Georgiana Patrasc**, Adrian Saridache, Validation of the integration and functional model of a Point of Care platform, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare

Bibliografie

1. Elsevier- An approach to develop the smart health using Internet of Things and authentication based on biometric technology (Future Generation Computer Systems- 2019)
2. Elsevier- Mapping the OWASP Top Ten to Blockchain (ScienceDirect-2020)
3. <https://www.incibe-cert.es/en/blog/owasp-publishes-top-10-2017-web-application-security-risks>
4. Elsevier- Cross-site scripting (XSS) attacks and mitigation: A survey (Computer Networks -2020)
5. <https://lab.wallarm.com/owasp-top-10-2021-proposal-based-on-a-statistical-data/>
6. Dumitru Oprea - PROTECȚIA ȘI SECURITATEA SISTEMELOR INFORMAȚIONALE (2017)
7. <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/240989>
8. <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/233782>
9. <https://www.srac.ro/ro/securitatea-informatiilor-isoiec-27001>
10. HITTING THE REFRESH BUTTON ON CYBERSECURITY RULES- European Commission (16 decembrie 2020)
11. FIT: Inspect vulnerabilities in cross-architecture firmware by deep learning and bipartite matching – Computer & Security 99 (2020)
12. Using Machine Learning for predicting area and Firmware metrics of hardware designs from abstract specifications, Microprocessors and Microsystems, Volume 71, November 2019, 102853
13. Software Implementation of a Secure Firmware Update Solution in an IOT Context, INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND SERVICES VOLUME: 14
14. <https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/internet-of-things/recommendations-for-iot-firmware-update-processes.pdf>
15. <https://docs.particle.io/tutorials/device-cloud/ota-updates/>
16. <https://mender.io/blog/how-does-an-ota-firmware-update-work>
17. <https://arxiv.org/search/physics>
18. <https://www.technorms.com/64686/firmware-update-improve-device-performace>
19. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9153399>
20. <https://core.ac.uk/download/pdf/161955598.pdf>
21. Automatic Binary Analysis and Instrumentation of Embedded Firmware for a Control-Flow Integrity Solution- POLITECNICO DI TORINO DEPARTMENT OF CONTROL AND COMPUTER ENGINEERING (DAUIN)- Master Degree in Computer Engineering - Valentina Forte
22. <https://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/lab/lab6-2021>
23. <https://www.circuitbasics.com/basics-of-the-i2c-communication-protocol/>
24. <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/spi-vs-i2c-protocols-pros-and-cons>
25. <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/09/25/uart>

26. https://www.researchgate.net/publication/224376183_An_introduction_to_I2C_and_SPI_protocols
27. <https://www.emergobyul.com/blog/2018/07/balancing-aesthetics-and-usability-medical-user-interface-design-9-key-trends>
28. <https://deventry.com/blog/why-healthcare-has-historically-poor-ux-ui-and-how-to-fix-it/>
29. https://www.linkedin.com/pulse/medical-software-ux-ui-tips-user-experience-design-healthcare-?trk=organization-update-content_share-article
30. <https://web.archive.org/web/20210411103755/https://www.exposit.com/blog/ui-ux-tips-patient-centered-healthcare-app>
31. <https://uxstudioteam.com/ux-blog/healthcare-ux/>
32. <https://syncro.com/software-development/expertise/ux-ui>
33. <https://www.cloudflare.com/learning/ddos/what-is-a-ddos-attack/>
34. <https://us.norton.com/internetsecurity-wifi-what-is-a-man-in-the-middle-attack.htm>
35. <https://www.enisa.europa.eu/topics/csirts-in-europe/glossary/phishing-spear-phishing>
36. <https://www.cyberark.com/what-is/malware/>
37. https://www.dni.gov/files/NCSC/documents/campaign/Counterintelligence_Tips_Spearphishing.pdf
38. <https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/eavesdropping>
39. <https://www.chubbydeveloper.com/birthday-attack/>
40. <https://www.imperva.com/learn/application-security/cross-site-scripting-xss-attacks/>
41. <https://portswigger.net/web-security/sql-injection>
42. <https://www.cisecurity.org/spotlight/ei-isac-cybersecurity-spotlight-password-attacks/>
43. <https://www.wallarm.com/what/drive-by-attack>
44. <https://www.acunetix.com/websitesecurity/cross-site-scripting/>
45. <https://www.altexsoft.com/blog/business/functional-and-non-functional-requirements-specification-and-types/>
46. <https://www.educba.com/types-of-computer-architecture>
47. <https://bitmovin.com/lossy-compression-algorithms/>
48. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-91920-x>
49. <https://www.geeksforgeeks.org/discrete-cosine-transform-algorithm-program/>
50. <https://www.geeksforgeeks.org/wavelet-trees-introduction/?ref=gcse>
51. <https://www.enterprisestorageforum.com/management/data-compression-trends/>
52. Zhong, Lisha, et al. "Technological Requirements and Challenges in Wireless Body Area Networks for Health Monitoring: A Comprehensive Survey." MDPI, 6 May 2022, www.mdpi.com/1424-8220/22/9/3539.
53. "How Medical Alert Systems Work in 2022 | NCOA.org." National Council on Aging, www.ncoa.org/adviser/medical-alert-systems/how-do-medical-alert-systems-work.

54. “Wearable Biosensors for Medical Applications.” *Wearable Biosensors for Medical Applications* - ScienceDirect, 27 Mar. 2014, www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845699352500115.
55. “Body Sensor Network - an Overview | ScienceDirect Topics.” *Body Sensor Network - an Overview | ScienceDirect Topics*, www.sciencedirect.com/topics/engineering/body-sensor-network.
56. “Sci-Hub | Body Area Networks. e-Health Systems, 97–121 | 10.1016/B978-1-78548-091-1.50006-3.” *Sci-Hub | Body Area Networks. e-Health Systems, 97–121 | 10.1016/B978-1-78548-091-1.50006-3*, sci-hub.se/10.1016/B978-1-78548-091-1.50006-3.
57. Mihaela Aradoaei, Oliver Schreiner, Andreea Maria Lucaci, Vlad Morosanu, Georgiana Patrasc, Adrian Saridache, Cristina Schreiner, Sebastian Teodor Aradoaei, Testing the Interaction of Electromagnetic Radiation with Nano/Micro-Conductive Composite Material, 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), 11-03 October 2023, Chisinau, Moldova, DOI: 10.1109/SIELMEN 59038.2023.10290788, indexat IEEE Xplore
58. Alexandru Trandabat, Alexandru Arcire, Georgiana Patrasc, Adrian D.N. Saridache, Gianina Maria Gheorghian, Ionel Hogas, Cristina Mihaela Schreiner, A non-enzymatic chronoamperometric glucose sensor based on Screen-Printed Carbon Electrode (SPCE) modified with maghemite magnetic nanoparticles via physical vapour deposition (PVD), 2022 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), 20-22 Octombrie EPE 2022 - Iași, DOI: 10.1109/EPE56121.2022.9959795, indexat IEEE Xplore
59. Laura Georgiana Patrasc, Adrian Saridache, Cristina Schreiner, Monica Dumitrache, Study on remote firmware rewriting for telemedicine, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare
60. Adrian Saridache, Laura Georgiana Patrasc, Florentin Trandabat, Cristina Schreiner, Raducu Machidon, Functional model of Device of bracelet type based on Photoplethysmography, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare
61. Oliver Schreiner, Florentin Trandabat, Laura Georgiana Patrasc, Adrian Saridache, Validation of the integration and functional model of a Point of Care platform, The 13th IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPEi 2024), articol acceptat, în curs de publicare