



2020

Propunere de proiect pentru admiterea la studii de master

1. Date personale ale candidatului:

1.1. Nume:	Moldovan
1.2. Prenume:	Ovidiu
1.3. An nastere:	1997
1.4. Anul absolvirii universitatii:	2020
1.5. Adresa:	Str. Izlazului nr. 14 ap. 42
1.6. Telefon:	0743112939
1.7. Fax:	
1.8. E-Mail:	ovi1602@gmail.com

2. Date referitoare la forma de invatamant absolvită de candidat:

2.1. Institutia de invatamant:	Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca
2.2. Facultatea	Facultatea de Automatica si Calculatoare
2.3. Specializarea	Automatica si Informatica Aplicata (engleza)

3. Titlul propunerii de cercetare (in limba romana):

(Max 200 caractere)

Sistem de Monitorizare a Sanatatii folosind Dispozitive Purtabile

4. Titlul propunerii de cercetare (in limba engleza):

(Max 200 caractere)

Health Monitoring System using Wearable Devices

5. Termeni cheie: (Max 5 termeni)

Introduceti un singur termen pe camp.

1	smartwatch
2	mobile
3	embedded
4	server
5	health

6. Durata proiectului 2 ani.

7. Prezentarea propunerii de cercetare:

CONTINUAREA LUCRĂRII DE LICENȚĂ [\[ANEXA 1\]](#)

8. Date referitoare la lucrarea de licență:

8.1. Titlul lucrării de licență:

Health Monitoring System using Wearable Devices

8.2. Rezumatul lucrării de licență:

(Max 2000 caractere)

S-a conceput un sistem de monitorizare a parametrilor disponibili din senzorii dispozitivelor portabile de tip fitness tracker sau smartwatch.

Pentru acesta s-a folosit un dispozitiv **Apple Watch** cu o aplicație scrisă în limbajul de programare **Swift**. Aplicația extrage datele: bătăile inimii [bpm], număr de pași, distanța parcursă [m], coordonatele GPS.

S-a mai creat un prototip folosind un microcontroller **ESP32** cu o placă de dezvoltare compatibilă cu mediul Arduino. S-au conectat un senzor de puls (PPG) și un senzor de temperatură. Dispozitivul dispune de conectivitate Wi-Fi.

Cele doua tipuri de device-uri trimit date unui server scris în **C# folosind MVC .NET Core**, iar datele sunt stocate într-o bază de date **SQLite**.

O aplicație web de tip Single-Page-Application scrisă folosind **ReactJS** este folosită pentru a gestiona datele colectate. Există funcționalitatea de înregistrare și login. Sunt 2 tipuri de utilizatori: utilizator normal (are acces doar la datele lui) și administrator (are acces la toate datele). Datele pot fi repartizate unor proiecte sau categorii. O componentă de tip hartă afișează locațiile înregistrărilor de pe dispozitivele portabile.

De asemenea, pentru aplicația disponibilă pe Apple Watch s-a mai creat o aplicație pentru mobil (**iPhone**) care facilitează o conexiune între device-uri și permite transferul de date între ele prin Bluetooth. Este folosită pentru a extrage fișierele salvate în ceas și pentru autentificare.

9. Activitatea științifică a candidatului:

[\[ANEXA 2\]](#)

DATA: 21.07.2020

TITULAR DE PROIECT,

Nume, prenume: **ing. Moldovan Ovidiu**

Semnatura:



7. Prezentarea programului de cercetare: (maximum 4 pagini)

7.1. STADIUL ACTUAL AL CUNOASTERII IN DOMENIU PE PLAN NATIONAL SI INTERNATIONAL, RAPORTAT LA CELE MAI RECENTE REFERINTE DIN LITERATURA DE SPECIALITATE.*

În [1] s-a realizat un sistem de monitorizare al pacienților bazat pe senzori montați pe corp pentru a crea un algoritm de priorizare și notificare a medicilor, oferind astfel o mai mare independență suferinților de boli cronice care trebuie monitorizați în permanență. Se prezintă termenul de „Big Data”, pentru ca se obține un volum mare de date care poate fi folosit, de exemplu, de către algoritmi de inteligență artificială.

[2] prezintă o privire de ansamblu asupra a ceea ce înseamnă „Internet of Things” în sistemele de monitorizare a sănătății. Printre tehnologiile prezentate se numără folosirea serverelor web HTTPS și a serviciilor web de tipul RESTful. Se propune o configurație master-slave între un dispozitiv principal și senzori, comunicația făcându-se prin tehnologii Low-Power Wireless Network (LPWN): IEE 802.15.4 (ZigBee), IEE 802.15.1 (Bluetooth), cu precizarea că dispozitivul principal trebuie să fie conectat la internet, în cazul ideal fără fir folosind Wi-Fi sau conexiune celulară.

