UNIVERSITATEA TEHNICĂ „Gheorghe Asachi” din IAȘI

FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

DOMENIUL: Calculatoare și Tehnologia Informației

SPECIALIZAREA: Tehnologia Informației

**Dispozitiv localizabil prin intermediul unei aplicații mobile**

**KeyFinder**

LUCRARE DE DIPLOMĂ

Coordonator științific

Ș.l.dr. Nicolae Botezatu

Absolvent

Bogdan-Iulian Iurea

Iași, 2021

Declarație pe proprie răspundere

Introducere

Capitolul 1. Fundamentarea teoretică și documentarea bibliografică pentru tema propusă

* 1. Tema propusă

Scopul temei propuse este acela de a oferi unei persoane posibilitatea de găsi obiectele frecvent pierdute prin atașarea unor dispozitive de localizare de acestea. Acest dispozitiv poate fi contactat folosind unde radio, astfel prin utilizarea unui alt dispozitiv ce are rolul de emițător se va putea trimite un semnal de activare al procesului de localizare al dispozitivului receptor. La momentul recepționării semnalului, dispozitivul va iniția rutina de localizare prin emiterea unor semnale sonore și luminoase ajutând la găsirea obiectului pierdut.

Pentru ca semnalul de activare să poată fi emis către dispozitivul ce trebuie localizat se va pune la dispoziție o aplicație mobilă ce va permite vizualizarea dispozitivelor receptor din apropiere. Dintre dispozitive se poate alege unul pentru a crea o asociere, asocierea fiind realizată prin verificarea unei chei unice de securitate cunoscută de dispozitivul receptor ales și care trebuie să fie introdusă de către utilizator. Dacă există dispozitive cu care s-au realizat asocieri și care să fie și în proximitate se oferă posibilitatea de a trimite semnalul de activare către unul dintre acestea.

Având în vedere cele enunțate în paragraful anterior, se deduce faptul că dispozitivul emițător este reprezentat de un telefon inteligent(eng.: smartphone). Dispozitivul receptor va avea la bază un microprocesor ce integrează module Bluetooth și Wi-F și va conține o diodă electroluminiscentă și un buzer(eng.: buzzer) prin care se vor emite semnalele de localizare. Simultan, va pune la dispoziție un buton prin care se va afișa starea dispozitivului(dacă este conectat sau nu). Comunicarea dintre dispozitive va fi realizată prin intermediul standardului tehnologic Bluetooth cu energie redusă.

1.1.1. Obiective propuse

Luând la cunoștință scopul temei propuse enunțat la subcapitolul 1.1, obiectivul principal este acela de oferi posibilitatea găsirii obiectelor pierdute așa încât un utilizator să nu se simtă deranjat de dispozitivul atașat de obiect. Astfel, produsul final va trebui să fie de mici dimensiuni și să asigure un nivel de confort satisfăcător pentru utilizator.

La primirea semnalului de activare, dispozitivul va alterna fiecare culoare a diodei electroluminiscente și va emite un semnal sonor în ritmul aprinderii diodei. Totodată, la apăsarea butonului din componență, acesta va arăta că dispozitivul este pregătit de conectare prin emiterea unui semnal luminos de culoare verde sau va arăta că dispozitivul este deja conectat prin emiterea unui semnal luminos de culoare albastră.

Pentru aplicația mobilă, obiectivele propuse sunt următoarele:

* Aplicația trebuie împărțită într-o parte ce conține strict vizualizarea dispozitivelor din proximitate și modalitatea de asociere cu acestea și într-o parte ce conține strict vizualizarea dispozitivelor deja asociate și operațiunile ce pot fi executate de acestea;
* Căutarea dispozitivelor receptor să fie posibilă prin simpla apăsare a unui buton;
* Utilizatorul să fie anunțat despre operațiunile ce necesită timp pentru a-și termina execuția(de exemplu: căutarea dispozitivelor din jur) prin diverse metode(cutii dialog cu mesaje de atenționare, loader-e etc.);
* La finalul fiecărei căutări să se poată vizualiza dispozitivele receptor din proximitate prin dispunerea informațiilor acestora într-o listă ce va fi afișată pe ecran;
* Pentru a se realiza o asociere cu un dispozitiv, utilizatorul va trebui să introducă cheia unică de securitate a dispozitivului și apoi să aștepte rezultatul validării acesteia. Validarea cu succes va avea ca efect adăugarea dispozitivului în lista de dispozitive asociate, iar în cazul în care validarea a eșuat, utilizatorul va fi anunțat în legătură cu acest lucru;
* Dispozitivele asociate să fie afișate indiferent dacă acestea sunt în proximitate sau nu, dar totodată, să existe o modalitate de diferențiere între ele;
* Pentru un dispozitiv asociat să existe posibilitatea de a elimina asocierea, iar pentru cel aflat în proximitate să se ofere și posibilitatea emiterii semnalului de activare al acestuia.

