



MINISTERUL EDUCAȚIEI

**Universitatea POLITEHNICA din București
Școala Doctorală de
Inginerie Industrială și Robotică**

Doctorand:

As.univ.ing. Ionuț-Cosmin CHIVA

-REZUMAT-

TEZĂ DE DOCTORAT

**Cercetări privind localizarea bazată pe tehnologii
inteligente în transporturi și managementul acestora**

Conducător științific

Prof.univ.dr.ing.ec.mat Augustin SEMENESCU

CUPRINS

INTRODUCERE	3
PARTEA I – STUDIU TEORETIC	4
CAPITOLUL 1 – CONCEPTUL DE CALITATE ÎN TRANSPORTUL PUBLIC ȘI MANAGEMENTUL TRAFICULUI AERIAN	4
1. Conceptul de calitate în transportul public urban de pasageri	4
1.1.1. Factori interni și externi care influențează calitatea	4
1.2. Calitatea serviciilor de transport rutier	4
1.3. Modele și tehnici de evaluare a calității în domeniul transportului public	4
1.4. Sistemul de transport urban	5
1.5. Transportul public în București	5
2. Managementul traficului aerian	6
CAPITOLUL 2 - STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI TRAFICULUI RUTIER ȘI AERIAN	7
2.1. Stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului traficului rutier	7
2.1.1. Algoritm combinat de localizare bazat pe Bluetooth și Wi-fi	7
2.1.2. Derivarea unui model RSSI	8
2.1.3. Model utilizat pentru măsurarea semnalelor Wi-Fi	8
2.1.4. Algoritm de poziționare combinat pe bază de Wi-Fi-Bluetooth	8
2.1.5. Simulări de localizare bazate pe trilateratie și RSSI	8
2.1.6. Sisteme de localizare WLAN (Wireless Local Area Network) și Bluetooth	8
2.1.7. WLAN, Bluetooth și Fusion	9
2.1.8. Modele de atenuare a propagării pentru semnalele Wi-Fi	9
2.2. Stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului traficului aerian	9
CAPITOLUL 3 - APLICAREA SISTEMELOR DE INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ÎN MANAGEMENTUL TRANSPORTURILOR	10
3.1. Sisteme de transport inteligente	10
3.2. Algoritmi folosiți în analiza și filtrarea datelor captate din sisteme inteligente pentru transporturi	11
3.2.1. Extragerea de informații din date (fig. 3.3.)	11
3.2.2. Probleme rezolvabile cu extragerea de cunoștințe din date	12
CAPITOLUL 4 - SOLUȚII DE MANAGEMENT ALE TRAFICULUI RUTIER ȘI AERIAN	12
4.1. Dezvoltarea unei aplicații de control al traficului rutier (valorile generate de Count Objects)	12
4.2. Teoria jocului în managementul deciziilor: Utilizarea teoriei jocurilor și a multiagentului inteligent în planificarea transportului	13
4.2.1. Implementarea algoritmului SMA și a teoriei jocurilor pentru transportul urban	14
4.3. Tehnologia IoT și managementul lanțului de aprovizionare	14
4.3.1. Metodologie de cercetare: integrarea IoT în cloud prin comunicații în timp real de tehnologie web registru (Web-RTC)	15
4.4. Suport decizional strategic - Sistem integrat de suport și management al intervențiilor în criză	17
4.4.1. Modelarea și simularea pe bază de agenți a mulțimilor în situații de panică	17

4.4.2. Modelul „push/push”	17
4.4.3. Comportamentul de panică.....	17
4.4.4. Detectarea rutei de evacuare dintr-o zonă aglomerată utilizând rețelele Deep Learning și Voronoi.....	18
4.5. Contribuții la implementarea sistemului de management al traficului aerian fără pilot folosind Controlul Fuzzy distribuit	18
CAPITOLUL 5 - SOLUȚII INTEGRATE PENTRU ANALIZA DATELOR CAPTATE DIN SISTEME INTELIGENTE PENTRU TRANSPORTURI	19
5.1. PARTEA I A TESTELOR EXPERIMENTALE	19
5.1.1. Configurarea platformei de test [154]	19
5.1.2. Rezultatele testelor efectuate pe teren[154]	19
5.1.3. Concluzii privind prima parte a testelor[154]	21
5.2. PARTEA II A TESTELOR EXPERIMENTALE [156].....	21
5.2.1. Concluzii privind partea a II-a a testelor din teren [156].....	24
5.3. CONCLUZII DESPRINSE DIN TESTELE DE TEREN	24
5.3.1. Proiectarea arhitecturii sistemului de colectare a datelor de cerere de călătorie (CDCC)	24
5.4. Sistem de culegere anonimă a informațiilor de poziție și mobilitate în transportul public de călători	25
5.4.1. Prezentarea soluției tehnice [177].....	25
5.4.2. Descrierea cercetării experimentale [177]	26
5.4.3. Interpretarea rezultatelor [177].....	28
5.5. Sistem și metodă de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (drone) active, prin analiza cu algoritmi de tip deep learning a sunetului și imaginii captate [186].....	30
CAPITOLUL 6 – START-Up: DEZVOLTAREA UNEI APLICAȚII SOFTWARE PENTRU MONITORIZAREA TRANSPORTULUI PUBLIC DE PASAGERI	32
6.1. Informații generale afacere (tabel 6.1).....	32
6.2. Rezumatul ideii de afaceri	32
6.3. Rezultate	33
6.3.1. Rezultate cuantificabile.....	33
6.3.2. PrintScreen din designul aplicației (fig.6.2. și fig.6.3.).....	33
6.3.3. Politica de preț	33
CAPITOLUL 7 - CONCLUZII GENERALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	34
7.1. Concluzii generale	34
7.2. Contribuțiile originale rezultate din cercetările experimentale sunt reprezentate de Brevetul de invenție și de cererea de brevet de invenție, de testele efectuate în teren, dar și de cele 5 soluții dezvoltate pe baza literaturii de specialitate:	35
7.3. Direcții viitoare de cercetare.....	36
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	36

INTRODUCERE

Transportul reprezintă o zonă importantă a activității social-economice datorită faptului că prin intermediul acestuia este asigurată deplasarea resurselor materiale dar și a persoanelor în spațiu, pe anumite căi de circulație, folosindu-se vehicule sau instalații speciale, cu scopul de a satisface toate trebuințele materiale, intelectuale, spirituale ale societății.

Mișcarea variabilă de vehicule și de persoane, realizată într-un interval de timp, reprezintă fluxul de circulație sau traficul. Toate mijloacele de transport care se deplasează pe aceeași direcție, într-un sistem de circulație și pentru care punctele de origine și cele de destinație sunt aceleași, alcătuiesc fluxurile de circulație.

Cu toate că deține o poziție importantă în toate activitățile umane, în prezent, transportul urban reprezintă o problemă spinoasă, greu de manageriat pentru majoritatea orașelor moderne. Populația din marile orașe a cunoscut o creștere constantă în ultimele decenii și este de așteptat să o facă în continuare. Prin urmare, tot mai mulți oameni se bazează pe transportul public pentru călătoriile lor zilnice.

Dezvoltarea unor strategii eficiente de management al cererii de transport public bazate pe modele predictive, care folosesc date în timp real, reprezintă o abordare promițătoare în ceea ce privește adaptarea infrastructurii existente la traficului aglomerat.

Cu treizeci de ani în urmă, în domeniul transportului aerian, vehiculele aeriene fără operator / dronele erau considerate aparate ale viitorului îndepărtat, la fel ca și telefoanele mobile. În prezent, utilizarea vehiculelor aeriene fără operator a devenit o soluție pentru rezolvarea multor probleme ale societății contemporane.

Utilizarea civilă a vehiculelor aeriene fără operator este evidentă în domeniul protecției civile, al prestărilor de servicii dar și în domeniul cercetării științifice. Cu toate că avantajele utilizării acestor dispozitive sunt imense, societatea este îngrijorată în privința confidențialității și a securității personale, din acest motiv în domeniul utilizării vehiculelor aeriene fără operator rămân în continuare întrebări legate de siguranță, fiabilitate și reglementare.

Cercetările experimentale originale s-au concretizat printr-un brevet de invenție și o cerere de brevet de invenție, prin testele efectuate în teren, dar și prin cele 5 soluții dezvoltate pe baza literaturii de specialitate.

Teza de doctorat este împărțită în 7 capitole și este organizată astfel: introducere, studiu teoretic (capitolele 1, 2 și 3), cercetare experimentală (capitolele 4, 5 și 6) și capitolul 7 care conține concluziile generale și direcții viitoare de cercetare.

Pornind de la domeniul programului de doctorat – Inginerie și Management, **obiectivul principal** al tezei de doctorat este reprezentat de inovarea în ceea ce privește managementul transportului rutier și al transportului aerian.

Scopul tezei de doctorat este acela de a dezvolta soluții inovative în domeniul transportului rutier și aerian, astfel încât să fie asigurat un nivel ridicat al calității vieții, siguranței și securității personale.

PARTEA I – STUDIU TEORETIC

CAPITOLUL 1 – CONCEPTUL DE CALITATE ÎN TRANSPORTUL PUBLIC ȘI MANAGEMENTUL TRAFICULUI AERIAN

1. Conceptul de calitate în transportul public urban de pasageri

Standardul internațional ISO 8402 - *Managementul calității și asigurarea calității. Vocabular* - stabilește clar termenii, definițiile și conceptele aplicabile calității. Conform acestui standard, calitatea reprezintă un ansamblu de proprietăți, dar și de caracteristici ale unei entități, care îi atribuie acesteia posibilitatea de a satisface atât necesitățile exprimate cât și cele implicite.

Un alt standard care introduce sistemele de management al calității este ISO 9000:2000 - „*Sisteme de management al calității. Principii fundamentale și vocabular*”. Acest standard prezintă cele mai importante principii ale sistemelor de management al calității, cuprinzând și vocabularul pentru acestea, conceptul de calitate fiind definit astfel: „*măsura în care un ansamblu de caracteristici intrinseci îndeplinesc cerințele*”.

O serie de criterii de bază definesc conceptul de calitate a transportului urban public, printre acestea se regăsesc: nivelul extinderii rețelei de transport, respectarea graficelor de călătorie și punctualitatea vehiculelor, calitatea informațiilor oferite, viteza de deplasare a mijloacelor de transport și durata călătoriei, confortul și siguranța pasagerilor atât în stațiile de așteptare, cât și în interiorul mijloacelor de transport, nivelul de curățenie din stațiile de așteptare și în interiorul mijloacelor de transport, gradul de diversitate al serviciilor oferite: facilități acordate persoanelor cu dizabilități, diferite moduri de plată etc.

1.1.1. Factori interni și externi care influențează calitatea

Conform specialiștilor în domeniu, organizațiile interacționează în mod permanent cu mediul înconjurător în care acestea funcționează. Principalele componente ale mediului înconjurător care influențează calitatea sunt [6]: mediul / factorii piețelor de desfacere și al clienților, mediul / factorii tehnologici și tehnici, mediul furnizorilor, mediul concurențial, mediul juridic, mediul economic, mediul educațional și al resurselor umane, mediul socio - politico - cultural.

1.2. Calitatea serviciilor de transport rutier

În prezent, se consideră că există două elemente principale cu ajutorul cărora se evaluează atât performanța în transporturi cât și calitatea acestuia, astfel:

- performanța organizației care efectuează servicii de transport;
- gradul de mulțumire al călătorilor față de serviciul oferit (după unii autori “percepția călătorilor”).

1.3. Modele și tehnici de evaluare a calității în domeniul transportului public

În prezent, în cadrul literaturii de specialitate se regăsesc o multitudine de modele și tehnici pentru studierea calității serviciilor transportului public de pasageri. Toate aceste metode se bazează pe analizarea percepției despre transportul public de către utilizatorii acestuia.

Unele studii științifice împart aceste tehnici de apreciere a calității serviciilor în cadrul transportului public de pasageri, în două categorii [8]:

- Analize și metode statistice, care au rolul de a estima aspectele individuale ale serviciilor oferite, relațiile dintre acestea dar și gradul de satisfacție a utilizatorilor în general. Astfel, metoda de evaluare Kano (Kano Evaluation Table) scoate în evidență un set de indici necesari pentru evaluarea calității: Must-be, Attractive, Indifferent, One-dimensional, Questionable, Reversel [9].

- Estimarea prin procesul de modelare economică a unor coeficienți, prin intermediul modelelor de regresie liniară și non-liniară. De exemplu, în cadrul modelului SEM (Structural Equation Model) [10] oricare componentă aleatorie (criteriu al calității) se consideră identică și independentă distribuită astfel încât să se poată obține rezultate cât mai concludente.

1.4. Sistemul de transport urban

Indiferent de tipul de transport preferat, privat sau public, toate modurile de transport prezintă avantaje și dezavantaje. Totuși, există situații în care oamenii preferă mijloacele de transport în comun, în detrimentul autoturismului, din mai multe motive: lipsa automobilului propriu și venituri scăzute, distanța mică față de stațiile de transport public, persoana activă, nu are distanțe mari de parcurs și merge pe jos cu plăcere, aversiune față de traficul rutier.

Pe lângă motivele subiective care influențează decizia persoanelor în alegerea unui anumit mod de transport urban, există și o serie de factori externi care au rol important în alegerea modului de transport: dependența față de automobile, congestia traficului, expansiunea urbană, poluarea, siguranța circulației.

Performanțele unei rețele de transport rutier, pe fiecare vehicul, pot fi caracterizate de câțiva factori: timpul de parcurs total (h), distanța totală care trebuie parcursă (km), întârzieri totale (h) sau întârzieri medii pe vehicul (s), viteză medie de deplasare (km/h), media numărului și a timpilor de oprire pentru fiecare vehicul etc.

De-a lungul timpului, s-au făcut multe eforturi pentru rezolvarea problemelor de transport urban în multe țări. Strategiile dezvoltate au vizat: extinderea infrastructurii existente, creșterea numărului indicatoarelor de semnalizare a traficului, gestionarea eficientă a traficului, în special a fluxurilor de autovehicule, creșterea cantității și a calității informațiilor din trafic, taxe de drum, subvenții pentru a face transportul public mai atractiv, o integrare mai bună a planificării transportului urban cu utilizarea terenurilor [14].

1.5. Transportul public în București

La finalul anului 2020 infrastructura de transport public de pasageri, în orașul București, a ajuns la un număr total de 1.585 mijloace de transport în comun (1.124 autobuze, 181 troleibuze și 280 tramvaie) datorită punerii în circulație a noilor autobuze hibride [16].

În ceea ce privește transportul public subteran, cu toate că rețeaua de metrou reprezintă doar 4 % din lungimea rețelei totale de transport public de pasageri a capitalei, în condiții normale, metrourul bucureștean transportă aproximativ 500 000 de călători în fiecare zi și mai mult de 15 milioane călători într-o lună.

În București, la fel ca și în alte mari orașe europene, ca o consecință a creșterii nivelului de trai a avut loc o creștere semnificativă a numărului de autoturisme înmatriculate. Evident, acest lucru a avut ca principală consecință creșterea blocajelor din trafic și indirect a condus la scăderea numărului de utilizatori ai transportului public.

Astfel, așa cum reiese din figurile următoare (fig. 1.3., fig. 1.4.) gradul de motorizare din București, dar și procentul călătoriilor efectuate cu transportul privat este unul dintre cele mai crescute din Europa.

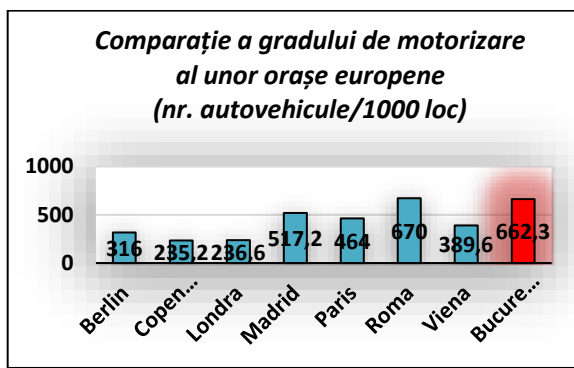


Fig. 1.3. Gradul de motorizare al unor orașe europene – comparație. Surse: Associazione Transporti ASSTRA - su dati raccolti tramite i questionari; <https://data.gov.ro>;

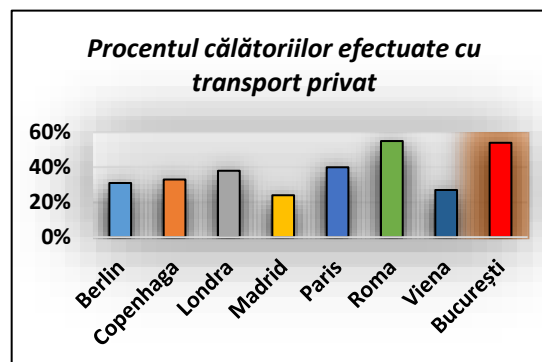


Fig. 1.4. Procentul călătoriilor efectuate cu transportul privat. Surse: Associazione Transporti ASSTRA; <http://www.insse.ro>

Este pe deplin cunoscut faptul că infrastructura rutieră în București nu este organizată în deplină armonie cu traficul actual, din acest motiv, orice călătorie cu un anumit mijloc de transport în comun, mai ales în perioada orelor de vârf, este o adevărată aventură, presărată cu nenumărate blocaje în trafic și, nu în ultimul rând cu efecte dezastruoase asupra mediului înconjurător.

2. Managementul traficului aerian

Managementul Traficului Aerian (MTA) presupune existența a 3 activități distincte:

- *Controlul Traficului Aerian (CTA)* reprezintă activitatea prin care aeronavele sunt dirijate de către controlorii din turnul de control, pe măsura ce zboară între aeroporturi;
- *Managementul Fluxului Traficului Aerian (MFTA)* reprezintă o activitate care are loc înainte ca aeronava să decoleze. Fiecare aeronavă care folosește controlul traficului aerian zboară în conformitate cu un plan de zbor care a fost trimis cu minim 30 minute înainte de decolare;
- *Serviciul de informare aeronautic (SIA)* presupune crearea și distribuirea informațiilor necesare pentru toți utilizatorii spațiului aerian, astfel: informații despre siguranța zonei de spațiu aerian, navigație, informații tehnice, administrative, dar și aspecte legale privind utilizarea spațiului aerian și actualizările lor.