În [3] se prezintă o soluție bazată pe Java și Android pentru un astfel de sistem de monitorizare, în care senzorii sunt conectați direct la smartphone și acesta trimite datele la un server pentru prelucrare. În acest caz se prezintă detaliat modul de transmisie a datelor de la senzori la telefon, fiind un proces optimizat pentru această aplicație. De asemenea, se prezintă o abordare fuzzy logic pentru a determina alarme în cazul în care se observă simptome ale unor boli cardiace.

Senzorul de ritm cardiac PPG (photoplethysmography) este o componentă foarte importantă a unui astfel de sistem. [4] prezintă importanța culorii LED-ului (verde în general) în funcție de cât de mult poate să pătrundă lumina prin pielea umană. Deși mergând spre lungimi de undă mai mari, către spectrul infraroșu, se poate observa o trecere mai bună a luminii prin piele, se observă și artefacte de mișcare mai mari. Artefactele de mișcare, prezentate în [5], apar datorită faptului că între piele și senzor există perioade scurte de timp în care acestea nu se află în contact.

O altă componentă importantă este numărul pașilor parcurși de persoană. În general, smartwatch-urile oferă această valoare direct, dar există și metode de a citi direct valorile accelerometrului și de a realiza un *step counter* pe baza acestora, ca de exemplu în [6].

Ca limbaje de programare, [7] prezintă un studiu asupra diferitelor platforme ce pot fi folosite în scrierea de aplicații mobile: aplicații native (scrise în limbaj nativ), aplicații web (scrise în limbaje web precum JavaScript și HTML/CSS) sau aplicații hibride (scrise în limbaje de uz general cum ar fi Python sau C#). [8] duce această clasificare mai departe, motivând că aplicațiile web și cele scrise în C/C++ rulează, totuși, nativ pentru că sistemele de operare mobile (Android și iOS) execută acest cod fără a fi necesare translații sau emulări. Mai departe s-a studiat în detaliu limbajul de programare Swift și bibliotecile/framework-urile disponibile folosind cartea pusă la dispoziție de Apple Inc. [9].

Securitatea joacă un rol foarte important în aceste tipuri de sisteme, fiind vorba despre un tip foarte sensibil de date pe care utilizatorul le împărtășește. [10] prezintă un astfel de studiu și definește o serie de identifikatori. Se accentuează importanța criptării acestor date. De asemenea, [11] discută despre impactul legilor de tipul GDPR asupra dispozitivelor IoT și importanța aplicării acestora. Este important ca aceste dispozitive să ceară acordul utilizatorului pentru fiecare tip de date colectate, ba mai mult, să ofere acestuia o cale de a accesa, modifica sau șterge aceste date dacă dorește.

*se descriu principalele cercetări și rezultate din domeniu cu referire la lucrări științifice sau cărți care prezintă acele rezultate. Toate lucrările menționate la punctul 7.4 trebuie citate în această secțiune

7.2. OBIECTIVELE PROIECTULUI **

La nivel teoretic îmi propun a continua studiul început la licență, cu următoarele obiective:

- Studiul unor metode pentru trecerea aplicațiilor iOS și watchOS către platformele **Android** și **Wear OS** sau **Tizen** (Samsung)
 - utilizarea **Swift** în Android folosind compilatorul LLVM [12] sau un kit de dezvoltare cross-platform [13]
 - utilizarea kit-urilor de dezvoltare folosind limbaje de uz general de genul **C#** sau **Xamarin**
 - utilizarea mediului Android Studio folosind Java sau Kotlin
- Studiul algoritmilor existenți de rejectare a perturbațiilor apărute pe **senzorul de puls** (artefactele de mișcare) [5]
- Studiul integrării unei soluții **embedded IoT** cu aplicațiile mobile [14]
- Studiul **criptării** și a transmisiei de date securizate

La nivel practic îmi propun următoarele:

