Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova

Universitatea Tehnică a Moldovei

Departamentul Ingineria Software și Automatică

Disciplina**: Proiectarea sistemelor informaționale**

Tema proiectului de licență:

**Sistem de navigare in campusul universitar**

Coordonator: **asist. univ. Cojocaru Svetlana**

**Lucru individual**

A efectuat: st.gr.TI-212,

**Vlașițchi Ștefan**

A verificat : asist. univ.

**Cojocaru Svetlana**

Chișinău 2024

**DECLARAȚIA DE ORIGINALITATE**

Subsemnatul, Vlasitchi Stefan, student la Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică, an de studii 4 cu frecvență la zi, declar pe propria răspundere că lucrarea intitulată „Dezvoltarea unui sistem de navigare în campusul UTM” din cadrul disciplinii de Proiectarea sistemelor informaționale reprezintă o lucrare originală, realizată integral de mine, fără a fi copiată parțial sau integral din surse externe, cu excepția cazurilor unde sunt corect citate sursele utilizate. În această lucrare am respectat toate normele și standardele de integritate academică, iar toate informațiile preluate din lucrările altor autori sunt clar menționate și corespunzător citate, conform stilului de citare IEEE, utilizând instrumente precum Zotero pentru gestionarea referințelor bibliografice. De asemenea, menționez că, pentru redactarea și elaborarea acestei lucrări, am utilizat tehnologii avansate, inclusiv modele de inteligență artificială, precum ChatGPT, pentru generarea de conținut inițial, sugestii pentru structurarea și organizarea textului, precum și pentru verificarea coerenței și corectitudinii redactării. Toate contribuțiile realizate cu ajutorul acestor tehnologii sunt integrate și personalizate în conformitate cu cerințele lucrării și normele academice.

**Cuprins**

[ABREVIERI 4](#_Toc187950178)

[1 ANALIZA ȘI DETERMINAREA DOMENIULUI DE INTERES 5](#_Toc187950179)

[2 CERCETAREA SISTEMELOR INFORMAȚIONALE EXISTENTE 7](#_Toc187950180)

[3 CONCEPȚIA ȘI ARHITECTURA NOULUI SISTEM 13](#_Toc187950181)

[4 SPECIFICAȚIILE TEHNICE 15](#_Toc187950182)

[CONCLUZIE 19](#_Toc187950183)

[BIBLIOGRAFIE 20](#_Toc187950184)

# ABREVIERI

1. GPS - Global Positioning System
2. GLONASS - Global Navigation Satellite System
3. Galileo - Galileo Navigation Satellite System
4. IoT - Internet of Things
5. AR - Augmented Reality (Realitate Augmentată)
6. AI - Artificial Intelligence (Inteligență Artificială)
7. BLE - Bluetooth Low Energy
8. LBS - Location-Based Services
9. API - Application Programming Interface
10. HTTP - HyperText Transfer Protocol
11. HTTPS - HyperText Transfer Protocol Secure
12. UI - User Interface
13. UX - User Experience
14. DBMS - Database Management System
15. REST - Representational State Transfer
16. SDK - Software Development Kit
17. IoS - Internet of Services
18. GIS - Geographic Information System
19. RTLS - Real-Time Locating System
20. SSL - Secure Sockets Layer
21. TLS - Transport Layer Security

# 1 ANALIZA ȘI DETERMINAREA DOMENIULUI DE INTERES

Sistemele de navigare constituie o componentă esențială a tehnologiilor moderne, utilizate pentru localizarea spațială și orientarea în diverse contexte, cum ar fi transportul, logistica sau turismul. Aceste sisteme se bazează pe tehnologii precum GPS (Global Positioning System), GLONASS sau Galileo, care asigură coordonate precise, accesibile la scară globală.

Aceste soluții tehnologice au evoluat rapid, devenind indispensabile în viața de zi cu zi și în multiple industrii. Printre componentele de bază ale unui sistem de navigare se numără receptorii GPS, hărțile digitale și algoritmii de calcul al rutelor optime. Acestea permit utilizatorilor să se deplaseze eficient, reducând timpul și costurile asociate.