Apariția vehiculelor aeriene fără operator (UAV), a dronelor prezintă un rol important în domeniul civil. Astfel, vehiculele aeriene fără operator de uz civil se deosebesc de cele militare, acestea au posibilitatea de a zbura câteva zeci de minute putând fi manevrate atât de la sol cât și de la distanță.

Avantajul folosirii acestor vehicule aeriene fără operator, comparativ cu alte dispozitive, se reflectă în faptul că sunt economisite resurse financiare, se pot utiliza în și în zone greu accesibile, în situații în care factorul uman nu poate fi implicat (incendii, zone cu relief greu accesibil, calamități naturale etc.). Chiar dacă folosirea vehiculelor aeriene fără operator în aceste activități aduce beneficii importante, o problemă majoră existentă în momentul actual la nivel internațional, dar și național, o constituie faptul că nu există reglementări legale clare care să poată încadra în legalitate operațiunile aeriene cu acest tip de echipamente.

Riscurile utilizării unui vehicul aerian fără operator se referă la riscuri pentru securitatea națională, riscuri pentru siguranța traficului (riscul coliziunii cu o aeronavă), prăbușirea vehiculelor

aeriane fără operator într-un spațiu public aglomerat, imixtiune în viața privată, asasinarea unor persoane.

Un alt risc major îl reprezintă lipsa unei reglementări în legătură cu categoria de vârstă considerată acceptată pentru operarea vehiculelor aeriene fără operator.

Preocupările tuturor țărilor de a reglementa utilizarea vehiculelor aeriene fără operator urmăresc în special să fie asigurată siguranța persoanelor care ar putea avea de suferit din cauza utilizării acestor echipamente, prin măsuri care să garanteze atât siguranța și securitatea zborurilor aeronavelor civile, cât și siguranța vieții și a sănătății persoanelor, a vieții private etc. Pe de altă parte, este important să se asigure condiții favorabile pentru utilizatorii de vehicule aeriene fără operator, datorită faptului că această tehnologie aduce nenumărate câștiguri celor care le utilizează și nu ar fi indicat ca utilizarea acestor echipamente să fie posibilă cu restricții sau cerințe prea dure.

În viitor, cercetătorii intenționează să testeze mai multe concepte, unul dintre acestea ar fi geofencingul. Acest concept presupune crearea unor garduri virtuale în cadrul cărora UAV-urile să se poată dirija automat în jurul unei locații geografice restricționate, cum ar fi aeroportul.

Un alt domeniu important de cercetare presupune detectarea coliziunilor. UAV-urile vor trebui să aibă senzori cu ajutorul cărora să se permită detectarea și evitarea impactului cu un alt UAV. Astfel, în acest mod se va permite UAV-urilor să evite orice incidente în aer, cum ar fi zborul deasupra, dedesubtul, în jurul altor UAV-uri etc.

CAPITOLUL 2 - STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR ÎN DOMENIUL MANAGEMENTULUI TRAFICULUI RUTIER ȘI AERIAN

2.1. Stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului traficului rutier

Cunoașterea poziției unei persoane cu o precizie de câțiva metri este extrem de utilă pentru furnizarea de informații și servicii contextuale relevante. În literatura de specialitate sunt prezentate metode, tehnici sau soluții de monitorizare ale traficului rutier sau de tip aerian, bazate pe noile tehnologii ale informației și comunicațiilor.

2.1.1. Algoritm combinat de localizare bazat pe Bluetooth și Wi-fi

În literatura de specialitate este prezentată metodologia de obținere a unui model de propagare adecvat pentru Bluetooth (BT), pentru a se putea obține o măsurare mai exactă a distanței împreună cu un algoritm de combinare cu Wi-Fi, pentru stabilirea poziției unui utilizator într-un mediu interior [23, 24].

Altini și colab. [26] propun o metodă care are în vedere plasarea emițătoarelor Bluetooth în conformitate cu o distribuție cunoscută și consideră că, pentru a calcula poziția este necesară existența unei rețele neuronale instruite anterior.

În cadrul altei cercetări științifice [27] se propune folosirea informațiilor RSSI între mai multe balize wireless fixe, astfel încât să se îmbunătățească fiabilitatea unui sistem de poziționare Bluetooth. Informațiile astfel obținute sunt folosite pentru a se putea calibra răspunsurile senzorilor.

De asemenea, sistemele de amprentare a poziției constituie alte soluții fezabile, utile pentru poziționarea în interior, în conformitate cu literatura de specialitate [28, 29].

O altă abordare propusă în literatura de specialitate [30] se referă la disponibilitatea semnalelor în mediul interior, semnale care se pot obține de la senzorii Bluetooth, Wi-Fi și GPS. Metoda propusă are la bază existența prealabilă a hărților radio RSSI (Received Signal Strength Indicator), Bluetooth dar și a hărților radio Wi-Fi. De asemenea, metoda presupune și o distribuție prestabilită a stațiilor Bluetooth și Wi-Fi.

În literatura de specialitate [31] este propusă însă și o metodă foarte simplă, care presupune obținerea unor estimări de poziție bune, cu ajutorul GPS-ului ca sursă principală de informații.

2.1.2. Derivarea unui model RSSI

Permanent, s-a încercat și se încearcă încă, dezvoltarea unui model care să permită aproximarea poziției unui utilizator cu precizie ridicată.

După cum s-a observat în cadrul cercetărilor, modelele de propagare a frecvenței radio urmăresc un comportament logaritmic, iar pentru a se putea evalua corectitudinea modelului propus, este necesară aplicarea unor teste cantitative, dar și calitative. Coeficientul de determinare (R^2) se propune ca un criteriu pentru a se găsi corelația dintre valorile reale ale unei variabile și estimările sale aproximative, valorile apropiate de 1 indicând o ajustare mai bună a modelului [32].

Din datele colectate anterior, s-au achiziționat trei modele. După compararea celor trei modele, utilizând coeficienții de determinare ai fiecărui model ca indicator al modelului care se potrivește cel mai bine datelor, s-a ales cel de-al treilea model care să fie implementat.

2.1.3. Model utilizat pentru măsurarea semnalelor Wi-Fi

În literatura de specialitate, dintre numeroasele modele și ecuațiile lor, atât empirice, cât și non-empirice pentru propagarea radiofrecvenței, există modele special concepute pentru medii interioare cum ar fi: Mootly-Keenan [33], modelul MWF [34] și Free-Space Path Loss (FSPL).

Modelul Free-Space Path Loss prezintă pierderea puterii semnalului unui val electromagnetic care ar rezulta dintr-o cale de vizibilitate (LOS). Nu există nicio reflecție sau o difracție. FSPL este funcția frecvenței și distanței dintre transmițător și receptor [35].

2.1.4. Algoritm de poziționare combinat pe bază de Wi-Fi-Bluetooth

Algoritmul propus se bazează pe multilaterație și pentru a estima poziția individului are nevoie de coordonatele a cel puțin 3 dispozitive plasate în apropierea receptorului, cu privire la o origine care poate fi aleasă aleatoriu (de exemplu, ușa de intrare a casei) și de frecvența stațiilor Wi-Fi.

Modelele obținute pentru Bluetooth și Wi-Fi în secțiunile anterioare (2.1.2. și 2.1.3.) s-au folosit pentru a calcula distanța de la receptor la fiecare dintre dispozitivele de transmisie disponibile.

2.1.5. Simulări de localizare bazate pe trilaterație și RSSI

În literatura de specialitate [37] se propune o metodă de poziționare a individului care îmbină tehnologiile WLAN și Bluetooth, bazată pe tehnica trilaterației. Scenariul cel mai potrivit pentru precizia localizării, a fost demonstrat chiar și în situația în care se folosește un parametru ridicat de atenuare a semnalului. Trilaterația este o metodă care calculează o poziție nod prin intersecția a 3 cercuri. Poziția celor trei noduri de referință, dar și distanța față de fiecare dintre ele, trebuie să fie cunoscute. Această cercetare experimentală reprezintă o realizare importantă în ceea ce privește localizarea cu o precizie ridicată în mediul interior.

2.1.6. Sisteme de localizare WLAN (Wireless Local Area Network) și Bluetooth

Una dintre tehnicile propuse în literatura de specialitate este multilaterația. În acest caz, se simulează o citire RSS pentru a determina distanța față de baza WLAN, bază care este luată împreună cu un parametru de atenuare a semnalului, introdus tocmai pentru a simula diferite medii și pierderi de semnal datorită structurii simulate. Această tehnică nu necesită hardware specializat, astfel încât se poate realiza simularea fără probleme.

În literatura de specialitate sunt utilizate aceste metode pentru a dezvolta sisteme bazate exclusiv pe bluetooth, folosind RSSI [39, 48, 49].

2.1.7. WLAN, Bluetooth și Fusion

Cea mai mare problemă în cadrul sistemelor de poziționare este aceea că nu întotdeauna 3 emițătoare sunt vizibile și au un semnal suficient și clar [17]. Pentru rezolvarea problemei, a fost propusă fuzionarea diferitelor tipuri de semnale în vederea finalizării localizării, propuneri [37] care îmbină sistemul GPS cu WLAN și semnalele de fuziune de la WLAN și Bluetooth [46].

Metoda propusă, descrisă în literatura de specialitate, consideră că, datorită faptului că trilaterarea este funcțională pentru sistemele de localizare bazate pe WLAN și Bluetooth, este posibilă îmbinarea acestora pentru obținerea unor rezultate mai bune, comparativ cu utilizarea lor independentă.

2.1.8. Modele de atenuare a propagării pentru semnalele Wi-Fi

În literatura științifică, unii autori consideră acceptabilă modelarea atenuării propagării pentru semnalele Wi-Fi prin utilizarea conceptului de intensitate a semnalelor în spațiul liber (FSPL), deoarece unda directă aduce cea mai semnificativă contribuție la semnalul primit [50].

Într-un mediu precum cel de transport public, condițiile de propagare a semnalelor radio sunt relativ slabe și suferă variații dinamice mari, datorită prezenței clădirilor / zidurilor, a oamenilor, a dispozitivelor RF (Radio frequency) înconjurătoare și a altor factori. Un fenomen specific într-un tunel tipic este reprezentat de propagarea pe mai multe căi, care poate duce la interferențe atât distructive cât și constructive la locul de amplasare a receptorului. Surse comune privind propagarea pe mai multe căi pentru aceste zone interioare sunt chiar pereții tunelurilor sau stațiilor dar și terenul în sine.

Un model binecunoscut care descrie acest efect este așa-numitul model de atenuare cu două raze [52]. Alți factori care limitează capacitatea de utilizare a semnalelor radio includ interferența cu alte surse de semnal, zgomotul termic etc. În prezent, există mai multe modele de propagare și pierdere a semnalului: modelul Okomura [53], modelul Hata, corecția Akeyama, modelul Sakagami – Kuboi, modelul Xia [54], modelul Erceg - Greenstein (Stamford University Interim) [55], model de atenuare a propagării cu logaritmul distanței (Rappaport), modelul de propagare radio Longley - Rice, sau modelul de teren neregulat, teoria difracției geometrice [56], extensie PCS pentru modelul Hata [57].

2.2. Stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului traficului aerian

În prezent, vehiculele aeriene fără operator, comerciale sunt un produs de piață, deoarece tehnologiile de control și de funcționare a acestor aeronave fără operator sunt ieftine, fiind disponibile pe scară largă și caracterizate de o dezvoltare rapidă [58].

Studierea semnăturilor acustice ale vehiculelor aeriene fără pilot, comerciale, a evidențiat posibilitatea de dezvoltare a sistemelor cu analiză de sunet pentru monitorizare prin utilizarea unor funcții de identificare a sunetelor produse de aceste UAV [61, 62, 63].

În cadrul literaturii științifice, Mezei [64] a propus o detecție acustică pentru monitorizarea vehiculelor aeriene fără operator, utilizând tehnica de corelație a amprentării audio. De asemenea, Souli [65] a realizat o spectrogramă sonoră de mediu împreună cu un algoritm de clasificare SVM (Support-vector machines), bazată pe reassignarea spectrului de patch-uri. Aceste cercetări au propus un sistem ieftin și portabil de detectare, care să extragă și să clasifice în domeniul timp și frecvență, caracteristicile spectrale ale sunetelor, determinând astfel dacă există sau nu un UAV în apropiere.

Cea mai dificilă problemă în verificarea și clasificarea semnalelor acustice este reprezentată de normalizarea variației similarității intra-sunet. În literatura de specialitate s-au descris metode de normalizare bazate pe rata de probabilitate și metode de normalizare bazate pe *adaptarea a*

posteriori. Pentru a reduce însă costul computațional al termenului de normalizare s-a propus „*metoda cohortelor*” sau „*modelul universal*”.

CAPITOLUL 3 - APLICAREA SISTEMELOR DE INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ÎN MANAGEMENTUL TRANSPORTURILOR

3.1 Sisteme de transport inteligente

Inteligența artificială este prezentă pregnant în activitatea economică, iar în prezent o întâlnim tot mai mult și în cadrul sistemelor de transport inteligente.

În prezent, sistemele de inteligență artificială (AIS - Artificial Intelligence System) sunt folosite din ce în ce mai mult cu scopul de a automatiza procesul de elaborare a deciziilor pentru diferite domenii economice.

Sistemele inteligente de transport reprezintă aplicația electronică, a IT-ului și a comunicațiilor în transporturi. Obiectivele principale ale acestor sisteme se referă la reducerea rezultatelor negative în cadrul activității de transport (pierderi de vieți omenești și materiale, accidente, poluare, costuri suplimentare) și la eficientizarea acestei activități.

În prezent, multe aplicații ITS (Intelligent Transport Systems) folosesc soluții care au la bază inteligența artificială (AI – Artificial Intelligence), Big Data, Data Mining, dar și tehnologii inteligente. Aceasta înseamnă că termenul „Sisteme de transport inteligente” este reprezentat de tehnologiile folosite și nu de instrumente de marketing.

Sistemele moderne de transport includ o mulțime de tehnologii și aplicații în continuă evoluție, începând cu informații despre trafic în timp real, bilete electronice și continuând cu numărarea automată a pasagerilor, cu prognoze de trafic bazate pe inteligență artificială.

Transformarea rețelei de transport a unui oraș într-un sistem inteligent oferă beneficii pe mai multe niveluri, astfel: creșterea veniturilor, contribuția activă la creșterea nivelului de trai în oraș, percepția pozitivă a cetățenilor asupra preocupărilor autorităților pentru buna guvernare - catalizator pentru o viață economică sănătoasă a orașelor - , îmbunătățirea eficienței și performanței operaționale a rețelei de transport - în special datorită costurilor reduse, creșterea mobilității și confortului pasagerilor, creșterea utilizării sistemului de transport.

Pentru planificarea transportului urban se pot folosi și metode predictive, rezultatele acestora contribuind la măsurarea performanței decizionale în trafic.

În ultimii ani, a existat un interes din ce în ce mai mare pentru utilizarea algoritmilor de teoria jocurilor combinați cu agenți inteligenți pentru dezvoltarea de sisteme software care să ajute în luarea deciziilor și în dezvoltarea sistemelor de management bazate pe agenți. Teoria predicției și a deciziilor are la bază algoritmi matematici pentru luarea deciziilor și generarea de strategii care pot fi aplicate în situația în care rezultatele acțiunilor potențiale sunt necunoscute. Teoria jocurilor a fost dezvoltată cu mult înainte de apariția conceptului de „agent inteligent”. Agenții inteligenți sunt exemple de aplicabilitate software pentru factorii de decizie care pot combina teoria clasică a luării deciziilor cu algoritmi de inteligență artificială. Managerii sistemelor de transport inteligente pot folosi și aplica metode bazate pe teoria jocurilor, dezvoltate pe baza agenților inteligenți, pentru a rezolva problemele apărute în trafic.

În literatura de specialitate este prezentată utilizarea tehnologiilor IoT (Internet of Things) și cea a registrului (Blockchain) împreună cu aplicațiile dezvoltate pentru managementul lanțului de aprovizionare, tehnologii care au un impact major asupra managementului traficului rutier, maritim și aerian, în urmărirea mărfurilor dar și a aprovizionării (gestionarea eficientă a stocurilor,

reducerea pierderilor din lanțul de aprovizionare etc). Avantajele utilizării acestor tehnologii în industria transporturilor (rutier, naval, feroviar, aerian) constau în facilitarea stabilirii și planificării rutelor, în automatizarea sarcinilor șoferilor, în diminuarea birocrăției, a costurilor datorită reducerii numărului de persoane implicate în procesul de monitorizare.

Pornind de la gestionarea documentelor și urmărirea transportului, tehnologia registrului poate acționa ca o rețea de comunicații pentru Internetul lucrurilor facilitând atât identificarea în frecvență radio (RFID - Radio Frequency Identification) cât și utilizarea codurilor de răspuns rapid (QR) și a etichetelor. Blocurile de date ale rețelei permit stocarea unor cantități mari de date, într-un mod sigur și descentralizat, asigurând astfel procesarea rapidă a datelor într-un timp scurt.

În prezent, apariția tot mai frecventă a momentelor de panică în timpul evenimentelor de masă a condus la dezvoltarea cercetărilor în ceea ce privește studiul impactului panicii asupra dinamicii mulțimilor și la simularea fluxurilor de oameni în situații de panică. Astfel, modelul forței sociale este extins printr-un model de comportament de alegere al rutei persoanelor, astfel încât să fie posibilă o soluție pentru planificarea urbană a traficului [67]. Forțele corespunzătoare acestora pot fi modelate pentru fiecare individ și reprezintă o varietate diferită de comportamente care pot fi asociate cu situații de panică [68], cum ar fi evitarea pericolului, aglomerarea și împingerea [69].