- Publicarea server-ului pe internet, adaptarea la standardul **HTTPS**
- **Criptarea** datelor (nu doar a identificatorilor)
- Implementarea aplicațiilor **iOS și watchOS** pe platforma **Android** și **Wear OS** sau **Tizen** folosind una dintre metodele studiate
- Implementarea unui algoritm propriu de rejectare a perturbațiilor apărute la citirea senzorului de puls (**artefacte de mișcare**)
- Implementarea unui algoritm de **numărat pași** parcurși de utilizator folosind datele citite direct de la accelerometrul disponibil pe Apple Watch, respectiv adăugarea unui accelerometru soluției embedded
- Implementarea unui algoritm de **detecție a căderii** folosind un senzor de tip giroscop
- Crearea unei aplicații de tip **companion** pentru soluția embedded
- Utilizarea unui **smartwatch kit** pentru soluția embedded
- Utilizarea metodelor învățate la cursurile programului de master pentru a îmbunătăți performanțele sistemului, procesarea semnalelor oferite de senzori; adăugarea unui algoritm de decizie și predicție folosind algoritmi de **inteligentă artificială**.

**** Vor fi descrise obiectivele teoretice și cu caracter practic urmărite în cadrul proiectului.**

7.3. DESCRIEREA PROIECTULUI***

Schema bloc din Figura 7.1 reprezintă structura aplicației, așa cum este ea în prezent, cu mențiunea că soluția embedded nu are, în acest moment, implementată o conexiune cu o aplicație mobilă.

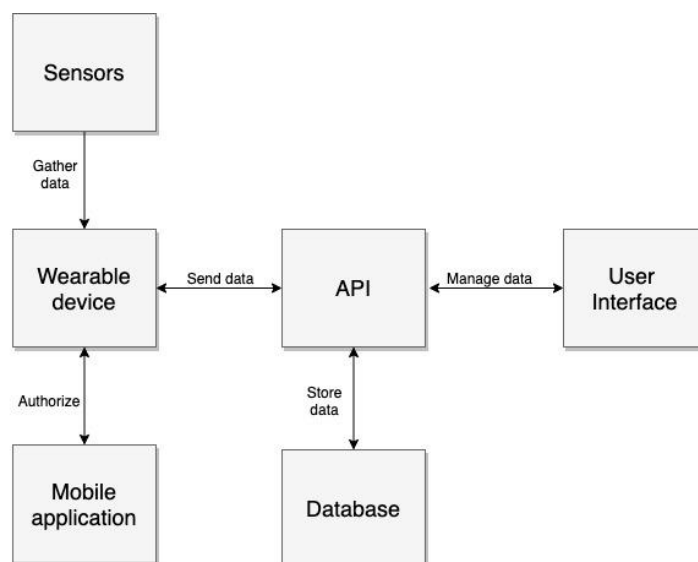


Figura 7.1 Structura aplicației

În prima fază a proiectului voi urmări publicarea aplicației server (API) pe un host și, odată cu asta, trecerea la standardul HTTPS și obținerea unui certificat SSL. Astfel, aplicațiile nu vor mai fi dependente de laptop-ul pe care rulează în acest moment server-ul și vor putea fi folosite și în exterior, în prezent acest lucru fiind posibil doar dacă toate dispozitivele sunt conectate la aceeași rețea locală. Acest lucru va permite testarea mai multor dispozitive și compararea rezultatelor obținute.

Pe partea de server, în acest moment, parolele sunt criptate și autentificarea se face pe bază de token-uri, astfel încât identificatorii nu ajung în partea de front-end a aplicației. Totuși, datele în baza de date sunt stocate fără niciun alt fel de modificare. Îmi propun să studiez metode de criptare și decriptare pentru a stoca datele într-un mod în care doar această aplicație să le poată accesa. De asemenea, îmi propun să studiez și alte probleme de securitate, respectiv modul în care acestea pot fi prevenite.

Server-ul folosește mecanismul "async – await" din C# pentru rezolvarea concurenței. Acest lucru se mai poate optimiza și se pot studia alte și alte metode.

Aplicațiile pentru dispozitivele portabile au, în prezent, stările prezentate în Figura 7.2, cu excepția faptului că aplicația pentru soluția embedded nu are ca intrare datele de autentificare, ele sunt setate în cod.