1.1.2. Justificarea abordării

Această temă a fost abordată deoarece pachetul de cunoștințe necesar dezvoltării unui astfel de proiect cuprinde o mare parte din programa domeniului studiat. În acest mod, în proiect sunt folosite elemente învățate din discipline precum: electrotehnică, dispozitive electronice și electronică analogică, electronică digitală, sisteme cu microprocesoare, rețele de calculatoare, programare orientată pe obiecte, paradigme de programare, programare Web și programarea dispozitivelor mobile.

Tema propusă combină elemente ce țin de dezvoltarea aplicațiilor mobile și dezvoltarea sistemelor cu microprocesor, existând posibilitatea ca produsele finale să poată comunica prin intermediul comunicării „prin aer”, astfel tema se încadrează în caracteristicile domeniului **IoT,** un domeniu de actualitate, aducând un plus în vederea luării deciziei abordării unui astfel de proiect.

1.2. Domeniul și contextul abordării temei

Considerând obiectivele enunțate la capitolul 1.1.1. și scopul temei propuse, se deduce că proiectul face parte din domeniul **IoT**(Internet of Things) pentru că se dorește ca un dispozitiv să fie controlat de la distanță prin intermediul unei aplicații mobile folosind comunicarea „prin aer”.

Internet of Things, tradus Internetul lucrurilor face referință la multitudinea de dispozitive ce pot comunica între ele, colectând și schimbând date. Prin aceste dispozitive se dorește ușurarea responsabilităților activităților de zi cu zi, scopul final fiind acela de a îmbunătăți calitatea vieții(QoL – Quality of Life). Din acest de domeniu fac parte aplicații/produse precum:

* Accesorii inteligente(ceasuri, brățări etc.) ce pot informa purtătorul despre nivelul de stres acumulat, temperatura pielii, locația actuală ș.a.m.d. Astfel, se pot lua decizii în urma informațiilor oferite(dacă antrenamentul sportiv poate continua, dacă este necesar să se reducă starea de agitație etc.);
* Dispozitive ce pot fi localizate prin GPS/Bluetooth(eng.: tracking device) folosind o aplicație mobilă/Web;
* Aparatură casnică inteligentă(frigidere/mașini de spălat/aspiratoare inteligente) ce poate fi controlată prin telefon/calculator;

Pentru a crea aplicații ce țin de domeniul IoT sunt necesare cunoștințe în domeniile dezvoltării de aplicații mobile/Web și dezvoltării de sisteme încorporate.

1.2.1. Sisteme încorporate

Un sistem este un aranjament în care toate unitățile sale asambla lucra împreună în conformitate cu un set de reguli. Acesta poate fi, de asemenea, definit ca un mod de lucru, organizare sau de a face una sau mai multe sarcini în conformitate cu un plan fix. Într-un sistem, toate subcomponentele depind una de cealaltă.

Un sistem încorporat poate fi considerat ca un sistem hardware cu software încorporat în acesta. Poate fi un sistem independent sau poate face parte dintr-un sistem mai mare. Un sistem încorporat este un microcontroler sau un sistem bazat pe microprocesor care este proiectat pentru a efectua o anumită sarcină. Un sistem încorporat are trei componente(hardware, software și R.T.O.S. – Real Time Operating System). Un sistem de operare în timp real supraveghează aplicația ce este executată și oferă un mecanism de control al proceselor, definind modul în care funcționează sistemul.

Așadar, un sistem încorporat are la bază un microcontroller/microprocesor ce poate fi programat și care poate utiliza un sistem de control în timp real.

Pentru a programa un microcontroller sunt necesare cunoștințe ale limbajelor de programare „low level” deoarece memoria pusă la dispoziție este limitată, iar limbajele de nivel înalt nu sunt eficiente din punct de vedere al utilizării memoriei.

1.2.2. Tehnologia Bluetooth

Bluetooth-ul este un standard al tehnologiei fără fir cu rază de acțiune scurtă care elimină necesitatea de a folosi cabluri pentru a comunica cu mai multe dispozitive electronice. Funcționalitatea acestuia este foarte asemănătoare cu cele ale rețelei mobile sau ale tehnologiei Wi-Fi, dar diferă prin faptul că el este destinat comunicării pe rază scurtă având sarcini relativ simple, în timp ce tehnologiile anterior menționate sunt destinate conectării în masă a mai multor dispozitive într-o rețea largă sau chiar la internet.