În situații de criză, pentru detectarea rutei de evacuare dintr-o zonă aglomerată, se pot folosi rețelele Deep Learning și diagrama Voronoi. Utilizarea rețelelor neuronale presupune antrenarea unei rețele neuronale care permite detectarea cu acuratețe a drumurilor prin analiza imaginilor dintr-un eveniment. Progresele recente în tehnologia imaginilor aeriene fac posibil faptul ca vehiculele aeriene fără operator / sateliții să ofere imagini de înaltă rezoluție care pot fi interpretate cu ușurință de participanții la trafic.

Astfel, rolul fundamental al sistemului de suport tehnic decizional constă în asigurarea, în timp real, cu maximă securitate, a informațiilor relevante care să permită participanților din trafic să le folosească în atingerea obiectivelor lor.

În ultimii ani, pe lângă problemele din traficul rutier, se poate discuta și despre problemele care apar în traficul aerian. Deoarece capacitatea spațiului aerian este limitată [70], iar creșterea nivelului de utilizare a traficului aerian negestionat poate conduce la insecuritate și la potențiale situații critice, a devenit necesară dezvoltarea unor arhitecturi de sisteme de management al traficului aerian fără operator (UTM - Unmanned aerial Traffic Management system) pentru asigurarea maximizării utilizării acestui spațiu [71].

Logica fuzzy presupune înlocuirea variabilelor booliene. Astfel, logica fuzzy, care se bazează pe teoria mulțimilor fuzzy, permite descrierea lingvistică a legilor de comandă, funcționare și control ale unui sistem. Datorită capacității de a prezenta gradual informațiile într-un mod familiar gândirii umane, logica fuzzy este un instrument important pentru integrarea inteligenței. Cercetările experimentale privind utilizarea logicii fuzzy pentru a urmări traiectoria unei ținte au scos în evidență importanța acestei metode în managementul traficului aerian fără operator [73].

3.2 Algoritmi folosiți în analiza și filtrarea datelor captate din sisteme inteligente pentru transporturi

3.2.1 Extragerea de informații din date (fig. 3.3.)

Schematic, procesul de extragere a informațiilor din colecții de date (Data Mining) prezintă trei pași definitorii:

- „*Explorarea datelor*” - presupune „curățarea” acestora, modificarea datelor, trierea submulțimilor de date, trierea trăsăturilor, pentru cazurile în care există un număr mare de variabile etc.;

- „*Construirea modelului și validarea acestuia*” - presupune estimarea unor modele diferite și alegerea celui model care prezintă cea mai bună performanță a prognozei;
- *Aplicarea modelului* - obținerea prognozelor / estimărilor corecte pentru problemele cercetate.

3.2.2 Probleme rezolvabile cu extragerea de cunoștințe din date

De regulă, atunci când se utilizează metode de extragere de cunoștințe din date pentru rezolvarea unor probleme concrete, trebuie să se aibă în vedere tipologia acestor metode, astfel:

- Metode predictive – care folosesc o anumită cantitate din totalul variabilelor existente cu scopul prognozării unor valori ulterioare, care nu sunt cunoscute, ale altor variabile (clasificarea, regresia, detectarea deviațiilor etc.);
- Metode descriptive - descoperă anumite tipare în date, ușor interpretabile de către utilizator (clustering, reguli de asociere, tipare secvențiale etc.).

PARTEA A II-A CERCETARE EXPERIMENTALĂ

CAPITOLUL 4 - SOLUȚII DE MANAGEMENT ALE TRAFICULUI RUTIER ȘI AERIAN

4.1. Dezvoltarea unei aplicații de control al traficului rutier (valorile generate de Count Objects)

Pe baza datelor din literatura de specialitate, prima soluție dezvoltată în cadrul Departamentului de Telecomenzi și Electronică în Transporturi al UPB are în vedere faptul că, în prezent, inteligența artificială este întâlnită pregnant în activitatea economică, dar și în cadrul sistemelor de transport inteligente.

Abordarea clasică se referă la faptul că segmentarea semantică se bazează doar pe informațiile de culoare extrase din imagini, astfel încât, prin utilizarea hărților de adâncime care au fost obținute din hărțile de disparitate se aduc avantaje importante în ceea ce privește segmentarea. Segmentarea reprezintă clasificarea imaginilor la nivelul pixelilor.

Mașinile, pietonii și obiectele din trafic sunt limitate de restricții spațiale și geometrice. Aceste constrângeri sunt definite și încorporate în soluțiile de percepție, sub formă de canale suplimentare de context, alături de canalele de trăsături filtrate.

În acest mod, se permite clasificatorilor învățarea contextului pentru tipuri diferite de obiecte sau clase semantice. Trăsăturile de context pot să accelereze procesul de predicție. În situația arborilor de decizie în cascada-soft, predicția se oprește în situația în care scorul de predicție intermediar scade sub un anumit prag [112]. Trăsăturile de context pot să stopeze predicția într-un stadiu incipient în situația în care contextul nu este potrivit pentru o clasă semantică.

Pentru experimentele de segmentare semantică s-au folosit contextele următoare:

- Spațial 2D: poziție orizontală și verticală în imagine;
- 3D spațial: poziția 3D x, y, z, reprezentare densă interpolată de la camerele video stereo;
- Dimensiune 3D: lățimea și înălțimea în 3D a grupurilor de super-pixeli.

Pentru generarea de segmentări semantice s-a antrenat un clasificator binar individual de pixeli pentru clasa semantică respectivă. De asemenea, s-a propus folosirea caracteristicilor de clasificare cu mai multe raze, extrase din canalele de caracteristici. Apoi, s-au clasificat pixelii individuali cu ajutorul valorilor pixelilor din jur din canalele de trăsături. În acest mod, cele mai apropiate puncte pot surprinde structura locală, în timp ce punctele îndepărtate surprind contextul.

Metodologia propusă în cadrul acestei cercetări a constat în aplicarea metodelor de procesare a imaginilor și în analize de predicție polinomială. În urma aplicării acestora s-a constatat că rezultatele contribuie la măsurarea performanței în predicția traficului rutier.

Cercetarea efectuată a scos în evidență faptul că metodologia bazată pe abordarea clasificării și predicției orientată pe AI poate fi implementată pentru măsurarea, evaluarea și îmbunătățirea traficului, utilizând strategii STI. Aspectele practice abordate în cadrul acestei cercetări sunt legate de identificarea celor mai problematice obstacole întâlnite în implementarea managementului performanței în STI, prin folosirea unei noi metodologii bazate pe inteligența artificială [114].

4.2. Teoria jocului în managementul deciziilor: Utilizarea teoriei jocurilor și a multiagentului inteligent în planificarea transportului

Metoda propusă în cadrul cercetării, se bazează pe teoria jocurilor și pe implementarea Intelligent Multiagent Systems (SMA) [120]. Astfel, conform metodei, fiecare agent are asociată o funcție de utilitate. Valorile acestei funcții sunt reprezentate într-o matrice care este cunoscută de către ambii agenți incluși în negociere. Fiecare agent dispune și de o soluție alternativă care îi va maximiza utilitatea. Cu toate că metoda bazată pe teoria jocurilor este simplă, are reglementări restrictive importante care fac dificilă aplicarea acesteia în situații practice.

Algoritmul propus pentru planificarea transportului, funcționează pentru o mulțime de persoane, fiecare persoană cu un nivel măsurabil de „fitness”, folosind o metrică definită de constructorul de modele (figura 4.3).

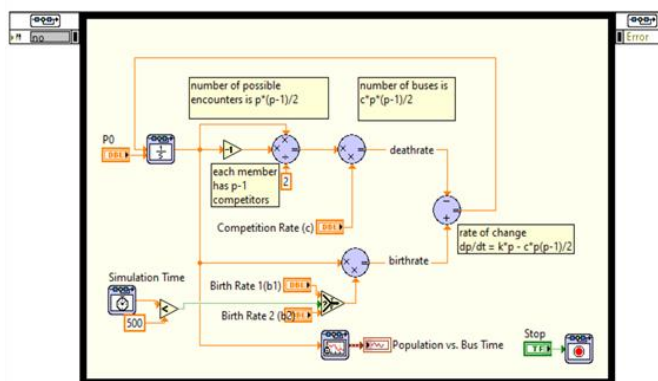


Fig. 4.3. Teoria jocurilor utilizată pentru selectarea destinației autobuzului [120]

Cele mai reprezentative persoane sunt „reproduce” prin înmulțirea cu alte persoane care sunt adaptate procesului, iar prin înmulțirea acestora rezultă descendenți care au caracteristici preluate de la ambii părinți. Înmulțirea pe parcursul mai multor generații, va conduce la o stare de mobilitate a populației, pe măsură ce aceasta evoluează și se adaptează la mediu. În cazul rețelelor neuronale și al algoritmilor genetici, dezvoltatorii de programe software trebuie să ia o decizie referitoare la condițiile impuse modelului de dezvoltare.

Astfel, în cazul modelelor bazate pe algoritmi genetici, se poate considera că un singur agent poate reprezenta întreaga populație. Algoritmul genetic va deveni o „cutie neagră” care va fi folosită de către agent pentru a putea învăța și pentru a se adapta condițiilor de mediu impuse de către dezvoltator. Alternativ, fiecare individ poate fi programat ca agent individual, iar rezultatul obținut va fi o populație de agenți inteligenți interpretați ca un întreg în procesul de evoluție.

În mod asemănător se poate programa fiecare agent sau grupuri de agenți cu rețele neuronale. Fiecare mediu de dezvoltare dar și societatea se pot reprezenta ca o singură rețea neuronală, fiecare

neuron fiind asimilat cu un agent (este greu totuși să se construiască toate atributele agentului pentru această situație).

4.2.1. Implementarea algoritmului SMA și a teoriei jocurilor pentru transportul urban

O modalitate eficientă de dezvoltare de modele bazate pe agenți presupune utilizarea unui algoritm de sistem de producție.

Prin folosirea unui algoritm de sistem de producție este ușor să se construiască și să se introducă în comunitate agenți reactivi inteligenți care să poată răspundă prin acțiuni stimulilor externi ai mediului.

În figurile 4.4 și 4.5. sunt prezentați algoritmi de producție dezvoltati pe baza datelor în timp real corelate cu datele istorice obținute în diferite perioade de timp (intervalul orar de dimineață, intervalul orar de seară), care pot fi utilizați pentru implementarea managementului planificării transportului urban.

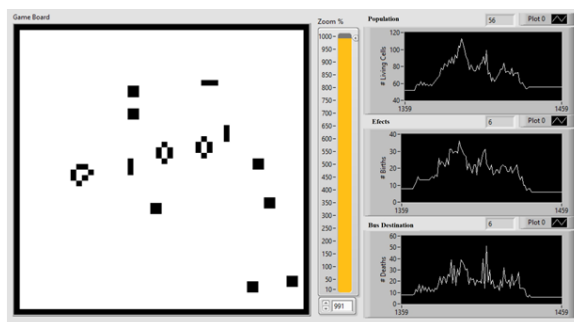


Fig. 4.4. Algoritm adaptiv de dezvoltare pentru destinația autobuzului (pentru intervalul orar de dimineață)

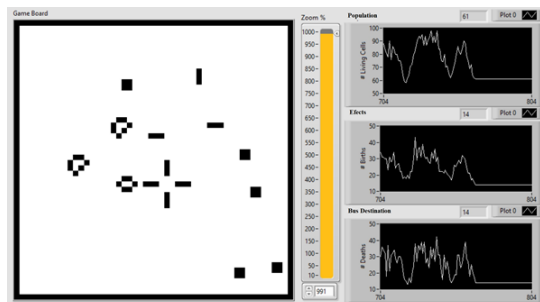


Fig. 4.5. Algoritm adaptativ de dezvoltare pentru destinația autobuzului (pentru intervalul orar de seară)

Din studiul realizat, reiese faptul că managementul traficului se bazează pe estimarea parametrilor matricei jocului evolutiv, prin folosirea unor metode diferite de implementare cu agenți inteligenți [120]. Principalul rezultat al acestei cercetări constă în aplicarea teoriei jocurilor și a agenților inteligenți în procesul complex de planificare a traficului. Astfel, a fost prezentat modul în care datele în timp real pot fi corelate cu datele istorice obținute în diferite perioade de timp.

4.3. Tehnologia IoT și managementul lanțului de aprovizionare

Internetul obiectelor (IoT) a apărut inițial ca un concept de interconectare directă, prin intermediul internetului, a mai multor dispozitive, echipamente, instrumente, aparate de uz casnic, modele de vehicule mobile care pot să comunice între ele, dar și cu infrastructură fixă [121]. În plus, „Internetul obiectelor” poate să includă atât obiecte fizice (hardware), cât și obiecte software (programare orientată pe obiecte) dar și obiecte virtuale („avatare” ale lucrurilor).

Tehnologia registrului este un sistem de înregistrare a informațiilor astfel încât să fie dificilă sau imposibilă schimbarea, piratarea sau trișarea sistemului, este un registru digital incoruptibil al tranzacțiilor care este copiat și difuzat în întreaga rețea a sistemelor informatice din registru

În ceea ce privește avantajele pentru industria transporturilor (rutier, naval, aerian), acestea sunt următoarele: reduce birocrăția, reduce costurile și administrarea umană a procesului, facilitează stabilirea și planificarea rutelor și automatizează sarcinile șoferilor.

De asemenea, tehnologia registrului poate fi folosită și pentru simplificarea lanțului de aprovizionare, reducându-se astfel interacțiunea umană, mărindu-se viteza de gestionare a aprovizionării și permițându-se comunicarea între vehicule. Pornind de la gestionarea documentelor și urmărirea transportului, tehnologia registrului poate acționa ca o rețea de comunicații pentru Internetul lucrurilor (IoT) facilitând astfel utilizarea identificării în frecvență radio (RFID), utilizarea codurilor de răspuns rapid (QR) și a etichetelor.

Inteligența și luarea deciziilor, într-un sistem multimedia bazat pe IoT, sunt încorporate în senzori. Similar, un server Cloud, prin folosirea algoritmilor de inteligență artificială, are posibilitatea să întrețină, să dezvolte și să execute diverse servicii, oferind astfel resurse mari de calcul și de stocare a datelor. Acest tip de abordare asigură utilizatorilor posibilitatea de a monitoriza și controla dispozitivele din oricare colț al lumii [129].

În prezent, comunicarea IoMT asigură accesarea globală a dispozitivelor multimedia (de exemplu: camerele sau telefoanele mobile), printr-o singură adresă IP, în același mod ca și conectorii sau alte dispozitive conectate la Internet.

Prin miniaturizarea dimensiunii și a costurilor dispozitivelor multimedia conectate în rețelele IoMT, s-a favorizat utilizarea acestora pe scară largă. Aceste dispozitive, vor putea realiza conexiuni ad-hoc cu toate dispozitivele din rețea, prin intermediul tehnologiei registrului.

În această configurație nouă, sistemele de monitorizare a traficului vor trece la un nou nivel, iar pe baza aplicațiilor software de deep learning, pentru detectarea și recunoașterea obiectelor, vor putea prezice fluxurile de trafic, transmițând astfel în rețea comenzile de control ale fluxului de trafic și de deplasare.

Conținutul multimedia transmis de la senzor la serverul Cloud, cu aplicații de procesare și stocare, poate genera restricții de gestionare a traficului care sunt esențiale pentru transmiterea în timp real a fluxurilor video continue și pot introduce întârzieri de achiziție sau întreruperi, fapt care poate cauza dificultăți majore în cadrul procesului de monitorizare a traficului rutier. Aceste dificultăți pot conduce la o funcționare defectuoasă a aplicațiilor software, dezvoltate cu algoritmi de inteligență artificială, pentru detectarea și recunoașterea obiectelor (mașini, pietoni, detecție și recunoaștere a feței, urmărirea unei mașini). De exemplu, utilizatorilor li se poate permite să acceseze simultan, de la distanță, datele de la senzori, putând fi implementate seturi de reguli care să controleze funcționarea automată a actuatorilor în cloud, în scopul verificării identității și amanagerului politicilor ca serviciu, permițând astfel procesarea și analiza în timp real pentru supravegherea video etc.

4.3.1. Metodologie de cercetare: integrarea IoT în cloud prin comunicații în timp real de tehnologie web registru (Web-RTC)

WebRTC (Web Real-Time Communications) se referă la o „colecție de protocoale de comunicare și interfețe de programare a aplicațiilor” (API- Application Programming Interface) care asigură procesul de comunicare în timp real folosind conexiuni peer-to-peer (P2P) [130]. În acest fel browserele web sunt autorizate să trimită și să primească informații în timp real, de la și

către browserele altor utilizatori (condiția pentru realizarea acestui lucru o reprezintă noua performanță în ceea ce privește viteza comunicațiilor IP).

LabVIEW și Matlab sunt medii de dezvoltare software pentru recunoașterea obiectelor și soluții de clasificare care utilizează rețele neuronale și algoritmi de învățare profundă [132].

Fluxul de lucru LabVIEW presupune parcurgerea următoarelor etape (figurile 4.8. și 4.9.): recunoașterea obiectelor și clasificarea pe baza unui model anterior, transformarea datelor referitoare la mașini și pietoni, pentru analiza cu ajutorul rețelelor neuronale, reprezentarea obiectului pe seturi de date 128 -dimensionale, folosind rețele neuronale profunde.