Relevanța domeniului în industria IT este deosebită, deoarece dezvoltarea aplicațiilor software pentru navigare necesită expertiză în cartografie digitală, algoritmi avansați și integrarea de tehnologii IoT. De exemplu, integrarea sistemelor de navigare în vehicule autonome este o inovație semnificativă care schimbă modul în care oamenii interacționează cu transportul.

Mai mult, aceste sisteme contribuie la digitalizarea orașelor și la dezvoltarea soluțiilor de smart city, îmbunătățind mobilitatea urbană și reducând impactul asupra mediului .

Domeniul sistemelor de navigare a evoluat semnificativ în ultimele decenii, pe fondul progreselor tehnologice și al cererii tot mai mari pentru soluții de orientare precise și eficiente. Inovațiile recente, precum integrarea inteligenței artificiale (AI) și a senzorilor IoT (Internet of Things), au transformat radical modul în care utilizatorii interacționează cu aceste sisteme.

Una dintre cele mai importante tendințe în domeniu este dezvoltarea vehiculelor autonome. Acestea utilizează algoritmi avansați de navigație și cartografiere pentru a calcula rute optime și a evita obstacolele în timp real. Un exemplu notabil îl constituie vehiculele Tesla, care folosesc un sistem complex de camere, senzori și date GPS pentru navigație precisă.

O altă inovație majoră este integrarea realității augmentate (AR) în aplicațiile de navigație. Aceasta oferă o experiență îmbunătățită utilizatorilor, suprapunând informații digitale pe imagini din lumea reală. De exemplu, aplicații precum Google Maps au început să implementeze direcții AR pentru navigarea pietonală.

Impactul sistemelor de navigare asupra societății și industriei este considerabil. În logistică, acestea optimizează livrările și reduc costurile operaționale prin rute eficiente. În domeniul turismului, ele facilitează accesul la destinații și îmbunătățesc experiența călătorilor. Mai mult, implementarea soluțiilor de navigare în orașele inteligente contribuie la reducerea congestiilor în trafic și la scăderea emisiilor de carbon.

Aceste trenduri și inovații reflectă importanța strategică a sistemelor de navigare în societatea modernă, consolidându-le rolul atât în industrie, cât și în viața de zi cu zi.

În ciuda avansurilor semnificative în domeniul sistemelor de navigare, există încă numeroase provocări care afectează eficiența și accesibilitatea acestora în contexte specifice. Una dintre principalele probleme întâlnite este lipsa soluțiilor personalizate pentru spații delimitate, cum ar fi campusurile universitare, clădirile mari sau parcurile industriale. În aceste medii, tehnologiile tradiționale de navigare, bazate pe GPS, întâmpină dificultăți din cauza semnalului slab sau a lipsei hărților detaliate.

Un exemplu concret este dificultatea cu care studenții, personalul academic și vizitatorii unui campus universitar, precum cel al Universității Tehnice a Moldovei (UTM), identifică locații precise, cum ar fi sălile de curs, laboratoarele sau birourile administrative. Această problemă devine mai acută în cazul evenimentelor de amploare, cum ar fi sesiuni de admitere sau conferințe, când numărul vizitatorilor temporari crește considerabil. Lipsa unor soluții eficiente de navigare în aceste spații poate duce la pierderea timpului, la frustrare și la scăderea eficienței activităților.

Impactul acestei probleme este semnificativ. În mediul academic, o navigare dificilă afectează negativ experiența utilizatorilor, reducând accesibilitatea resurselor și, implicit, atractivitatea instituției. În plus, întârzierile cauzate de orientarea dificilă pot afecta programul evenimentelor sau al cursurilor, creând inconveniențe atât pentru organizatori, cât și pentru participanți. Această problemă poate avea repercusiuni mai largi, influențând percepția publicului asupra profesionalismului și organizării instituției.

Pe lângă aceste aspecte, soluționarea problemei ar aduce beneficii considerabile nu doar pentru publicul țintă principal, ci și pentru alte categorii de utilizatori, cum ar fi persoanele cu dizabilități, care au nevoie de indicații detaliate pentru a se deplasa eficient într-un spațiu complex. Astfel, problema identificată nu se limitează la un inconvenient logistic, ci devine o oportunitate pentru crearea unor soluții inovatoare care să îmbunătățească accesibilitatea și eficiența în utilizarea spațiilor delimitate.