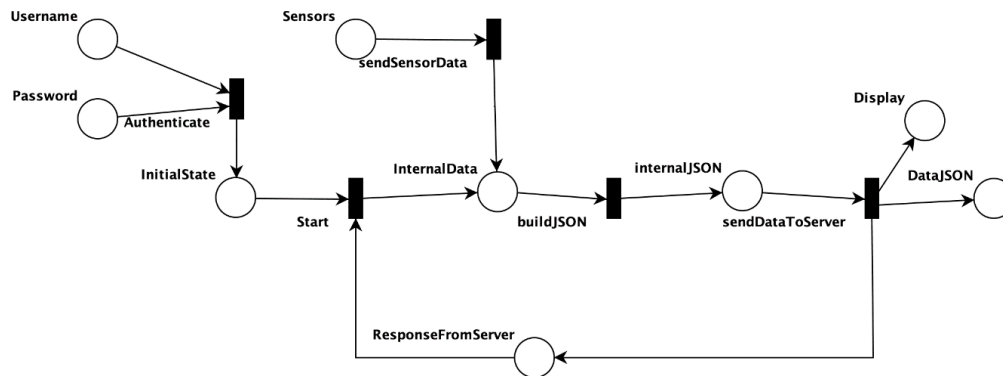


Figura 7.2 Stările aplicațiilor mobile

Locațiile de intrare "Username" și "Password" vin, pentru aplicația de Apple Watch, de la aplicația de Apple iPhone.

Ca îmbunătățire, se urmărește crearea unei aplicații care să faciliteze introducerea acestor date de pe telefon și să le transmită folosind o conexiune Bluetooth.

O altă îmbunătățire va fi adăugarea de senzori soluției embedded pentru a determina mai mulți parametri: accelerometru, giroscop. Se vor încerca mai mulți senzori de tip PPG pentru pulsul inimii și se va propune un algoritm de rejectare a perturbațiilor apărute la mișcare folosind accelerometrul. Se va lua în calcul folosirea unei platforme embedded special fabricată pentru dispozitivele portabile.

La nivelul aplicației Apple Watch se va adăuga funcționalitatea de detectare a căderii utilizatorului folosind datele de la giroscop. Se va propune un algoritm de numărare a pașilor utilizatorului folosind datele accelerometrului.

Tot la nivelul aplicațiilor pentru dispozitivele Apple, îmi propun aprofundarea limbajului de programare Swift pentru a putea îmbunătăți experiența utilizatorului. De exemplu, în acest moment interfața este una simplă, bazată în mare parte pe text, lucru la care se mai poate lucra. Mai mult, sunt necesare apăsarea mai multor butoane pentru a face o operație simplă (după login, token-ul nu este automat trimis ceasului, trebuie trimis manual). Aceste lucruri vor duce la o experiență de utilizare mai plăcută, iar studiul în continuare al limbajului Swift îmi va permite să adaug funcționalități noi.

Voi continua să studiez sistemul Android și voi implementa o soluție pentru dispozitivele Android. Acest studiu a fost început la licență, dar nu am ajuns la un rezultat până la data susținerii.

De asemenea, îmi propun să mă folosesc de cunoștințele pe care le voi dobândi urmând cursurile programului de master în materie de procesare de semnale, transmitere de informații, proiectare / implementare software și inteligență artificială, aceasta din urmă dorind să o folosesc pentru precizarea unor zone de stres, o funcționalitate pe care îmi doresc să o adaug aplicației web.

Îmi propun să compar rezultatele mele cu cele obținute de alte lucrări și cu cele obținute de lucrarea mea pe diferite dispozitive, să observ diferențele dintre senzori, algoritmi și să particip cu această lucrare la conferințe.

***se prezintă o analiză critică a rezultatelor actuale (secțiunea 7.1) și se propun eventuale îmbunătățiri, dezvoltări, soluții care vor constitui obiectul activității de cercetare pe perioada studiilor de master. Vor fi detaliate activitățile ce urmează să fie desfășurate în cadrul proiectului (activități de cercetare, dezvoltare, implementare, experimentare, etc)

7.4. REFERINTE BIBLIOGRAFICE

- [1] N. Kalid, A. Zaidan, B. Zaidan, O. H. Salman, M. Hashim and H. Muzammil, "Based Real Time Remote Health Monitoring Systems: A Review on Patients Prioritization and Related "Big Data" Using Body Sensors information and Communication Technology," Journal of Medical Systems, vol. 42, no. 30, 2018.
- [2] M. U. Ahmed, M. Björkman, A. Čaušević, H. Fotouhi and M. Lindén, "An Overview on the Internet of Things for Health Monitoring Systems," in Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 169, Springer, Cham, 2016.
- [3] P. Kakria, N. K. Tripathi and P. Kitipawang, "A Real-Time Health Monitoring System for Remote Cardiac Patients Using Smartphone and Wearable Sensors," International Journal of Telemedicine and Applications, 2015.
- [4] J. Spigulis, L. Gailite, A. Lihachev and R. Ertz, "Simultaneous recording of skin blood pulsations at different vascular depths by multiwavelength photoplethysmography," Applied Optics, vol. 46, no. 10, pp. 1754-1759, 2007.
- [5] P.-H. Lai and I. Kim, "Lightweight wrist photoplethysmography for heavy exercise: motion robust heart rate monitoring algorithm," Healthcare Technology Letters, vol. 2, no. 1, pp. 6-11, 2015.
- [6] V. Genovese, A. Mannini and A. M. Sabatini, "A Smartwatch Step Counter for Slow and Intermittent Ambulation," IEEE Access, vol. 5, pp. 13028-13037, 2017.
- [7] H. Brito, A. Gomes, Á. Santos and J. Bernardino, "JavaScript in mobile applications: React native vs ionic vs NativeScript vs native development," 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pp. 1-6, 2018.