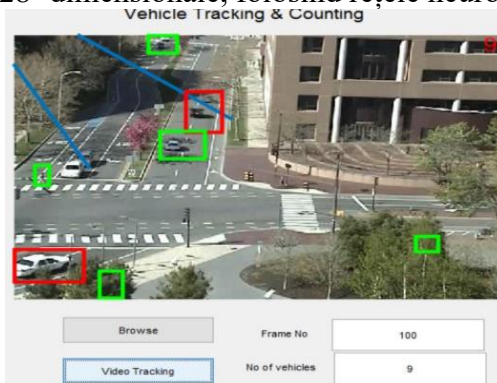


Fig.4.8. Recunoașterea mașinilor și a persoanelor folosind rețelele neuronale de învățare profundă

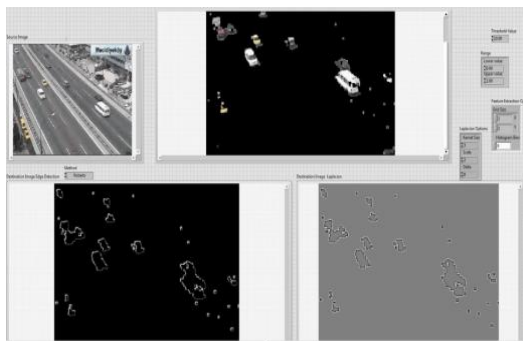


Fig.4.9. Detectarea mișcării vehiculului prin detectarea de pe autostradă și analiza folosind IoMT

Un avantaj principal al utilizării LabVIEW în dezvoltarea aplicațiilor software cu rețele neuronale este reprezentat de posibilitatea de a importa biblioteci extinse de obiecte[134]. Astfel, baza de date de instruire pentru recunoașterea și clasificarea obiectelor va fi instalată pe serverele Cloud și va putea fi accesată și utilizată în procesarea datelor și recunoașterea obiectelor, folosind aplicații software dezvoltate în cadrul Departamentului de Telecomenzi și Electronică în Transporturi al UPB.

În concluzie, se poate observa că în prezent, managementul lanțului de aprovizionare utilizat în domeniul transporturilor s-a dezvoltat foarte mult, de la operațiunile manuale care au generat riscuri de predicție, a ajuns la managementul automat, în timp real, care nu mai este un generator de risc. Începând cu utilizarea unor dispozitive simple de identificare a mărfurilor și ajungând la o arhitectură complexă care funcționează într-un sistem inteligent, IoT a revoluționat industria transporturilor și a lanțului de aprovizionare, începând cu furnizarea, selecția produselor și livrarea către utilizatori.

4.4. Suport decizional strategic - Sistem integrat de suport și management al intervențiilor în criză

4.4.1. Modelarea și simularea pe bază de agenți a mulțimilor în situații de panică

Activitatea de cercetare s-a bazat pe un model cu agenți, pentru a descrie comportamentul indivizilor în situații de panică și pentru a prezice comportamentul uman colectiv într-o mulțime cu densitate mare [144].

Scopul cercetării a fost acela de a introduce un parametru de panică care să afecteze comportamentele agenților, un mecanism de răspândire a panicii în mulțime și stări auxiliare pentru modelarea comportamentelor push / push care nu aparțin modelului Helbing [145, 146].

4.4.2. Modelul „push/push”

Comportamentul „push / push” reprezintă comportamentul prin care un agent încearcă să forțeze, să găsească o cale de ieșire dintr-o mulțime. Astfel, pentru ca un agent să poată să împingă, partea de planificare trebuie să depășească forțele de interacțiune. Pentru obținerea acestui efect, se va adăuga un integrator la partea de planificare, rezultând astfel o nouă ecuație de accelerație care să se poată reprezenta ca un control integral proporțional (figura 4.13.).

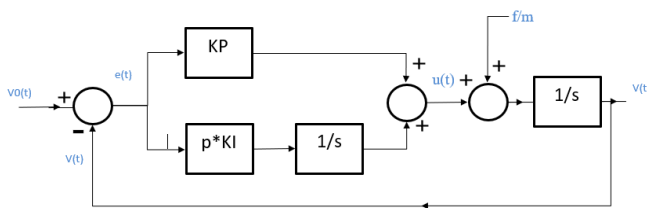


Fig. 4.13. Controlul vitezei reprezentat de valorile proporționale ale integratorului.

4.4.3. Comportamentul de panică

Comportamentul de tip „turmă” reprezintă unul dintre motivele esențiale pentru modelarea comportamentului de panică, comportament în cadrul căruia indivizii își transferă comportamentul altor agenți. Fiecare agent are P_i ca parametru de panică, valoarea sa variind de la zero la unu. Valoarea inițială a parametrului de panică este mereu zero, dar această valoare crește din cauza surselor de panică din mediu sau poate fi dobândită din mediu.

Modelul obținut în cadrul cercetării depinde de numărul de agenți din zona înconjurătoare și de nivelul lor de panică [144]. Zona înconjurătoare se definește ca un cerc centrat pe poziția agentului, cu raza r_{si} . Comportamentul de panică va depinde însă și de distanțele relative dintre agenți. Astfel, un agent va fi mai afectat de agenții care se află la distanțe mai scurte.

În modelul dezvoltat în cadrul cercetării, integratorul va fi oprit dacă ieșirea de control $u(t)$ se saturează, (figura 4.14.), adică, atinge limita de împingere a agentului.

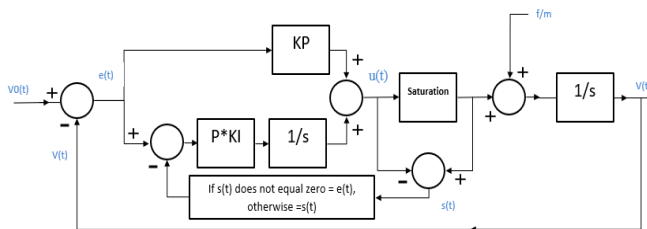


Fig. 4. 14. Controlul vitezei de împingere a agentului când este instalată panică.

4.4.4. Detectarea rutei de evacuare dintr-o zonă aglomerată utilizând rețelele Deep Learning și Voronoi

Cercetarea întreprinsă s-a concentrat pe antrenarea unei rețele neuronale care să detecteze cu acuratețe drumurile / ieșirile pe baza analizei imaginilor dintr-un eveniment. Astfel, cercetarea experimentală a dezvoltat și o soluție geometrică pentru detectarea comunităților pe bază de grafice, pornind de la diagrame Voronoi. Această metodă se folosește pentru a împărți spațiile metrice în regiuni (celule Voronoi), în jurul punctelor selectate (puncte generatoare), așa cum este prezentat în figura 4.15. (reprezentarea hărții celulelor negre-roșii). Această soluție se aplică în cazul graficelor, în care toate conexiunile au o lungime pozitivă iar distanța dintre două noduri este egală cu traseul cel mai scurt dintre ele figura 4.15. (linia verde) [147].

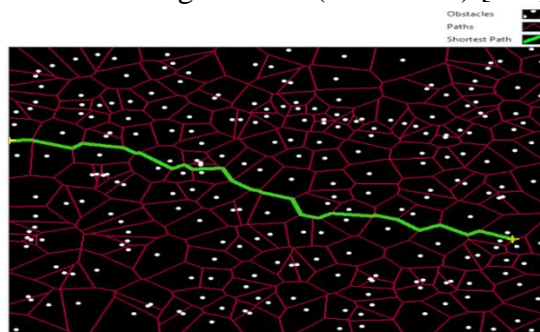


Fig. 4.15. Determinarea automată a căii de evacuare (linia verde) din scena evenimentului (hartă celulară de fundal) utilizând Deep Learning și algoritmul Voronoi.

Algoritmul dezvoltat a fost testat pe mai multe rețele din lumea reală, cu structuri și origini diferite și s-au comparat rezultatele cu rezultatele altor cinci algoritmi utilizați la scară. S-a constatat că metoda dezvoltată în cadrul cercetării experimentale funcționează bine pentru valori relativ mici ale parametrului r , iar în situația în care avem un amestec pronunțat între grupuri, nu se pot identifica clusterelor potrivite. În concluzie, se poate spune că rolul fundamental al sistemului de suport tehnic decizional constă în asigurarea, în timp util, în condiții de maximă securitate, de informații decisive și relevante pentru a permite forțelor de acțiune să le folosească în atingerea obiectivelor lor în toate etapele acțiunii tactice.

4.5. Contribuții la implementarea sistemului de management al traficului aerian fără pilot folosind Controlul Fuzzy distribuit

În urma colaborării dintre departamentele de Inginerie și Management pentru Transporturi și Departamentul de Telecomenzi și Electronică în Transporturi, Facultatea de Transporturi din cadrul Universității „Politehnica” din București (UPB), a rezultat un sistem UTM, bazat pe control cu logică fuzzy distribuită [153].

În cadrul procesului de cercetare s-a demonstrat superioritatea logicii fuzzy față de filtrul Kalman și a fost propus un nou algoritm pentru estimarea traiectoriei pe baza controlului fuzzy distribuit.

Scopul îl constituie caracterizarea obiectului detectat prin poziția și orientarea lui către o direcție, prin intermediul a două submulțimi fuzzy. Se poate afirma că avantajele utilizării unei rețele de componente fuzzy nu constau doar în avantajele oferite de sistemele distribuite. S-a observat că celulele fuzzy sunt ușor de configurat, dar în același timp oferă funcții de nivel înalt, similar proceselor de fuziune și de luare a deciziilor. Rețeaua permite, de asemenea, adăugarea de componente pentru a crește performanța sistemului. Componentele adăugate nu trebuie să fie neapărat componente fuzzy, deoarece rețeaua acceptă mai multe tipuri de date.

CAPITOLUL 5 - SOLUȚII INTEGRATE PENTRU ANALIZA DATELOR CAPTATE DIN SISTEME INTELIGENTE PENTRU TRANSPORTURI

5.1. PARTEA I A TESTELOR EXPERIMENTALE

5.1.1. Configurarea platformei de test [154]

Soluția propusă pentru colectarea informațiilor despre călători într-o stație de metrou și în trenuri constă în utilizarea unui concept bazat pe detectarea anonimă a numărului de dispozitive Wi-Fi (sau Bluetooth) transportate de călători.

Linia de metrou M2, orașul București - România, stația Unirii a fost selectată ca mediu adecvat pentru testele experimentale (o diagramă schematică a stației este prezentată în figura 5.1.). Motivul acestei alegeri a fost reprezentat de faptul că în această zonă există un flux important de călători în cea mai mare parte a zilei, iar lungimea platformei este suficientă pentru a cuprinde toate condițiile referitoare la acoperirea la distanță cu tehnologia Wi-Fi.

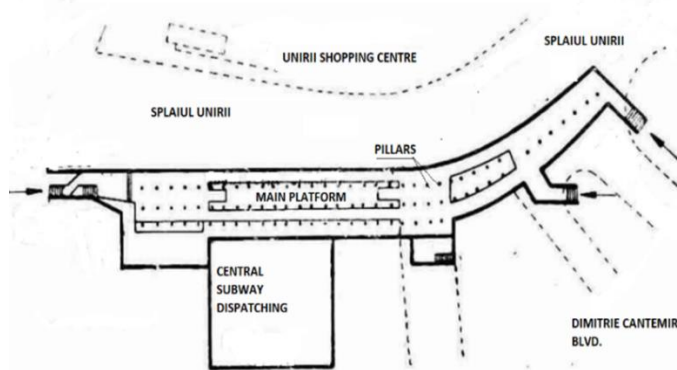


Fig. 5.1. Unirii II, București

Figura 5.2 prezintă conceptul, iar figura 5.3 prezintă configurarea zonei de încercare cu amplasarea punctului de acces lângă peretele de nord al stației de metrou Unirii. Receptorul a fost apoi plasat succesiv la distanțe diferite față de AP (Access Point), pe platforma 1, în diferite condiții: cu sau fără persoane pe platforme, cu sau fără trenuri în stație [154].

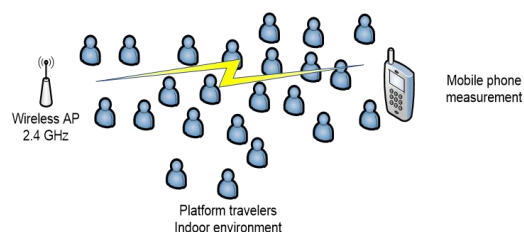


Fig. 5.2. Conceptul de testare

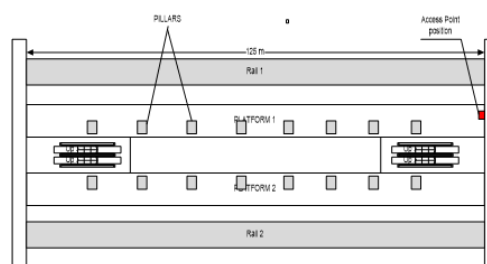


Fig. 5.3. Amplasarea AP: 1,5 m deasupra solului, lângă peretele nordic

5.1.2. Rezultatele testelor efectuate pe teren[154]

Primele teste realizate pentru acest proiect au fost efectuate pentru a determina variabilitatea nivelurilor și vitezei RSSI, pentru descărcare și încărcare la punctul de acces fix.

S-a constatat că RSSI suferă o scădere bruscă, relativă, a nivelului în primii aproximativ 30 de metri de sursa radio, apoi nivelul oscilează în intervalul -10 dBm, centrat pe -82 dBm, valoare

care rămâne constantă la peste 60 de metri de AP. Respectând viteza de descărcare / încărcare, aceleași fenomene se observă mai ales în ceea ce privește variația vitezei de încărcare: o scădere rapidă în primii 30 de metri, apoi variații în jurul unei medii de 2,5 Mbps pentru următorii 100 de metri, distanță față de AP.

O săptămână mai târziu, testele au fost repetate în aceleași condiții, pentru a determina constanța măsurătorilor. Sursele potențiale de interferență au fost reprezentate de prezența a numeroase dispozitive Wi-Fi și BT active atunci când stațiile de metrou sunt aglomerate de călători. În următoarea parte a lucrării, diagramele vor fi prezentate comparativ, în următoarele condiții: în spațiu deschis (condiții FOV - Field of view), în stația de metrou fără călători, în stația de metrou cu mulți călători pe platforme.

În figurile 5.7, 5.8, 5.9 se poate observa că viteza de descărcare are o variație mai bruscă a condițiilor FOV decât în stația de metrou, ceea ce duce la ideea că pereții stației se comportă într-o anumită măsură ca un ghid de undă. Variația este mai puțin bruscă în condițiile stației (interioare) decât în exterior, iar pentru primii 35 de metri este relativ staționară.

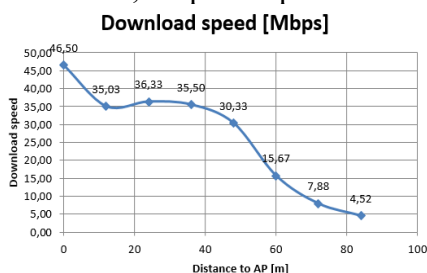


Fig. 5.7. Variația vitezei de descărcare a datelor, în spațiu liber

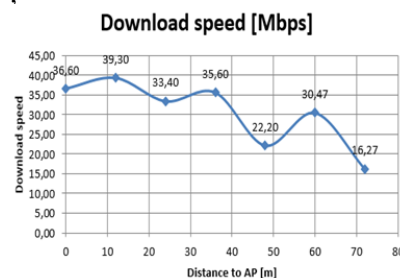


Fig. 5.8. Variația cu distanța a vitezei de descărcare, în interiorul stației de metrou, fără călători pe peroane

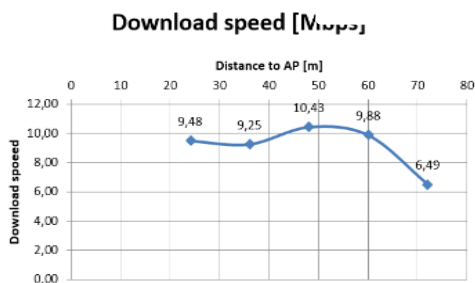


Fig. 5.9. Variația vitezei de descărcare a datelor cu distanța, în interiorul stației de metrou, cu călători pe peroane

Cu toate acestea, atunci când multe noduri comunicante intră în rețeaua locală, viteza de descărcare generală se degradează semnificativ (figura 5.9), nivelurile atingând valori rareori peste 10 Mbps. Din nou, pentru testarea vitezei de încărcare (cifre de la 10 la 12) același fenomen, dar la viteze mult mai mici este prezent în stația de metrou: în comparație cu condițiile FOV (fig.5.10), viteza de încărcare este mai puțin mare, dar mai constantă pe distanțe mai lungi (figura 5.11), păstrând un comportament constant chiar și cu mai multe noduri în rețea (figura 5.12).

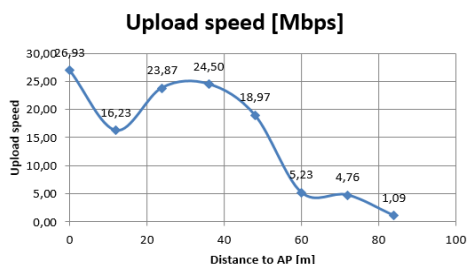


Fig. 5.10. Variația vitezei de încărcare cu distanța, în câmp deschis

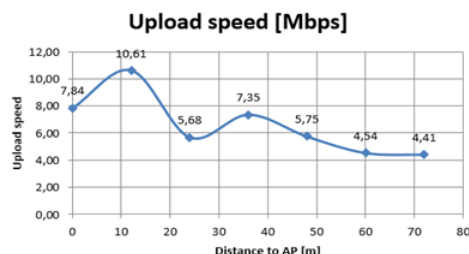


Fig. 5.11. Variația vitezei de încărcare cu distanța, în interiorul stației de metrou, fără călători pe peron

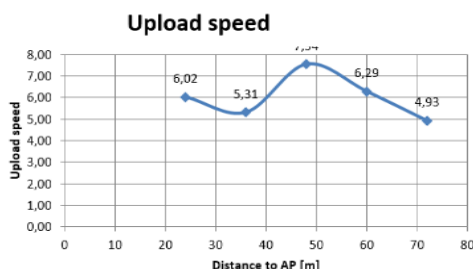


Fig. 5.12. Variația vitezei de încărcare cu distanța, în interiorul stației de metrou, cu călători pe peron

5.1.3. Concluzii privind prima parte a testelor[154]

Mediul interior creează condiții total diferite pentru propagarea undelor radio, există unii factori care contribuie și la comportamentul de propagare a semnalului, cum ar fi forma, configurația, geometria și materialele din care sunt realizați pereții stației, prezența stâlpilor etc. Prin urmare, un model general de propagare a semnalului, valabil pentru toate configurațiile stațiilor nu este posibil să se stabilească. Cu toate acestea, cu mici ajustări, unele dintre modelele deja existente par să respecte comportamentul de propagare a semnalului pentru aceste distanțe.