**2 CERCETAREA SISTEMELOR INFORMAȚIONALE EXISTENTE**

Sistemele de navigare reprezintă o componentă tehnologică esențială, utilizată pe scară largă pentru a oferi orientare și localizare în diverse contexte. Acestea includ aplicații de navigație globală, precum Google Maps sau Apple Maps, bazate pe tehnologia GPS, și soluții specializate pentru spații delimitate, cum ar fi clădirile mari sau campusurile universitare, care utilizează tehnologii precum Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi și coduri QR .

Printre sistemele relevante pentru navigarea în spații interioare se numără:

Google Indoor Maps

IndoorAtlas

Mazemap

Google Indoor Maps este un serviciu de referință prezentat in figura 2.1 care permite utilizatorilor să acceseze hărți detaliate ale spațiilor interioare, fiind optimizat pentru locații precum centre comerciale, aeroporturi și alte spații publice. Acest serviciu combină datele de locație de la GPS, Wi-Fi și senzorii dispozitivului mobil pentru a oferi indicații clare și precise în interiorul clădirilor mari. Unul dintre principalele sale avantaje este integrarea fluidă cu alte platforme Google, cum ar fi Google Maps, ceea ce îi conferă accesibilitate globală și o experiență utilizator optimizată. Precizia serviciului și disponibilitatea largă îl poziționează ca una dintre cele mai utilizate soluții de navigare în interior. De exemplu, utilizatorii pot găsi rapid magazine, restaurante sau alte puncte de interes dintr-un mall aglomerat. Această funcționalitate este esențială pentru îmbunătățirea eficienței și satisfacției utilizatorilor în gestionarea timpului lor într-un spațiu interior complex.

A cell phone and a map

Description automatically generated

**Figura 2.1 - Exemplu de utilizare a aplicației Google Indoor Maps**

In figura 2.2 avem aplicația IndoorAtlas care reprezintă o soluție inovatoare care utilizează câmpurile magnetice ale Pământului împreună cu senzorii dispozitivului pentru a oferi o poziționare extrem de precisă în interiorul clădirilor. Platforma este apreciată pentru flexibilitatea sa, deoarece permite integrarea hărților personalizate și pune la dispoziție un API avansat pentru dezvoltatori. Aceasta este folosită frecvent în locații precum centre comerciale, spitale și chiar muzee. Un aspect notabil al acestui sistem este funcționarea sa fără infrastructură hardware suplimentară, ceea ce reduce costurile de implementare și simplifică procesul de adoptare. De exemplu, un spital poate utiliza IndoorAtlas pentru a ghida pacienții către cabinete sau laboratoare, îmbunătățind astfel experiența generală a utilizatorilor. Această metodă inovatoare extinde aplicabilitatea tehnologiei în diverse spații complexe și crește eficiența operațională a locațiilor care o implementează.

A hand holding a cell phone with a map on it

Description automatically generated

**Figura 2.2 - Exemplu de implementare a IndoorAtlas.**

Mazemap prezenta in figura 2.3 este o platformă deosebit de eficientă, proiectată special pentru campusuri universitare și alte spații similare. Aceasta oferă hărți detaliate și navigație personalizată pentru spații mari și complexe, fiind utilizată în mod extensiv de către studenți, profesori și personalul administrativ. Printre funcționalitățile avansate ale Mazemap se numără planificarea detaliată a traseelor între clădiri, găsirea sălilor de curs sau a altor facilități și integrarea cu alte sisteme administrative ale universităților. De exemplu, studenții pot identifica rapid cea mai eficientă cale către următoarea lor sală de curs, chiar și într-un campus mare și aglomerat. Sistemul se evidențiază prin adaptabilitatea sa la modificările infrastructurii campusului și prin interfața intuitivă, ceea ce îl face ușor de utilizat pentru diverse categorii de utilizatori. Capacitatea de a răspunde rapid la nevoile în schimbare ale unui mediu educațional modern îl poziționează ca o soluție indispensabilă pentru instituțiile academice.