- [8] R. Nunkesser, "Beyond Web/Native/Hybrid: A New Taxonomy for Mobile App," 2018 IEEE/ACM 5th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft), pp. 214-218, 2018.
- [9] The Swift Programming Language (Swift 5.2), Apple Inc., 2014
- [10] W. Yang, J. Hu, S. Wang and Z. Guanglou, "Securing Mobile Healthcare Data: A Smart Card based Cancelable Finger-vein Bio-Cryptosystem," IEEE Access, 5 Jun 2018.
- [11] J. Seo, K. Kim, M. Park, M. Park and K. Lee, "An analysis of economic impact on IoT under GDPR," International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), pp. 879-881, 2017.
- [12] A. Inc., "Getting Started with Swift on Android," 2020 Jan 25. [Online]. Available: <https://github.com/apple/swift/blob/master/docs/Android.md>. [Accessed 03 May 2020].
- [13] SCADE, "SCADE Documentation," 2019. [Online]. Available: <https://docs.scade.io/docs>. [Accessed 2020 May 03].
- [14] A. Bakir, Program the Internet of Things with Swift for iOS, Tokyo, Japan: Apress, 2018.

7.5. OBIECTIVELE SI ACTIVITATILE DE CERCETARE DIN CADRUL PROIECTULUI****:

An	Obiective stiintifice (Denumirea obiectivului)	Activitati asociate
An1	1. Obținerea si compararea datelor de la mai multe dispozitive	1. Studiu – Publicarea server-ului
		2. Publicarea server-ului
		3. Studiu – Folosirea aplicatiei simultan pe mai multe dispozitive
		4. Implementarea pe mai multe dispozitive
		5. Colectarea datelor
	2. Compararea algoritmilor proprii cu cei deja existenți	1. Studiu – Algoritmi existenți pentru interpretarea datelor de la senzori (accelerometru, giroscop)
		2. Implementarea de algoritmi proprii
		3. Colectarea datelor
An 2	1. Implementarea unui model de predicție	1. Studiu – Algoritmi de invatare, inteligenta artificiala
		2. Implementarea unui algoritm de predicție
		3. Colectarea si compararea datelor
	2. Participarea la conferințe	1. Scrierea de articole stiintifice
		2. Susținerea proiectului

**** Obiectivele cercetării reprezintă descrierea rezultatelor așteptate iar activitățile asociate reprezintă modalitatea prin care acestea vor fi obținute. Activitățile delimitează fazele/etapele atingerii obiectivului. Fiecarui obiectiv îi corespund mai multe activități de realizare.

7.6. CONSULTANTII*****

As. Dr. Ing. Dan Goța

*****lista persoanelor pe care le-ați consultat la elaborarea propunerii și/sau cu care se va colabora pe perioada activității de cercetare

9. Activitatea stiintifica a candidatului:**9.1. PREMII OBTINUTE LA MANIFESTARI STIINTIFICE.**

--

9.2. PARTICIPAREA CU LUCRARI LA SESIUNI DE COMUNICARI STIINTIFICE.

--

9.3. PUBLICATII.

[se va atasa copie a articolului considerat cel mai semnificativ]
--

9.4. PARTICIPAREA IN PROGRAME DE CERCETARE-DEZVOLTARE NATIONALE SI INTERNATIONALE

(nume proiect/director proiect/cadru didactic care a supervizat cercetarea – pentru proiecte din UTCN)
(nume proiect/director proiect/institutia in care s-a derulat cercetarea – pentru proiecte din afara UTCN)

--

9.5. BURSE OBTINUTE.

- FINANTATORUL;
- PERIOADA SI LOCUL;
- PRINCIPALELE REZULTATE SI VALORIFICAREA LOR;

--