Această primă parte a testelor a dovedit că este posibil să se determine prin simpla detectare și identificare a MAC-urilor dispozitivelor Wi-Fi transportate de călători, fluxul acestora în stațiile de metrou, contribuind astfel la colectarea informațiilor cu privire la nivelul aglomerării, ghidarea rutelor și alte servicii.

5.2. PARTEA II A TESTELOR EXPERIMENTALE [156]

Aceste teste sunt o continuare a experimentelor efectuate într-o stație de metrou pentru a evalua condițiile de propagare a semnalelor interioare, în special pentru canalul Wi-Fi 1 (bandă de 2,4 GHz), ca suport pentru o soluție de determinare anonimă privind fluxul pasagerilor în medii similare.

Pentru a explora mai bine condițiile de propagare au fost efectuate un set de teste de calibrare inițială într-o zonă cu câmp deschis, în afara stației de metrou, pentru evaluarea caracteristicilor echipamentului. Datele colectate au servit ca referință pentru măsurătorile efectuate în mediul interior. În interiorul stației de metrou AP-ul a fost plasat lângă un perete, la un capăt al stației (figura 5.3), iar un telefon mobil cu software dedicat a fost plasat la distanțe diferite față de AP, pentru a determina evoluția RSSI, latența și viteza de transfer de date. Au fost luate în considerare trei scenarii: măsurători efectuate în câmp deschis (FOV) - variația RSSI, viteza și latența datelor, măsurători interioare pentru aceiași parametri, fără oameni pe platformele de metrou (numai pentru a determina influența geometriei mediului: pereți, stâlpi, platforme etc.), măsurători interioare

pentru parametrii menționați mai sus, cu călători pe platforme (pentru a determina influența persoanelor pe platforme asupra propagării semnalelor, a debitului de canal și a latenței).

Pe lângă măsurarea vitezei de conectare, testele din cele trei scenarii de mediu au inclus și variația latenței și RSSI, în funcție de distanța de la punctul de acces. Au fost stabilite trepte de distanță de 12 metri față de punctul de acces și pentru fiecare etapă s-au făcut trei măsurători separate, pentru reducerea variației intensității semnalului datorită diferitelor variații de interferențe și condiții de propagare. Ulterior, valoarea medie a fost luată în considerare pentru construirea următoarelor diagrame (figura 5.13, fig. 5.14., fig. 5.15.):

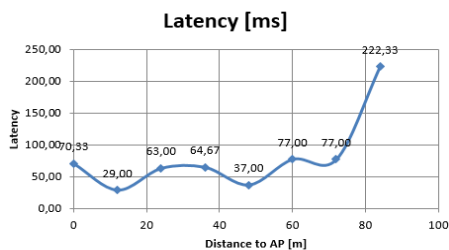


Fig. 5.13. Variația funcție de distanță a latenței în spațiu liber

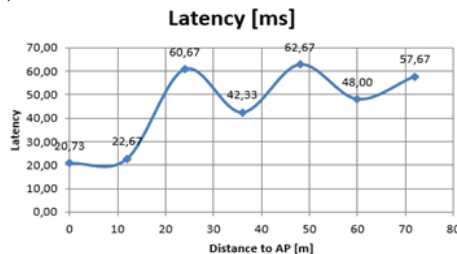


Fig. 5.14. Variația cu distanța a latenței, în interiorul stației de metrou, fără călători pe peron

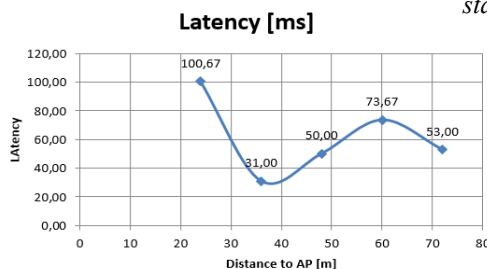


Fig. 5.15. Variația cu distanța a latenței, în interiorul stației de metrou, cu călători pe peron

Vitezele medii ale datelor înregistrate în condițiile descrise mai sus sunt prezentate în tabelul 5.1.

Tabel 5.1. Vitezele medii ale datelor înregistrate în spațiul liber și interiorul stației de metrou cu călători pe peron și fără călători pe peron

Condiții	Viteza medie la descărcare [Mbps]	Viteza medie la încărcare [Mbps]	Latența medie [ms]
Spațiu liber	26.47	15.20	80.04
În interiorul stației, fără călători pe peron	30.55	6.60	44.96
În interiorul stației, cu mulți călători pe peron	9.11	6.02	61.67

Valoarea medie mai mică pentru viteza de descărcare în condiții FOV (spațiu liber) poate fi explicată prin prezența a numeroase puncte de acces în zona în care a avut loc măsurătoarea, reducând debitul canalului. Se poate observa că mediul din interiorul stației favorizează într-o anumită cantitate viteza datelor prin ecranarea câmpului exterior generat de diferite AP-uri. Când călătorii care transportă dispozitive mobile active intră în stație, viteza datelor se înrăutățește semnificativ (figurile 5.16., 5.17., 5.18.).

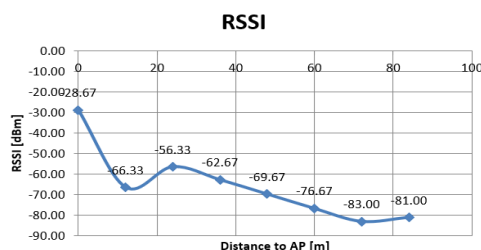


Fig. 5.16. Variația RSSI cu distanța, spațiu liber

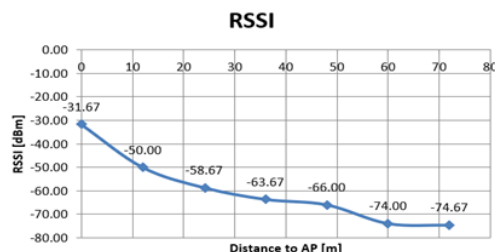


Fig. 5.17. Variația RSSI cu distanța, în interiorul stației de metrou, fără călători pe peron

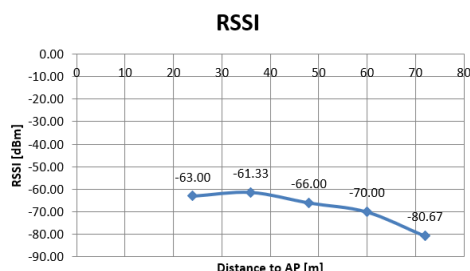


Fig. 5.18. Variația RSSI cu distanța, în interiorul stației de metrou, cu călători pe peron

În figurile 5.16., 5.17., 5.18. nivelurile RSSI sunt prezentate comparativ, în diferite situații: aceleași condiții de testare, o săptămână mai târziu (fără călători pe platforme, cu călători pe peron). S-a constatat că distanța cea mai potrivită între AP-uri ar trebui să fie în jur de 35 de metri, cu o toleranță de ± 5 metri, pentru un nivel bun de recepție, așa cum s-a prezentat în prima parte a testelor experimentale. Pentru evaluarea mai exactă a influenței pe care pasagerii de pe platforme o au asupra condițiilor de propagare, următorul set de măsurători a fost efectuat la o oră de vârf, în aceeași stație de metrou. Rezultatele acestui set de măsurători de câmp sunt prezentate în diagramele următoare (figurile 5.19., 5.20., 5.21., 5.22., 5.23.).

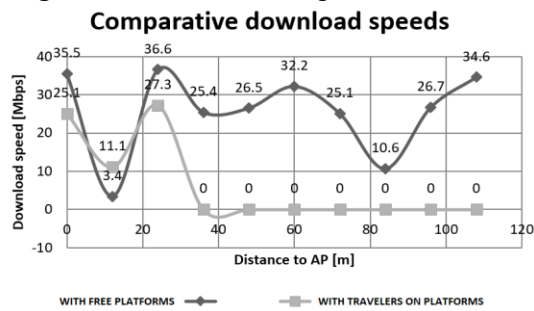


Fig. 5.19. Influența prezenței călătorilor pe peron asupra vitezei de descărcare

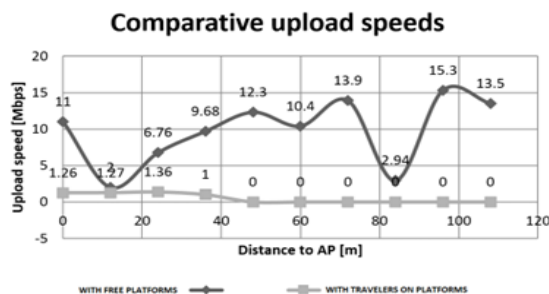


Fig. 5.20. Variația vitezei de încărcare a datelor în condiții normale și aglomerate

După cum se poate observa în figura 5.19 viteza de descărcare este afectată atunci când platformele sunt pline de oameni (curbă cu punct pătrat), iar după aproximativ 40 de metri de punctele de acces, practic conexiunea a fost pierdută. La 15 metri de AP căderea semnalului în ambele situații a fost cauzată de sosirea unui metrou în stație. În figura 5.20. este prezentată variația vitezei de încărcare în condiții normale și aglomerate (cu mulți călători pe platforme). Se poate observa că viteza de descărcare scade dramatic atunci când există numeroase persoane pe platforme (linie cu punct pătrat pe diagramă), în comparație cu situațiile obișnuite, cu un număr variabil de

persoane în stație. Ca și în cazul precedent, cele două vârfuri joase au fost înregistrate când trenurile au ajuns în stație, la orele de vârf, cu mulți călători.

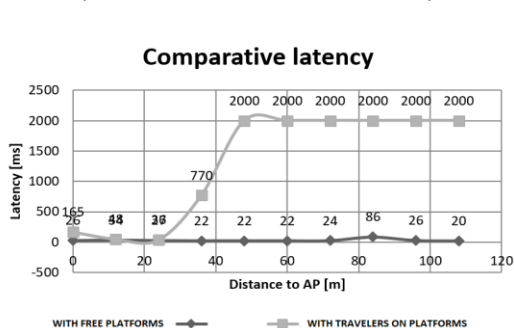


Fig. 5.21. Influența prezenței călătorilor de pe peron asupra latenței la transmiterea datelor

Figura 5.21. prezintă variația latenței în două cazuri diferite - linia punctată - evoluția în condiții normale staționare, cu un număr variabil de persoane pe platforme, linie cu punct pătrat - evoluția în cazul platformelor aglomerate. S-a constatat că latența suferă cel mai mult, deoarece variază numărul de persoane care stau pe platformă.

Barele colorate gri (figura 5.22.) indică situația cu mulți călători de pe platforme - viteza de conectare scade semnificativ.

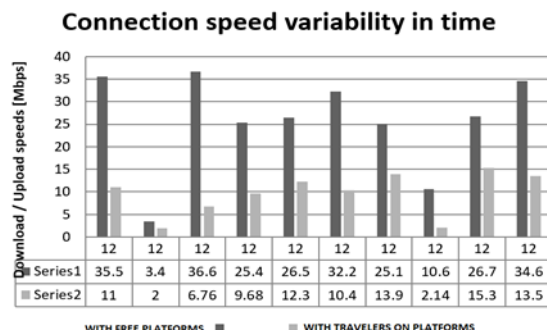


Fig. 5.22. Măsurări comparative ale vitezei de conectare poziție staționară, la distanță constantă de punctul de acces

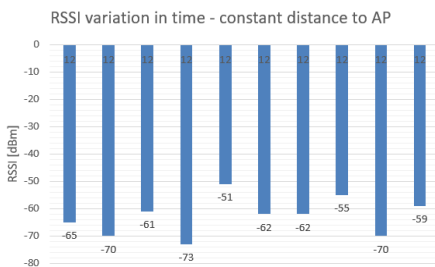


Fig. 5.23. Comparații ale RSSI – poziție staționară, distanță fixă față de punctul de acces

5.2.1. Concluzii privind partea a II-a a testelor din teren [156]

Tehnologiile wireless sunt o tehnică relativ tânără și promițătoare pentru colectarea de date anonime având avantajul echipamentelor simple [157], [158], [159]. Punctele de acces, capabile să colecteze informații precum adrese MAC, marcaje de timp și niveluri RSSI sunt suficiente pentru a colecta cantități importante de informații. O parte mai dificilă este reprezentată de filtrarea și extragerea datelor atunci când au fost colectate suficiente informații într-o bază de date dedicată.

Pentru studiul de caz efectuat în condițiile date, în București, a rezultat că, pentru moment, un procent relativ redus de persoane poartă dispozitive Wi-Fi sau BT detectabile: în jur de 4,7%.

5.3. CONCLUZII DESPRINSE DIN TESTELE DE TEREN

5.3.1. Proiectarea arhitecturii sistemului de colectare a datelor de cerere de călătorie (CDCC)

Având în vedere rezultatele experimentale din cele două părți ale testelor, se poate concluziona că arhitectura unui sistem de colectare a datelor de călătorie care utilizează o soluție de colectare de date anonimă, fără fir, ar trebui să fie compusă din (dar nu limitat) (figura 5.24.): o rețea de AP-uri fără fir, folosite ca senzori pentru dispozitive cu Wi-Fi, un server local pentru colectarea, stocarea și procesarea datelor locale, o stație de lucru (nu este obligatorie), interfață cu

Internetul printr-o VPN (Virtual Private Network) și posibilitatea de conectare la un Data Center și de a accesa de la distanță sistemul local.

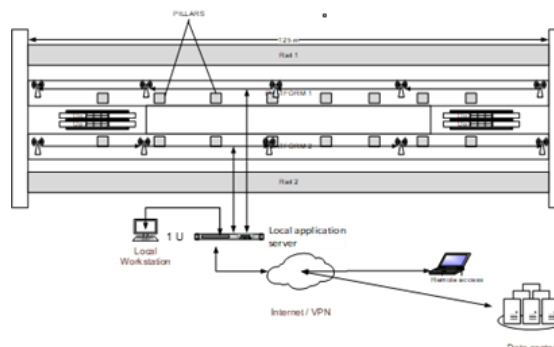


Fig.5.24. Arhitectura propusă pentru sistemul CDCC

Scopul acestor teste a fost studierea în condiții de exploatare reală a comportamentului de propagare a semnalelor radio într-un mediu tipic al unei stații de metrou, cu pasageri care circulă. S-a observat că geometria mediului afectează considerabil modul de propagare a undelor radio.

Soluția propusă este considerată simplă și eficientă din punct de vedere al hardware-ului necesar infrastructurii, reducând astfel semnificativ cablarea, alimentarea cu energie și întreținerea rețelei de senzori. Punctele de acces instalate în locațiile selectate pot determina numărul de dispozitive Wi-Fi și / sau BT detectabile prezente în stație.

Rezultatele acestor teste pot să furnizeze suficiente informații cu privire la utilitatea și eficiența metodologiei propuse pentru determinarea cererii de transport în zonele urbane congestionate.

5.4. Sistem de culegere anonimă a informațiilor de poziție și mobilitate în transportul public de călători

Această soluție concretizată în Brevet de invenție nr 134415 / 28.08.2020 se bazează pe o metodă și un sistem pentru culegerea anonimă a informațiilor referitoare la poziție și mobilitate în transportul public de călători, la aglomerarea traficului rutier, prin intermediul Bluetooth-ului și a Inteligenței Artificiale, pentru îmbunătățirea sistemelor de management al transportului public prin suplimentarea informațiilor necesare acestora.

Cercetarea experimentală a avut în vedere culegerea de informații privind numărul estimat de călători transportați, numărul estimat de călători aflați în așteptare în stațiile de transport public, poziția mijlocului de transport public pe rută și informații privind densitatea / fluența traficului privat de vehicule de pe ruta pe care circulă mijlocul de transport public.

5.4.1. Prezentarea soluției tehnice [177]

Metoda pentru culegerea anonimă a informațiilor legate de poziție și mobilitate în transportul public de călători, bazată pe Bluetooth și Inteligență Artificială, dezvoltată în cadrul cercetării experimentale este caracterizată prin faptul că are în componență un ansamblu de trei senzori Bluetooth (BT): S_1 , S_2 , S_3 care sunt amplasați într-un mijloc de transport în comun. Aceștia sunt alimentați electric de la instalația vehiculului și pot comunica prin cablu cu un echipament de calcul tip Unitate de bord (UB) aflat, de asemenea, la bordul vehiculului. Sensorii sunt capabili să detecteze prin unde radio dispozitive BT împerecheate (căști BT, smart-watch-uri, brățări fitness, notebook-uri, tablete etc.) și telefoane mobile în regim de descoperire sau alte dispozitive în regim de descoperire (smart TV, calculatoare desktop sau notebook etc.), să achiziționeze informații

despre adresa MAC a dispozitivului, eticheta temporală, nivelul semnalului radio și să transmită aceste informații unității de bord UB, unde are loc prelucrarea ulterioară a acestora.