În același timp, Bluetooth-ul cu energie redusă(eng.: Bluetooth Low Energy) este tot un standard tehnologic de comunicare „prin aer” cu origini moștenite de la Bluetooth-ul „clasic”, dar care aduce îmbunătățiri asupra consumului de energie cu costul reducerii cantității de date trimise. Dispozitivele care adoptă standardul cu energie redusă pot intra într-un mod inactiv(eng.: sleep) până la sosirea unui nou eveniment de conectare, reducând semnificativ cantitatea de energie consumată.

Bluetooth-ul, din punct de vedere al implementării hardware este compus din două părți, una analogică radio și una digitală. Partea digitală este numită Host Controller(H.C.) și conține interfețele cu mediul gazdă, un procesor și modulul de procesare al semnalului digital(Link Controller). Pe nucleu sunt executate instrucțiuni care permit descoperirea și comunicarea cu alte dispozitive prin intermediul protocolului de gestiune al legăturilor(eng.: Link Manager Protocol - L.M.P.). La nivelul software, pentru a asigura compatibilitatea între dispozitive cu implementări hardware diferite se utilizează o interfață comună între dispozitivul gazdă și nucleul Bluetooth, astfel protocoalele de nivel superior sunt mascate de serviciile din banda de bază cu ajutorul protocolului de adaptare și control al legăturilor logice(eng.: Logic Link Control and Adaptation Protocol – L.2.C.A.P.).

Standardul încorporează mai multe implementări ale protocoalelor de comunicare, astfel sunt definite protocoale ce stau la baza acestuia(L.M.P. – stabilește și controlează legătura dintre dispozitivele Bluetooth, L.2.C.A.P. – maschează serviciile din banda de bază, S.D.P. – tabelează serviciile expuse ale altor dispozitive), protocoale de înlocuire a cablurilor(R.F.C.O.M.M. – asigură existența unei legături între două dispozitive folosind frecvența radio), protocoale de control telefonic(T.C.S.B.I.N., H.T.T.P., F.T.P.) și protocoale adoptate(P.P.P., T.C.P./I.P., U.D.P.).

Oferă posibilitatea de a conecta mai multe dispozitive electronice fără a exista un intermediar datorită reglementărilor pe care le aduce. Tehnologia aduce propriile implementări asupra menținerii relației de conectivitate dintre dispozitive, oferind posibilitatea alegerii protocolului de comunicare între emițător și receptor. Prin urmare, sunt definite seturi de profiluri Bluetooth, adesea numite servicii sau funcții care expun încapsulări ale funcționalității unui anumit dispozitiv.

Un profil Bluetooth este o specificație prin care se definesc aspecte asupra menținerii unei conexiuni fără fir între dispozitive. Specificația profilului trebuie să conțină un minim de informații asupra utilizării stivei de protocoale Bluetooth cu scopul de a asigura interoperabilitatea între dispozitive. De-a lungul timpului au fost create și standardizate mai multe profiluri Bluetooth, dintre care cele cu numărul cel mai mare de aplicații în momentul actual sunt:

* A2DP – Advanced Audio Distribution Profile: are ca scop de trimiterea în flux a fișierelor audio
* FTP – File Transfer Profile: se ocupă de transferul de fișiere
* BPP – Basic Printing Profile: are ca rol imprimarea documentelor
* HFP – Hands-Free Profile
* GAP – Generic Access Profile: controlul accesului
* GATT – Generic Attribute Profile: transferul cantităților mici de date efficient din punct de vedere al consumului de energie(Bluetooth Low Energy)

1.2.3. Aplicații mobile

O aplicație mobilă este un program de calculator sau o aplicație software concepută pentru a rula pe un dispozitiv mobil, cum ar fi un telefon, o tabletă sau un ceas. Aplicațiile au fost inițial destinate pentru a spori productivitatea, dar cererea pentru aplicații a cauzat extinderea rapidă în alte domenii(cum ar fi jocuri mobile, automatizări etc), așa încât acum există milioane de aplicații disponibile.

În momentul actual cele mai folosite sisteme de operare destinate dispozitivelor mobile sunt Android(dezvoltat de Google) și iOS(dezvoltat de Apple). O aplicație mobilă nu poate funcționa pe ambele sisteme de operare deoarece fișierele binare rezultate în urma compilării unui proiect Android nu pot fi compatibile cu sistemul iOS și nici invers. Programul rezultat este numit aplicație nativă deoarece este destinat doar platformei pentru care a fost creat.