5.4.2. Descrierea cercetării experimentale [177]

Cercetările experimentale inițiale au avut ca scop determinarea posibilităților de a culege informații despre fluxurile de călători și mijloace de transport prin metode anonime, în speță prin intermediul tehnologiilor Bluetooth și / sau Wi-Fi. În acest sens, au fost efectuate mai multe experimente în locuri comune traficului de călători și vehicule, precum: stații și tuneluri de metrou, stații ale sistemului de transport public de suprafață, de-a lungul traseelor unor mijloace de transport în comun. În cadrul cercetărilor experimentale, pentru măsurătorile din teren s-a urmărit parcurgerea mai multor etape după cum urmează:

- Prima etapă - s-a desfășurat în stațiile de transport public de călători (ruta Apaca, Bd. Iuliu Maniu, sens de mers către Lujerului, linii de transport din apropiere 61, 62, 336 etc.). Timpul de măsurare pentru efectuarea acestei măsurători a fost de o oră, zi de lucru, oră de vârf. S-a notat numărul de adrese MAC înregistrate de aplicația utilizată (BLE SCANNER).

În tabelul de mai jos (tabelul 5.2.) sunt notate mijloacele de transport înregistrate în intervalul de timp, ora de sosire / plecare, precum și numărul de vehicule, dar și numărul de călători din stație.

Tabelul 5.2. Măsurători efectuate în stația de transport public

Nr.crt.	Denumire mijloc transport	Oră sosire	Oră plecare	Nr. vehicule - semafor verde	Nr. călători stație/ mijloc de transport
1	136	16:54:04	16:54:22	54	30
2	336	16:54:37	16:54:52	30	25
3	336	16:56:48	16:57:08	42	40
4	336	17:01:02	17:01:28	56	45
5	336	17:03:40	17:04:04	38	20
6	61	17:06:20	17:06:42	39	20
7	62	17:06:23	17:06:42	50	25
8	336	17:10:58	17:11:13	49	40
9	61	17:18:26	17:18:38	34	26
10	336	17:18:40	17:18:55	64	20
11	62	17:19:05	17:19:35	43	18
12	136	17:20:06	17:20:20	36	25
13	61	17:21:31	17:21:48	46	15
14	136	17:23:19	17:23:46	46	4
15	62	17:25:22	17:25:40	28	20
16	336	17:25:27	17:25:52	62	15
17	62	17:30:40	17:31:11	41	10
18	336	17:35:53	17:36:17	45	20
19	136	17:38:06	17:38:22	40	40
20	336	17:40:33	17:40:55	51	20
21	336	17:43:18	17:43:37	46	45
22	61	17:43:21	17:43:47	34	25
23	62	17:50:23	17:50:37	37	24
24	62	17:50:25	17:51:05	40	10
25	336	17:52:41	17:53:23	35	10
26	136	17:54:57	17:55:22	32	25
27	336	17:55:03	17:55:28	28	25

- A doua etapă - aplicația BLUE SCAN s-a folosit într-un mijloc de transport în comun care se deplasează, și s-au înregistrat adresele MAC descoperite pe traseu, de la un capăt la altul pe un

tronson de drum ales (Apaca – Lujerului precum și Lujerului – Apaca). S-au trecut într-un tabel (tabel 5.3.) momentele exacte de timp în care vehiculul s-a oprit în stații pentru urcarea / coborârea călătorilor. S-a estimat numărul de călători din mijloacele de transport la fiecare stație, la plecarea din stație. Pentru efectuarea acestei măsurători s-a circulat cu diferite mijloace de transport.

Tabelul 5.3. Măsurători efectuate în mijlocul de transport în comun

Data	02.04.2019
Ora	16:57
Nume Participanti la masuratori	Bran Catalina Alexandra Stingă Anne Marie Chiva Ionut Cosmin
Traseu	Apaca – Lujerului – Dus -Intors

Numar Statie	Nume Statie(DUS)	Ora sosire in statie	Ora plecare din statie	Numar calatori	Nume mijl transp DUS
1	Bi-Vasile Milea	16:59:01	16:59:10	38	61
2	UPB	17:00:35	17:00:53	44	1 min și 43 sec
3	Liceul Tudor Vladimirescu	17:01:06	17:01:30	32	37 secunde
4	Lujerului	17:03:16	17:03:45	27	2 min și 24 secunde
4	Lujerului (Intors)	17:11:17	17:11:42	40	336
3	Liceul Tudor Vladimirescu	17:13:22	17:13:44	37	2 min și 2 secunde

Numar Statie	Nume Statie	Ora sosire in statie	Ora plecare din statie	Numar calatori	Timpul intre statia 3 si 2
2	UPB	17:14:50	17:15:10	32	1min și 24 secunde
1	Bi-Vasile Milea	17:17:58	17:18:28	23	3 min și 38 secunde

Măsurătoare 2

Numar Statie	Nume Statie(DUS)	Ora sosire in statie	Ora plecare din statie	Numar calatori	Nume mijl transp DUS
1	Bi-Vasile Milea	17:23:40	17:24:00	32	61
2	UPB	17:24:54	17:25:10	33	1 min și 10 sec
3	Liceul Tudor Vladimirescu	17:26:11	17:26:31	26	1 min și 21 sec
4	Lujerului	17:30:15	17:30:41	32	4 min și 10 secunde
4	Lujerului (Intors)	17:30:15	17:30:41	32	4 min și 10 secunde

Numar Statie	Nume Statie	Ora sosire in statie	Ora plecare din statie	Numar calatori	Timpul intre statia 4 si 3
4	Lujerului	17:41:20	17:41:28	33	62
3	Liceul Tudor Vladimirescu	17:42:53	17:43:14	36	1 min și 46 secunde
2	UPB	17:44:16	17:44:33	27	1min și 19 secunde
1	Bi-Vasile Milea	17:46:20	17:46:40	18	2 min și 07 secunde

Măsurătoare 3

Numar Statie	Nume Statie(DUS)	Ora sosire in statie	Ora plecare din statie	Numar calatori	Nume mijl transp DUS
1	Bi-Vasile Milea	17:50:31	17:50:48	24	136
2	UPB	17:51:49	17:52:00	23	1 min și 12 sec
3	Liceul Tudor Vladimirescu	17:53:06	17:53:24	20	1 min și 24 sec

Numar Statie	Nume Statie	Ora sosire in statie	Ora plecare din statie	Numar calatori	Timpul intre statia 3 si 4
4	Lujerului	17:58:01	17:58:18	17	4 min și 54 secunde
4	Lujerului	18:04:15	18:04:27	28	62
3	Liceul Tudor Vladimirescu	18:05:41	18:05:53	23	1 min și 26 secunde
2	UPB	18:06:52	18:07:05	21	1min și 12 secunde
1	Bi-Vasile Milea	18:08:42	18:09:02	9	1 min și 57 secunde

În continuare, pentru a putea filtra dispozitivele detectate anterior, pe același tronson de drum, în aceleași condiții, pe parcursul deplasării mijlocului de transport în comun, folosind aplicația BLE Analyzer, s-au înregistrat nivelele RSSI descoperite pe traseu (figura 5.30.). S-au utilizat căști Bluetooth pentru a putea stabili un interval de detecție, datele au fost culese de două persoane, s-a circulat cu diferite mijloace de transport (autobuz, tramvai, troleibuz). Căștile au fost conectate la telefon, acestea au fost amplasate lângă dispozitivul cu aplicația BLE până când s-a detectat nivelul de RSSI (-35/-45), apoi s-au cules datele după ce căștile au fost mutate în mijlocul de transport în comun și în capătul opus al mijlocului de transport în comun față de dispozitivul cu aplicația BLE.



Fig. 5.30. Nivelul RSSI al căștilor bluetooth la diferite distanțe

5.4.3. Interpretarea rezultatelor [177]

Pentru prima etapă, în timpul de o oră petrecut în stația de autobuz de la Apaca (sensul de mers spre Lujerului) au fost detectate în total 411 dispozitive / adrese MAC. Aplicația (BLUESCAN) a fost deschisă aproximativ cu 2 minute înainte de sosirea primului mijloc de transport în comun în stație. Aceasta a cules date continuu timp de o oră, după care acestea au fost transmise prin e-mail în format .csv direct din aplicație.

Pentru filtrarea corespunzătoare a datelor culese s-a ținut cont de intervalul de timp în care un autobuz / troleibuz ajungea în stație, precum și de câți oameni se aflau atât în stație cât și în mijlocul de transport în comun (figura 5.31.). De asemenea, au fost numărate și autovehiculele care se deplasau pe același sens de mers cu autobuzul / troleibuzul, deoarece și acestea puteau să aibă bluetooth integrat, afectând astfel datele culese. Prin urmare, din totalul de 411 dispozitive / adrese MAC au rămas doar 139 de adrese care au putut fi interpretate ca fiind călătorii din stație și din mijlocul de transport în comun (figura 5.32.).

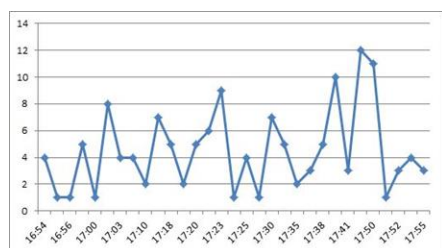


Fig. 5.31. Dispozitivele filtrate la orele de sosire ale mijlocului de transport public

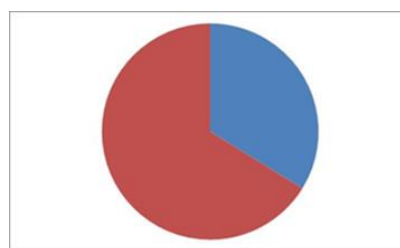


Fig. 5.32. Reprezentare a dispozitivelor filtrate față de numărul total (33.81% - albastru)

Pentru cea de-a doua etapă, au fost efectuate măsurători de către mai multe echipe în aceleași condiții, la aceleași ore (aproximativ), cu aceeași aplicație, pe tronsonul de drum Apaca – Lujerului, precum și în sens invers, Lujerului – Apaca, cumulând în total 7 seturi de măsurători, cu un total de 977 de dispozitive / adrese MAC detectate. Aplicația (BLUESCAN) a fost utilizată în modul următor: la fiecare urcare în autobuz / troleibuz aplicația a fost deschisă și lăsată să înregistreze tot până la coborârea din mijlocul de transport public, după care datele au fost salvate și trimise prin e-mail în format .csv, urmând ca aplicația să fie închisă și resetată pentru a putea separa datele mai ușor pe sensurile de mers.

După efectuarea acestor măsurători, pentru a se putea stabili un interval de detecție, s-a mai realizat o măsurătoare tot în aceleași condiții, cu căști bluetooth. Având toate aceste date s-a realizat filtrarea adreselor detectate și s-a obținut un procent diferit de utilizatori detectați în funcție de pragul ales (maxim de -85 dB) (figura 5.33.). După această filtrare s-a urmărit separarea pe sens a măsurătorilor pentru a se putea detecta mai ușor adresele fixe care apăreau în fiecare dintre acestea (figura 5.34.).

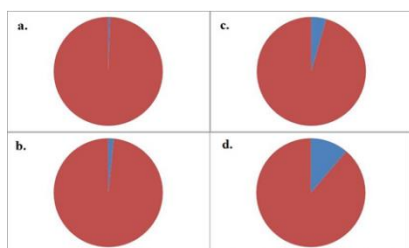


Fig. 5.33. Dispozitive detectate în funcție de pragul ales
a. -70 dB (0.51%) b. -75 dB (1.64%) c. -80 dB (4.40%)
d. -85 dB (11.26%)

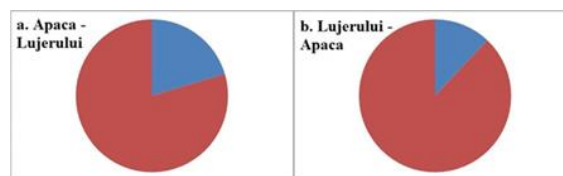


Fig. 5.34. Procentul de adrese fixe din total (albastru)
a. 20.36% b. 12.06%

Contribuțiile cu caracter de noutate ale acestei cercetări experimentale sunt următoarele:

- A fost realizată o soluție integrată pentru culegerea anonimă a datelor referitoare la poziție și mobilitate în transportul public de călători. Soluția se bazează pe recepționarea dispozitivelor Bluetooth descoperibile și realizează analiza datelor cu ajutorul algoritmilor de Inteligență Artificială.
- Operația de zonare a fost realizată prin combinarea triangulării Delaunay cu diagrama Voronoi.
- A fost folosit un nou algoritm de triangulare Delaunay constrâns, care permite localizări cu o marjă de eroare de 0,3 m.
- A fost utilizat algoritmul k-means pentru gruparea nodurilor și determinarea vectorilor de localizare pe baza metodei de grupare. A fost asociat un ID pentru fiecare adresă MAC.
- S-a realizat combinarea vectorilor de grupare cu elementele de analiză statistică.
- S-a realizat reprezentarea datelor pe hărți de localizare 2D.
- A fost scoasă în evidență posibilitatea monitorizării trasabilității (mobilității) nodurilor detectate, cu beneficii în sistemele de informații din transportul public.
- Soluția propusă nu necesită suportul rețelelor de comunicații mobile celulare pentru îndeplinirea funcțiilor și are un consum foarte redus de energie electrică.

5.5. Sistem și metodă de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (drona) active, prin analiza cu algoritmi de tip deep learning a sunetului și imaginii captate [186]

Această cercetare științifică are ca obiectiv principal îmbunătățirea sistemelor de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (operator uman) pe baza amprentelor lor acustice, astfel încât, în final, să permită clasificarea acestora după modelele lor constructive. Detectarea amprentelor acustice ale vehiculelor aeriene fără operator este o sarcină dificilă deoarece semnalele acustice specifice sunt mascate de zgomotele din mediului de detectare (vânt, ploaie, valuri, propagarea sunetului în câmp deschis / zone urbane). Spre deosebire de sunetele care apar în mod natural, vehiculele aeriene fără operator au caracteristici distincte ale sunetului. Profitând de acest aspect, cercetările se concentrează pe construirea unui sistem de detectare, recunoaștere și clasificare audio pentru detectarea simultană a mai multor vehicule aeriene fără operator din scena de interes.

Această metodă de detectare a vehiculelor aeriene fără operator introduce ca element de noutate principal folosirea rețelelor neurale pentru antrenarea modulelor componente ale arhitecturii de calcul.

Avantajele acestei metode de detectare a vehiculelor aeriene fără operator sunt următoarele:

- Folosirea unui sistem hardware și software pentru recunoașterea automată a vehiculelor aeriene fără operator prin utilizarea componentele acustice specifice, cu scopul de a proteja zonele de demarcație a Infrastructurilor Critice, conform figurii 5.35.

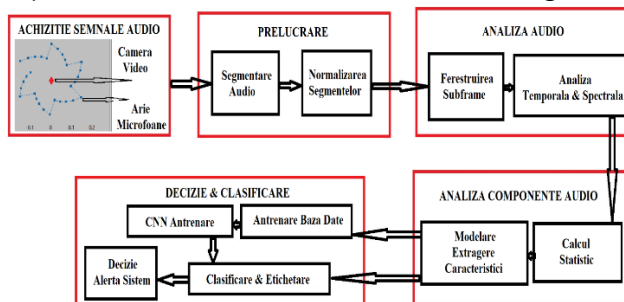


Fig. 5.35. Arhitectura sistemului acustic pentru detectia vehiculelor aeriene fără operator.

- Utilizarea unei arii de microfoane cu cameră video încorporată.
- Obținerea unei metode de recunoaștere a vehiculelor aeriene fără operator care să funcționeze pe o bază cât mai mare de modele, să poată fi aplicată independent de modelul vehiculelor aeriene fără operator, să fie rezistentă la zgomot și în același timp să ofere un răspuns cât mai corect, într-un timp cât mai scurt.
- Soluția obținută realizează o analiză complexă de spectru prin utilizarea spectrogramei din clasa Cohen.
- Soluția permite integrarea sistemului acustic de recunoaștere a vehiculelor aeriene fără operator cu imaginile video detectate de camera încorporată în aria de microfoane.
- Soluția introduce un nou concept de rețele neurale concurente pentru detecția semnalelor acustice specifice vehiculelor aeriene fără operator.
- Soluția propusă are impact minim asupra mediului.
- Soluția propusă necesită un nivel minim de mentenanță.

Această cercetare științifică implementează noțiunea de „concurență” la nivelul unei colecții de rețele neurale și determină importanța intrărilor care influențează performanțele în recunoașterea amprentei acustice prin utilizarea rețelelor neurale. Cercetarea științifică utilizează modelul rețelelor neurale concurente (*Concurrent Neural Networks - CNN*) care asociază exemplele

învățării supervizate și nesupervizate oferind o soluție optimă pentru detectarea amprentelor acustice specifice vehiculelor aeriene fără operator. Rezultatele experimentale au demonstrat faptul că acuratețea recunoașterii este ridicată în situația în care se utilizează modelul propus în cadrul acestei cercetări științifice, comparativ cu cazurile în care nu este utilizată concurența.

Schema de recunoaștere constă într-o colecție de module instruite pe câte o subproblemă și un modul care alege răspunsul cel mai bun. În figurile următoare (figurile 5.41. și 5.42) sunt prezentați algoritmi de instruire și de recunoaștere care implementează aceste două tehnici pentru rețele neurale cu întârziere în timp, perceptroni multistrat și hărți cu autoorganizare.

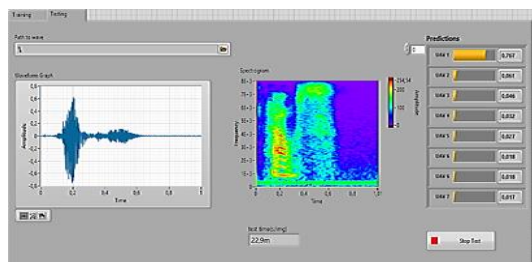


Fig. 5.41. Interfața aplicației pentru detectarea și clasificarea vehiculelor aeriene fără operator: interfața aplicației CNN

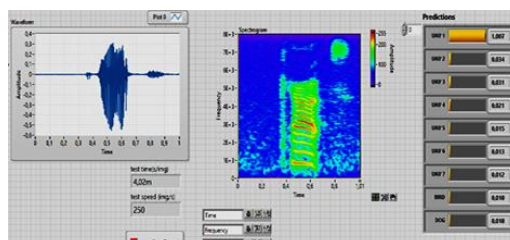


Fig. 5.42. Interfața aplicației pentru detectarea și clasificarea vehiculelor aeriene fără operator: interfața aplicației pentru recunoaștere și clasificare

Modelul propus în cadrul acestei cercetări științifice, *Concurrent Neural Networks (CNN)*, introduce o tehnică neurală de recunoaștere nouă care are la bază ideea competiției între mai multe rețele neurale modulare ce lucrează în paralel. Astfel, modelul propus în cadrul cercetării științifice reprezintă o colecție de rețele neurale care lucrează în paralel, decizia de recunoaștere și clasificare stabilindu-se conform regulii „câștigătorul ia tot”. Fiecare rețea neurală componentă este instruită individual cu un set propriu de date.

În figura 5.43. este prezentat un exemplu de realizare practică a sistemului de detectare a vehiculelor aeriene fără operator.

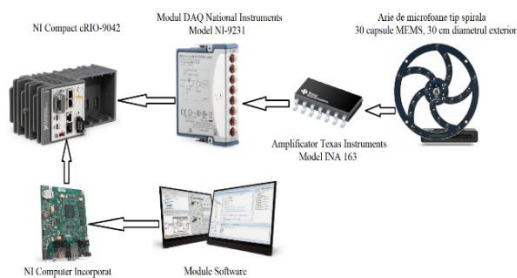


Fig. 5.43. Arhitectura sistemului hardware pentru detectarea vehiculelor aeriene fără operator.

Contribuțiile cu caracter de noutate ale acestei cercetări științifice se referă la:

- S-a folosit o arie de microfoane dispusă în formă de spirală, cu ponderi adaptive de tip multi-canal, cu pas variabil, care să ofere posibilitatea detecției semnalului acustic de complexitate redusă (energie acustică redusă);
- A fost introdus un nou model de clasificare a Rețelelor Neurale Concurente (Concurrent Neural Networks - CNN) ca o colecție de rețele neurale de dimensiuni reduse care lucrează în paralel, clasificarea efectuându-se conform regulii “câștigătorul ia tot”;
- Sistemul este format din rețele neurale cu arhitecturi diverse;

- Au fost folosite module de tip perceptron multistrat, de tip rețea neurală cu întârziere în timp și de tip hartă cu autoorganizare (SOM);
- Schema de recunoaștere a constată într-o colecție de module instruite pe câte o subproblemă și un modul care să selecteze cel mai bun răspuns. Fiecare rețea neurală componentă a sistemului a fost instruită separat astfel încât să răspundă corect intrărilor dintr-o singură clasă;
- Instruirea este supervizată iar numărul de rețele folosite este egal cu numărul de clase în care sunt grupați vectorii;
- A fost folosit un algoritm complex de integrare a informațiilor obținute din surse diferite, acustice și video, crescând astfel probabilitatea de recunoaștere și clasificare a vehiculelor aeriene fără operator.

CAPITOLUL 6 – START-Up: DEZVOLTAREA UNEI APLICAȚII SOFTWARE PENTRU MONITORIZAREA TRANSPORTULUI PUBLIC DE PASAGERI

6.1. Informații generale afacere (tabel 6.1)

Tabelul 6.1. Informații generale

Informații generale				
Denumirea ideii de afacere	S.C. TRANSSOLUTIONS S.R.L.			
Numele și prenumele solicitantului	IONUȚ-COSMIN CHIVA			
Adresa solicitantului	Str. XXXXXXX, nr XX, ap.XX, București, sector 6			
Județul	București			
Cod poștal	060754			
Număr de telefon	(40)72X XXX XXX			
E-mail:	transsolution2023@gmail.com			
Sediul firmei și al punctelor de lucru (localitate și județ)	Splaiul Independenței 291-293, București 060042, ansamblu clădiri birouri Riverside Tower			
Valoarea totală a proiectului de investiții aferentă perioadei de implementare a planului de afaceri (Lei - TVA inclus)	750 000 lei			
Număr de locuri de muncă ce urmează a fi create în urma implementării afacerii	4			
Domeniul de activitate	Productie	Servicii	Comert	Cod CAEN
Activități de realizare a software-ului la comanda (software orientat client)		X		6201

6.2. Rezumatul ideii de afaceri

Firma nou înființată își propune să realizeze o aplicație software la comandă pentru monitorizarea transportului public de pasageri, MooovApp.

Astfel, produsul dezvoltat propune o platformă de suport pentru decizii predictive în timp real, care se adresează atât controlului traficului rutier, cât și nevoilor de informare a pasagerilor. Aplicația va putea să ofere previziuni ale aglomerației din mijloacele de transport în comun și din stații pe baza informațiilor în timp real din trafic, ținând cont de evenimentele imprevizibile care pot să apară. Apoi, va comunica aceste informații pasagerilor și va lua în considerare răspunsul acestora la informațiile furnizate. De asemenea, va preciza exact durata rutelor și se va ajusta de-a lungul călătoriei. Am considerat că prin furnizarea de informații predictive pasagerilor se poate diminua aglomerația din mijloacele de transport în comun, fapt care are ca principală consecință o mai bună utilizare a capacității acestora.

Aplicația dezvoltată folosește modele predictive, în timp real, care includ atât sosirea în stație a mijloacele de transport în comun, predicțiile origine-destinație în timp real, cât și informații predictive pentru asistență în luarea deciziilor de călătorie a pasagerilor. Prin intermediul aplicației descărcate pe telefon, pasagerii primesc informații în timp real, de exemplu, despre sosirile

autobuzelor (care modifică modul în care sunt estimați în mod tradițional timpii de așteptare), actualizări despre incidente și pot să ofere feedback participanților la trafic cu privire la toate aceste evenimente.

6.3.Rezultate

6.3.1. Rezultate cuantificabile

Proiecția pentru primul an de activitate a firmei, dar și pentru următorii 3 ani este ilustrată în tabelul de mai jos (tabelul 6.2.). Indicatorii țintă pentru următorii 3 ani se bazează pe o rată de creștere anuală a cererii de aproximativ 15%.

Tabelul 6.2. Proiecția pentru activitatea firmei (4 ani)

Indicatori țintă	UM	2023	2024	2025	2026
Cifra de afaceri	Lei, fără TVA	661 500	980 000	1 176 000	1 347 500
Profit	Lei, fără TVA	-139 628	58 406	233 627	300 150
Număr de salariați	Număr persoane	4	4	4	4

6.3.2. PrintScreen din designul aplicației (fig.6.2. și fig.6.3.)

Simularea aplicației MooovApp s-a realizat cu ajutorul aplicației SIGMA (Sistem Interactiv Grafic pentru Management în Administrație).

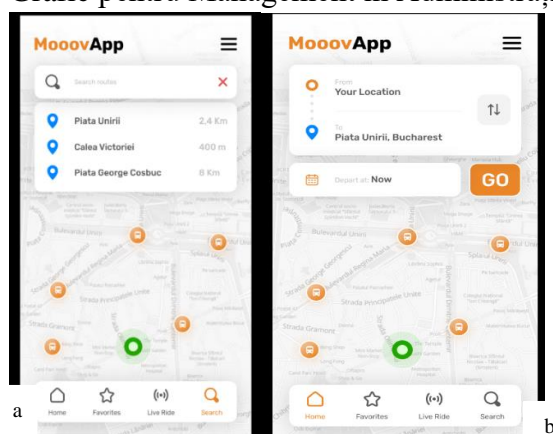


Figura 6.2. a) Imaginea de deschidere a aplicației, b) Mijloacele de transport existente în jurul locației pasagerului

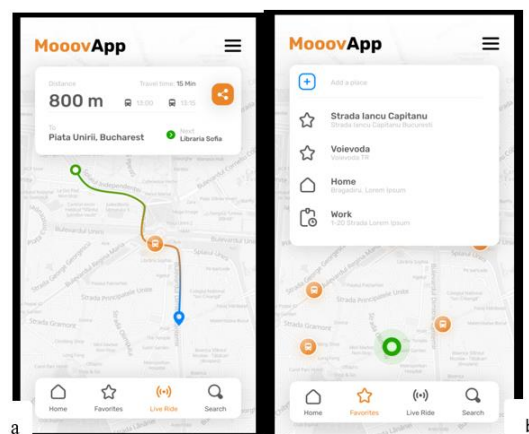


Figura 6.3. a) Traseu în timp real , b)Trasee anterioare, memorate

6.3.3. Politica de preț

În tabelul următor sunt prezentate previziunile privind veniturile și cheltuielile firmei, pentru următorii trei ani.

Tabelul 6.18. Previziuni privind venituri și cheltuieli pe următorii 3 ani

Nr.crt.	Categorie	Anul 0 (conform Buget)	Anul 1	Anul 2	Anul 3
1	Total venituri (lei fără TVA)	661 500	980 000	1 176 000	1 347 500
2	Total cheltuieli (lei fără TVA)	801 128	910 468	897 818	990 178
3	Profit brut/pierdere	- 139 628	69 532	278 182	357 322
4	Impozit pe profit (16%)	-	11 125, 12	44 509, 12	57 171,52
5	Profit net/pierderea netă	- 139 628	58 406, 88	233 627, 88	300 150,48

Pentru anul 1 am considerat că firma va comercializa un număr de **40 aplicații software** cu un preț de aproximativ 5 000 euro/buc, fără TVA (total 980 000 lei fără TVA).

Pentru calculul cheltuielilor cu personalul, am considerat că toți angajații vor fi plătiți 12 luni, cu salariile prezentate în tabelul 8 (total 740 640 lei fără TVA).

Am luat în calcul și amortizarea echipamentelor. Nu am mai adăugat cheltuielile cu taxe notariale și financiare. Restul cheltuielilor rămân neschimbate.

Pentru anul 2 am considerat că firma va comercializa un număr de **48 aplicații software** cu un preț de aproximativ 5 000 euro/buc, fără TVA (total 1 260 000 lei fără TVA).

Pentru calculul cheltuielilor cu personalul, am considerat că toți angajații vor fi plătiți 12 luni, cu salariile prezentate în tabelul 8 (total 740 640 lei fără TVA).

Nu am luat în calcul amortizarea echipamentelor. Am adăugat cheltuieli cu deplasarea personalului și deplasările la conferințe, târguri și taxe de participare (total 20 000 lei fără TVA). Am considerat cheltuielile de publicitate, marketing ca fiind în cuantum de 50 000 lei, sumă mai mică în comparație cu anii anteriori. Am crescut costurile de funcționare birou (materiale consumabile) la o valoare de 5 000 lei fără TVA.

Pentru anul 3 am considerat că firma va comercializa un număr de **55 aplicații software** cu un preț de aproximativ 5 000 euro/buc, fără TVA (total 1 347 500 lei fără TVA).

Pentru calculul cheltuielilor cu personalul, am considerat că salariile angajaților vor crește, total 810 000 lei fără TVA.

Am adăugat cheltuieli cu deplasarea personalului și deplasările la conferințe, târguri și taxe de participare (total 40 000 lei fără TVA). Am considerat cheltuielile de publicitate, marketing ca fiind în cuantum de 50 000 lei. Am crescut costurile de funcționare birou (materiale consumabile) la o valoare de 8 000 lei fără TVA.

CAPITOLUL 7 - CONCLUZII GENERALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

7.1. Concluzii generale

Concluziile principalele care se desprind din cercetările experimentale efectuate în cadrul acestei teze de doctorat sunt următoarele:

- Indicele de calitate, măsura în care serviciul de transport rutier satisface nivelul de așteptare al utilizatorului / călătorului față de o anumită călătorie are la bază o serie de factori care laolaltă contribuie la creșterea calității transportului rutier
- Scopul unui cadru legislativ clar în ceea ce privește utilizarea vehiculelor aeriene fără operator urmărește atât asigurarea și susținerea utilizării acestora în diferite domenii, cât și garantarea vieții și a sănătății oamenilor, a proprietății și vieții private, a securității statale și, mai mult decât atât, a siguranței zborurilor și a securității aeronautice.
- Au fost identificate în literatura de specialitate o serie de modele de atenuare a propagării pentru semnalele Wi-Fi și au fost prezentate o serie de cercetări care descriu diferite metode pentru localizarea cât mai exactă a persoanelor.
- De asemenea, în literatura de specialitate au fost identificate cercetări pentru monitorizarea vehiculelor aeriene fără operator pe baza amprentei acustice.
- Au fost prezentate avantajele folosirii inteligenței artificiale în cadrul sistemelor de transport inteligente.
- Pe baza literaturii de specialitate au fost dezvoltate 5 soluții inovative pentru managementul traficului rutier și a celui aerian.

- Au fost efectuate teste în teren al căror principal scop a fost reprezentat de studierea în condiții de exploatare reală a comportamentului de propagare a semnalelor radio într-un mediu tipic al unei stații de metrou, cu pasageri care circulă.
- A fost dezvoltată o soluție originală, concretizată printr-un Brevet de invenție nr. 134415 / 28.08.2020 „Sistem de culegere anonimă a informațiilor de poziție și mobilitate în transportul public de călători”. Soluția presupune o metodă simplă, de culegere anonimă (fără posibilitate de asociere a persoanelor cu dispozitivele detectate) a datelor privind fluxurile de pasageri transportați sau aflați în așteptare în stațiile de călători, informații legate de poziția vehiculelor de transport public pe rută, precum și de densitate a traficului privat de vehicule de pe traseul mijlocului de transport în comun.
- A fost dezvoltată o soluție originală, concretizată printr-o cerere de brevet de invenție (C.B.I) „Sistem și metodă de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (drone) active, prin analiza cu algoritmi de tip deep learning a sunetului și imaginii captate”. Soluția dezvoltată presupune detecția, identificarea și clasificarea vehiculelor aeriene fără operator după amprenta lor acustică, prin utilizarea unui sistem de rețele neurale concurente.
- A fost dezvoltată o aplicație software pentru monitorizarea transportului public de pasageri, MooovApp. Din punct de vedere al oportunității economice, acest produs software poate constitui baza unui plan de afaceri de succes.

7.2. Contribuțiile originale rezultate din cercetările experimentale sunt reprezentate de Brevetul de invenție și de cererea de brevet de invenție, de testele efectuate în teren, dar și de cele 5 soluții dezvoltate pe baza literaturii de specialitate:

- Prima parte a testelor experimentale în teren a presupus dezvoltarea unei soluții pentru colectarea informațiilor despre călători într-o stație de metrou și în trenuri bazată pe detectarea anonimă a numărului de dispozitive Wi-Fi (sau Bluetooth) transportate de călători.
- A doua parte a testelor experimentale în teren s-a efectuat în trei scenarii de mediu (în mediu interior, în interiorul stației de metrou, fără călători pe peron, în interiorul stației de metrou, cu călători pe peron) și au avut ca scop evaluarea condițiilor de propagare a semnalelor interioare, în special pentru canalul Wi-Fi 1 (bandă de 2,4 GHz), ca suport pentru o soluție de determinare anonimă privind fluxul pasagerilor în medii similare. Au fost efectuate teste de calibrare în câmp deschis, datele colectate au servit ca referință pentru măsurătorile efectuate în mediul interior.
- A fost dezvoltată o soluție inovativă concretizată printr-un Brevet de invenție nr. 134415 / 28.08.2020 „Sistem de culegere anonimă a informațiilor de poziție și mobilitate în transportul public de călători” care se bazează pe o metodă și un sistem pentru culegerea anonimă a informațiilor referitoare la poziție și mobilitate în transportul public de călători, la aglomerarea traficului rutier, prin intermediul Bluetooth-ului și a Inteligenței Artificiale, pentru îmbunătățirea sistemelor de management al transportului public prin suplimentarea informațiilor necesare acestora.
- A fost dezvoltată o soluție inovativă concretizată printr-o cerere de brevet de invenție (C.B.I) „Sistem și metodă de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (drone) active, prin analiza cu algoritmi de tip deep learning a sunetului și imaginii captate” care are ca obiectiv principal îmbunătățirea sistemelor de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (operator uman) pe baza amprentelor lor acustice, astfel încât să fie permisă clasificarea acestora după modelele lor constructive.

- Problema tehnică rezolvată în cadrul acestei cercetări presupune conceperea unei metode pentru detecția, identificarea și clasificarea vehiculelor aeriene fără operator după amprenta lor acustică, prin utilizarea unui sistem de rețele neuronale concurente.
- A fost dezvoltat un plan de afaceri care a evidențiat oportunitatea economico – financiară a dezvoltării unei aplicații software pentru monitorizarea transportului public de pasageri.
- În cadrul planului de afaceri a fost dezvoltată o soluție software pentru managementul transportului de călători în București, numită MooovApp.