Pentru a crea o aplicație pentru Android sunt necesare mediul de dezvoltare integrat(I.D.E. – Integrated Development Environment) Android Studio, pachetul de dezvoltare Android pentru limbajele Java/Kotlin sau pachetul de dezvoltare nativ pentru limbajele C/C++. Simultan, pentru a crea o aplicație iOS sunt necesare mediul de dezvoltare integrat Xcode și pachetul de dezvoltare iOS. Aplicațiile native iOS pot fi scrise în limbajele Swift sau Objective C.

Datorită incompatibilității aplicațiilor între platforme au fost create noi medii de dezvoltare prin care să fie posibilă scrierea aplicațiilor mobile prin utilizarea unui singur cod sursă, programele rezultate fiind numite aplicații multi-platformă(eng.: Cross-Platform). Dintre aceste medii de dezvoltare, cele mai utilizate sunt:

* React Native – Mediu de dezvoltare creat peste librăriile native ce face legătura între codul sursă scris și librăriile native ale fiecărei platforme, astfel oferind o experiență și o performanță apropiată de aplicațiile native;
* Flutter – Mediu de dezvoltare ce are ca scop evitarea folosirii librăriilor native prin utilizarea propriei mașini virtuale prin care sunt gestionate evenimentele sistemului(gesturi, animații etc.) cât și desenarea elementelor din interfață;
* Apache Cordova – Mediu de dezvoltare ce permite dezvoltarea aplicațiilor Web hibride pentru aplicații mobile folosind tehnologii Web. Majoritatea mediilor de dezvoltare destinate creării de aplicații mobile prin intermediul tehnologiilor Web au la bază această tehnologie(de exemplu: Ionic Framework, Quasar Framework etc.).
* Ionic Framework – Oferă instrumente si servicii pentru dezvoltarea de aplicații mobile, aplicații desktop și aplicații Web progresive bazate pe tehnologii si practici moderne de dezvoltare Web folosindu-se de tehnologii Web. Ca rezultat, aplicațiile nu sunt native deoarece structura acestora este afișată prin vizualizări Web, dar nu sunt nici aplicații Web deoarece acestea pot fi împachetate și au acces și la librăriile native. Acest tip de aplicații sunt numite aplicații multi-platformă hibride;

1.3. Realizările actuale pe aceeași temă. Analiza comparativă a tipurilor de produse/aplicații existente din categoria temei

1.4. Specificații privind caracteristicile așteptate de la aplicație

Aplicația mobilă va trebui să fie ușor de folosit și să nu creeze o stare de confuzie pentru utilizator. Funcționalitățile acesteia trebuie să fie ușor de remarcat așa încât utilizatorul să le poată folosi și fără citirea unui manual de instrucțiuni.

Capitolul 2. Proiectarea aplicației

2.1. Analiza platformei hardware pe care va fi executată aplicația

2.2. Modulele proiectului

2.3. Avantaje și dezavantaje ale metodei alese

2.3.1. Avantaje și dezavantaje ale aplicațiilor pentru Android

2.3.2. Avantaje și dezavantaje ale microcontroller-ului ESP32

2.3.3. Avantaje și dezavantaje ale tehnologiei Bluetooth Low Energy

2.4. Limite în care metoda aleasă va funcționa

2.5. Componentele proiectului

2.5.1. Componentele software

2.5.1.1. Aplicația mobilă

2.5.1.1.1. Tehnologia aleasă pentru implementare

2.5.1.1.2. Componenta pentru funcționalități

2.5.1.1.3. Componenta elementelor vizuale

2.5.1.1.4. Componenta de încapsulare a vizualizării și funcționalității programului

2.5.1.2. Programul pentru microcontroller

2.5.1.2.1. Tehnologia aleasă pentru implementare

2.5.1.2.2. Configurarea pinilor de intrare/ieșire

2.5.1.2.3. Configurarea server-ului Bluetooth Low Energy

2.5.2. Componenta hardware

Capitolul 3. Implementarea aplicației

3.1. Descrierea generală a implementării

3.2. Probleme speciale/dificultăți întâmpinate și modalități de rezolvare

3.3. Idei originale, soluții noi

3.4. Comunicarea cu alte sisteme și salvarea/stocarea informațiilor

3.5. Interfața cu utilizatorul

3.6. Implementarea componentei hardware

Capitolul 4. Testarea aplicației și rezultate experimentale

4.1. Punerea în funcțiune/lansarea aplicației

4.2. Testarea sistemului

4.2.1. Testarea aplicației mobile

4.2.2. Testarea programului pentru microcontroller

4.2.3. Testarea componentei hardware

4.3. Aspecte legate de încărcarea procesorului, memoriei, limitări în ce privește transmisia datelor/comunicarea

4.4. Aspecte legate de fiabilitate/securitate

4.5. Rezultate experimentale

4.6. Utilizarea sistemului

Concluzii

Bibliografie

Anexe