7.3. Direcții viitoare de cercetare

Cercetările viitoare vor avea în vedere mai multe aspecte:

- Realizarea unui studiu prealabil mai aprofundat pentru a se determina proporția exactă a călătorilor cu dispozitive Wi-Fi (sau Bluetooth) într-o masă totală de oameni, pentru a se vedea relevanța persoanelor detectate în comparație cu fluxul total de pasageri;
- Constituirea unei baze de date ample, dedicate managementului traficului rutier astfel încât să fie posibilă îmbunătățirea soluțiilor dezvoltate în cadrul tezei de doctorat.
- Se va folosi tehnologiei BT în combinație cu tehnologia Wi-Fi pentru detectarea fluxului de pasageri și orientarea în interior.
- Se va încerca dezvoltarea altor soluții inovative pentru monitorizarea traficului rutier, soluții care ar putea să aibă în vedere identificarea posibilității de a înlocui, în mare măsură, transportul cu vehicule personale, cu transportul public, cu condiția ca acesta să fie făcut atractiv, regulat și responsabil la cererea de transport.
- Cercetările viitoare vor avea în vedere și dezvoltarea unor algoritmi bazați pe logica fuzzy pentru estimarea traiectoriei unui vehicul aerian fără operator în spațiul aerian, cu scopul creșterii siguranței și securității personale.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- [6] OPREAN, C.; KIFOR, C. Managementul calității, Editura Universității "Lucian Blaga" din Sibiu, 2002;
- [8] Mazzulla, Gabriella and Eboli, Laura. 2006. A Service Quality experimental measure for public transport. *European Transport*. 2006, 34, pp. 42-53;
- [9] Boger, David, et al. 1993. Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality. *Center for Quality of Management Journal*. 4, 1993, Vol. 2, pp. 3-12;
- [10] Bollen, K. A. 1989. *Structural Equations with Latent Variables*. New York : John Wiley & Sons Inc, 1989;
- [14] Knoflach H., Success and failures in urban transport planning in Europe—understanding the transport system. *Sadhana* 32.4: 293-307, 2007";
- [15] Banister D., *Transport planning*. Taylor & Francis, ISBN 0-415-26171-6(hb), 2002;
- [23] V. Almaula, D. Cheng, Bluetooth triangulator, Tech. rep., Department of Computer Science and Engineering, University of California, San Diego (2006);
- [24] P. Adesso, L. Bruno, R. Restaino, Adaptive localization techniques in wifi environments, in: *Wireless Pervasive Computing (ISWPC)*, 2010 5th IEEE International Symposium on, 2010, pp. 289 –294. doi:10.1109/ISWPC.2010.5483731;
- [26] M. Altini, D. Brunelli, E. Farella, L. Benini, Bluetooth indoor localization with multiple neural networks, in: *Wireless Pervasive Computing (ISWPC)*, 2010 5th IEEE International Symposium on, 2010, pp. 295–300. doi:10.1109/ISWPC.2010.5483748;
- [27] T. Fernandez, J. Rodas, C. Escudero, D. Iglesia, Bluetooth sensor network positioning system with dynamic calibration, in: *Wireless Communication Systems, 2007. ISWCS 2007. 4th International Symposium on*, 2007, pp. 45–49;

- [28] M. S. Bargh, R. de Groote, Indoor localization based on response rate of bluetooth inquiries, in: Proceedings of the first ACM international workshop on Mobile entity localization and tracking in GPS-less environments, MELT '08, ACM, New York, NY, USA, 2008, pp. 49–54;
- [29] J. Machaj, P. Brida, B. Tatarova, Impact of the number of access points in indoor fingerprinting localization, in: Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), 2010 20th International Conference, 2010, pp. 1–4. doi:10.1109/RADIOELEK.2010.5478585;
- [30] S. Aparicio, J. Perez, A. Bernardos, J. Casar, A fusion method based on bluetooth and wlan technologies for indoor location, in: Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 2008. MFI 2008. IEEE International Conference on, 2008, pp. 487–491. doi:10.1109/MFI.2008.4648042;
- [31] S. Zirari, P. Canalda, F. Spies, Wifi gps based combined positioning algorithm, in: Wireless Communications, Networking and Information Security (WCNIS), 2010 IEEE International Conference on, 2010, pp. 684–688. doi:10.1109/WCINS.2010.5544653;
- [32] T. Hill, P. Lewicki, Statistics: Methods and Applications : a Comprehensive Reference for Science, StatSoft, 2006;
- [33] T. Chrysikos, G. Georgopoulos, S. Kotsopoulos, Wireless channel characterization for a home indoor propagation topology at 2.4 ghz, in: Wireless Telecommunications Symposium (WTS), 2011, 2011, pp. 1 – 10. doi:10.1109/WTS.2011.5960879;
- [34] M. Lott, I. Forkel, A multi-wall-and-floor model for indoor radio propagation, in: Vehicular Technology Conference, 2001. VTC 2001 Spring. IEEE VTS 53rd, Vol. 1, 2001, pp. 464 –468 vol.1. doi:10.1109/VETECS.2001.944886;
- [35] P. Katev, Propagation models for wimax at 3.5 ghz, in: ELEKTRO, 2012, 2012, pp. 61 – 65. doi:10.1109/ELEKTRO.2012.6225572;
- [36] C. E. G. T, I. Galvan-Tejada, E. I. Sandoval, R. Brena, Wifi bluetooth based combined positioning algorithm, Procedia Engineering 35 (0) (2012) 101 – 108, international Meeting of Electrical Engineering Research 2012. doi:10.1016/j.proeng.2012.04.170;
- [37] Carlos E. Galvan T., Issac Galvan-Tejada, Ernesto Ivan Sandoval, Ramon Brena, Wifi bluetooth based combined positioning algorithm, International Meeting of Electrical Engineering Research ENIINVIE 2012;
- [39] V. Almaula, D. Cheng, Bluetooth triangulator, Tech. rep., Department of Computer Science and Engineering, University of California, San Diego (2006);
- [46] S. Aparicio, J. Perez, A. Bernardos, J. Casar, A fusion method based on bluetooth and wlan technologies for indoor location, in: Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 2008. MFI 2008. IEEE International Conference on, 2008, pp. 487–491. doi:10.1109/MFI.2008.4648042;
- [48] S. Feldman, K. Kyamakya, A. Zapater, Z. Lue, An indoor bluetooth-based positioning system: Concept, implementation and experimental evaluation, International Conference on Wireless Networks (2003);
- [49] J. Y. Ye, Atlantis: Location based services with bluetooth, Master’s thesis, Department of Computer Science Brown University (2005);
- [50] J. Simo, A. Martinez, C. Figuera, and J. Seoane, “Distance Limits in IEEE 802.11 for Rural Networks in Developing Countries,” in Proceedings of the Conference on Wireless Rural and Emergency Communications (Wrecom 2007), Rome, Italy, 2007, p. 5;
- [52] T. S. Rappaport, “Wireless Communications: Principles and Practice,” pp. 1–707, 2002;
- [53] Y. Okumura, E. Ohmori, T. Kawano, and K. Fukuda, “Field strength and its variability in VHF and UHF land-mobile radio service,” Review of the Electrical Communication Laboratory, vol. 16, no. 9-10, pp. 825–873, 1968;
- [54] H. H. Xia, H. L. Bertoni, L. R. Maciel, A. Lindsay-Stewart, R. Rowe, “Radio propagation characteristics for line-of-sight microcellular and personal communications”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume:41, Issue: 10, pp. 1439 - 1447, 1993;
- [55] V. Erceg, L. J. Greenstein, S. Tjandra, S. R. Parkoff, A. Gupta, B. Kulic, A. Julius, R. Jastrzab, “An empirically-based path loss model for wireless channels in suburban environments”, IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 1998), Volume: 2, pp. 922 - 927, 1999;

- [56] R.J. Luebbers et al., "The Ohio University ILS Modeling Center. Tech Memo", S 46, Nov. 1977;
- [57] I.F. Akyildiz, Z. Sun, M.C. Vuran, "Signal propagation techniques for wireless underground communication networks", *Physical Communication* 2, pp. 167–183, 2009;
- [58] E. Vattapparamban, A. Gven, Yurekli, K. Akkaya and S. Uluaa, "Drones for smart cities: Issues in cybersecurity, privacy, and public safety," 2016 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), Paphos, 2016, pp. 216-221;
- [61] S. Chu, S. Narayanan, C. C. J. Kuo and M. J. Mataric, "Where am I - Scene Recognition for Mobile Robots using Audio Features," 2006 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Toronto, Ont., 2006, pp. 885-888;
- [62] A. Rabaoui, M. Davy, S. Rossignol and N. Ellouze, "Using One-Class SVMs and Wavelets for Audio Surveillance," in *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 3, no. 4, pp. 763-775, Dec. 2008;
- [63] R. Serizel, V. Bisot, S. Essid and G. Richard, "Machine listening techniques as a complement to video image analysis in forensics," 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Phoenix, AZ, USA, 2016, pp. 948-952;
- [64] J. Mezei, V. Fiaska and A. Molnr, "Drone sound detection," 2015 16th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), Budapest, 2015, pp. 333-338;
- [65] Sameh Souli, Zied Lachiri, and Alexander Kuznetsov, "Using Three Reassigned Spectrogram Patches and Log-Gabor Filter for Audio Surveillance Application". In *Proceedings, Part I, of the 18th Iberoamerican Congress on Progress in Pattern Recognition, Image Analysis, Computer Vision, and Applications - Volume 8258 (CIARP 2013)*, Jos Ruiz-Shulcloper and Gabriella Sanniti Di Baja (Eds.), Vol. 8258. Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, USA, 527-534;
- [67] D. Helbing, *Complex Systems* 6, 391 (1992);
- [68] Giannacourou, M., Kantaraki, M. and Christopoulou, V. (2015) 'The Perception of Crisis by Greek SMEs and its Impact on Managerial Practices', *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 175, pp. 546-551;
- [69] Maharaj, S. and Brown, I. (2015) 'The impact of shared domain knowledge on strategic information systems planning and alignment: original research', *South African Journal of Information Management*, Vol. 17 No 1, pp. 1-12;
- [70] L. Sedov, V. Polishchuk and V. Bulusu, "Sampling-based capacity estimation for unmanned traffic management," in *36th Digital Avionics Systems Conference (DASC)*, 2017. doi: 10.1109/DASC.2017.8101995;
- [71] P. Kopardekar, J. Rios, T. Prevot, M. Johnson, J. Jung and J.E. Robinson III. (2016, Jun.). "Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM) - Concept of Operations," Presented at *AIAA Aviation and Aeronautics Forum (Aviation 2016)*;
- [72] Strauss, P. Mordel, V. Miguët, A. Deleforge. DREGON: Dataset and Methods for UAV-Embedded Sound Source Localization. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2018)*, Oct 2018, Madrid, Spain. IEEE, pp.5735-5742, <10.1109/IROS.2018.8593581>. <hal-01854878>, (2018);
- [73] Cătălin Dumitrescu*, Marius Minea, Ilona Mădălina Costea, Ionuț Cosmin Chiva, Augustin Semenescu - *Development of an Acoustic System for UAV Detection*, *SENSORS*, Volume: 20, Issue: 17, DOI: 10.3390/s20174870, Published: AUG 2020, Document Type: Article, Pag.1 - 27, Publisher MDPI, ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND, ISSN: eISSN: 1424-8220, *JCR® Category INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION, Rank in Category 15 of 64*;
- [112] Z. Zhu, J. X. Cao, and Y. Zhu. 2014 "Traffic volume forecasting based on radial basis function neural network with the consideration of traffic flows at the adjacent intersections," *Transportation Res*;
- [114] Ionuț-Cosmin CHIVA, Cătălin DUMITRESCU, Marius MINEA, Augustin SEMENESCU*, *APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS IN THE MANAGEMENT OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS*, 2020 RMEE 7th International Management Conference- 17-19 septembrie 2020, Cluj-Napoca, Romania, *Proceedings of 7th Review of Management and Economic Engineering International Management Conference, The 7th RMEE Management Conference Proceedings*, pag. 186-192, Todesk

- Publishing House, ISSN 2247-8639, ISSN-L= 2247-8639 (submitted for coverage in Conference Proceedings Citation Index™, Web of Science™, Clarivate Analytics™) <http://conference.rmee.org/>, <http://conference.rmee.org/committees/>;
- [120] Cătălin DUMITRESCU, Marius MINEA, Augustin SEMENESCU*, Ionuț-Cosmin CHIVA, GAME THEORY IN DECISION MANAGEMENT, 2020 RMEE 7th International Management Conference- 17-19 septembrie 2020, Cluj-Napoca, Romania, Proceedings of 7th Review of Management and Economic Engineering International Management Conference, The 7th RMEE Management Conference Proceedings, pag. 394-400, Todesco Publishing House, ISSN 2247-8639, ISSN-L= 2247-8639 (submitted for coverage in Conference Proceedings Citation Index™, Web of Science™, Clarivate Analytics™) <http://conference.rmee.org/> , <http://conference.rmee.org/committees/>;
- [121] S. M. Babu, A. J. Lakshmi, and B. T. Rao. 2015. "A study on cloud based Internet of Things: CloudIoT". In 2015 Global Conference on Communication Technologies (GCCT). 60–65. doi.org/10.1109/GCCT.2015.7342624;
- [129] M. Iglesias-Urkia, A. Orive, M. Barcelo, A. Moran, J. Bilbao, and A. Urbietia. 2017. Towards a lightweight protocol for Industry 4.0: An implementation based benchmark. In 2017 IEEE International Workshop of Electronics, Control, Measurement, Signals and their Application to Mechatronics (ECMSM). 1–6. <https://doi.org/10.1109/ECMSM.2017.7945894>;
- [130] Azat Mardan, 2014 Practical Node.js: Building Real-World Scalable Web Apps, Apress, 2014, ISBN: 978-1430265955;
- [132] Yi-Wen Luo, 2010 "The effect of using JavaScript and HTML to implement an E-learning web sites as a remedial teaching aid on English underachievers at universities of science and technology", Computers and Industrial Engineering (CIE) 2010 40th International Conference on, pp. 1-7, 25-28 July 2010;
- [134] Cătălin DUMITRESCU, Marius MINEA, Augustin SEMENESCU*, Ionuț-Cosmin CHIVA, IoT TECHNOLOGY AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, 2020 RMEE 7th International Management Conference- 17-19 septembrie 2020, Cluj-Napoca, Romania, Proceedings of 7th Review of Management and Economic Engineering International Management Conference, The 7th RMEE Management Conference Proceedings, pag. 156-165, Todesco Publishing House, ISSN 2247-8639, ISSN-L= 2247-8639 (submitted for coverage in Conference Proceedings Citation Index™, Web of Science™, Clarivate Analytics™) <http://conference.rmee.org/> , <http://conference.rmee.org/committees/>;
- [144] Marius Minea, Augustin Semenescu, Ilona Mădălina Costea, Ionuț-Cosmin Chiva, STRATEGIC DECISION SUPPORT - INTEGRATED SYSTEM FOR SUPPORT AND MANAGEMENT OF CRISIS INTERVENTIONS, The 36-th International Business Information Management Association (IBIMA) Conference, SPAIN, Granada, 4-5 Noiembrie, 2020;
- [145] Ilona Madalina COSTEA, Florin Codrut Nemtanu, Catalin Dumitrescu, Claudiu Virgil Banu, Geanina Silviana Banu; Monitoring System with Application in Road Transport; 2014 IEEE 20th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME); BDI; ISBN:978-1-4799-6961-6;pag.145-148,DOI:10.1109/SIITME.2014.6967013 WOS:000358258300025;
- [146] S Raboaca, C Dumitrescu, I. Manta, Aircraft Trajectory Tracking using Radar Equipment with Fuzzy Logic Algorithm, published Mathematics 2020, Volume 8, Issue 2, 207, doi.org/10.3390/math8020207, ISSN 2227-7390, 2020;
- [153] Marius Minea, Augustin Semenescu, Ilona Mădălina Costea, Ionuț-Cosmin Chiva, CONTRIBUTION TO THE IMPLEMENTATION OF UNMANNED TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM (UTM) USING DISTRIBUTED FUZZY CONTROL, The 36-th International Business Information Management Association (IBIMA) Conference, SPAIN, Granada, 4-5 Noiembrie, 2020;
- [154] EXPERIMENTAL TESTS FOR NON-INTRUSIVE TRAVEL DEMAND DATA COLLECTION EMPLOYING Wi-Fi SENSING - PART 1 - By: Minea, Marius, Chiva Ionut-Cosmin* (corresponding author), Minea Viviana Laetitia, Semenescu, Augustin, UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST SCIENTIFIC BULLETIN SERIES C-ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE, Volume 82, Issue3, Page125-136, Published 2020, Indexed2020-08-26, Document Type-Article, Accession Number WOS:000557847800010, ISSN2286-3540, eISSN 2286-3559, Other Information IDS Number MX6RD;

- [156] EXPERIMENTAL TESTS FOR NON-INTRUSIVE TRAVEL DEMAND DATA COLLECTION EMPLOYING Wi-Fi SENSING - PART 2 - By: Minea, Marius, Chiva Ionut-Cosmin* (corresponding author), Minea Viviana Laetitia, Semenescu, Augustin, UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST SCIENTIFIC BULLETIN SERIES C-ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE, Volume 82, Issue 4, Page 197-208, Published 2020, Indexed 2020-12-22, Document Type-Article, Accession Number WOS:000596151000016, ISSN 2286-3540, eISSN 2286-3559, Other Information, IDS Number PB2IN;
- [157] M. Minea, Viviana Laetitia Minea, V. A. Stan, "A Survey on Wi-Fi Usability for Additional Safety Communications in Subway Environment". 10th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI). ISBN 978-1-5386-4901-5, Pitești, Romania, 2019, p. 122;
- [158] A. Haeberlen, E. Flannery, A.M. Ladd, A. Rudys, D.S. Wallach, L.E. Kavraki: "Practical robust localization over large-scale 802.11 wireless networks". In: Proc. of 10th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, MobiCom 2004, pp. 70–84. ACM (2004);
- [159] D.C. Dimitrova, I. Alyafawi, and T. Braun. "Experimental Comparison of Bluetooth and WiFi Signal Propagation for Indoor Localisation". Y. Koucheryavy et al. (Eds.): WWIC 2012, LNCS 7277, pp. 126–137, 2012;
- [177] Minea Marius, Dumitrescu Cătălin, Chiva Ionuț-Cosmin, Minea Viviana Laetiția, Semenescu Augustin, Brevet de invenție nr. 134415 / 28.08.2020 „Sistem de culegere anonimă a informațiilor de poziție și mobilitate în transportul public de călători”;
- [186] Dumitrescu Cătălin, Minea Marius, Costea Ilona- Mădălina, Chiva Ionuț-Cosmin, Minea Viviana Laetiția, Semenescu Augustin, Cerere de brevet de invenție OSIM A 00331 / 15.06.2020 „Sistem și metodă de detecție a vehiculelor aeriene fără pilot (drone) active, prin analiza cu algoritmi de tip deep learning a sunetului și imaginii captate”