A map of a building

Description automatically generated

**Figura 2.3 - Exemple de utilizare a aplicației Mazemap în campusuri universitare**.

**2.2. Evaluarea limitărilor și deficiențelor sistemelor actuale**

Deși sistemele existente sunt extrem de avansate, ele prezintă limitări care le afectează eficiența, mai ales în contextul navigației în spații delimitate, precum campusurile universitare:

Dependența de infrastructură

Exactitatea poziționării

Accesibilitate limitată

Complexitatea interfeței

Dependența de infrastructură se referă la faptul că soluțiile bazate pe BLE sau Wi-Fi necesită instalarea și întreținerea unor infrastructuri costisitoare. În cazul campusurilor mari, acoperirea completă poate fi dificil de realizat. Acest lucru limitează accesibilitatea sistemelor și impune costuri semnificative instituțiilor care doresc să adopte astfel de soluții.

Exactitatea poziționării este o altă problemă majoră, deoarece tehnologiile precum GPS oferă o acuratețe excelentă în exterior, dar nu funcționează la fel de bine în interior dupa cum este reprezentat in figura 2.4, unde semnalul este slăbit sau inexistent. Acest aspect poate duce la erori de localizare care afectează negativ experiența utilizatorului.

A diagram of a gps signal indoors

Description automatically generated with medium confidence.

**Figura 2.4 - Limitările sistemelor existente.**

Accesibilitatea limitată este o deficiență frecventă, întrucât unele aplicații nu sunt optimizate pentru utilizatorii cu nevoi speciale, ceea ce le reduce utilitatea pentru o parte importantă a publicului țintă. Lipsa funcțiilor de ghidare vocală sau interfețele greu de navigat sunt exemple tipice de bariere.

Complexitatea interfeței descurajează utilizarea frecventă, mai ales în rândul persoanelor mai puțin familiarizate cu tehnologia, din cauza interfețelor complicate. Simplitatea și intuitivitatea interfeței sunt factori cruciali pentru adoptarea pe scară largă a acestor soluții

Pe baza acestei analize, se poate concluziona că soluțiile actuale nu răspund pe deplin nevoilor utilizatorilor în contextul campusurilor universitare. Aceste deficiențe reprezintă puncte cheie care trebuie adresate în dezvoltarea unui sistem de navigare eficient și adaptat spațiilor delimitate.

Necesitatea dezvoltării unui sistem nou de navigare în campusuri universitare este motivată de limitările identificate în soluțiile existente. Acestea includ probleme precum acuratețea scăzută în localizarea utilizatorilor, lipsa funcționalităților personalizate pentru nevoile academice și dificultatea integrării cu alte sisteme informatice utilizate în campusuri.

Un sistem personalizat ar putea adresa următoarele aspecte:

Cerințe specifice campusurilor universitare

Integrare cu sisteme educaționale existente

Accesibilitate pentru utilizatori cu nevoi speciale

Cerințe specifice campusurilor universitare includ localizarea precisă a sălilor de curs, laboratoarelor și altor facilități, alături de informații în timp real despre ocuparea spațiilor sau evenimentele programate. Astfel, utilizatorii pot economisi timp și pot participa mai eficient la activitățile programate.

Integrarea cu sisteme educaționale existente presupune sincronizarea cu platformele de management academic, cum ar fi orarele digitale și aplicațiile de notificare, pentru a oferi o experiență conectată și simplificată pentru utilizatori. Acest aspect este esențial pentru crearea unui mediu educațional integrat.

Accesibilitatea pentru utilizatori cu nevoi speciale ar putea include funcții precum ghidare vocală, text clar și interfață intuitivă, contribuind astfel la crearea unui mediu inclusiv și prietenos. Acest lucru permite tuturor categoriilor de utilizatori să beneficieze de avantajele sistemului.

Soluția propusă constă într-un sistem de navigare avansat, adaptat specific nevoilor campusurilor universitare. Acest sistem va combina multiple tehnologii, precum BLE, Wi-Fi și hărți digitale, pentru a oferi o localizare precisă și o experiență utilizator complet integrată.

Principalele caracteristici ale soluției sunt:

Localizare în timp real

Integrare cu orarele și evenimentele campusului

Interfață prietenoasă și personalizabilă

Localizarea în timp real permite studenților și personalului să navigheze cu ușurință între clădiri și săli de curs, reducând timpul pierdut căutând destinațiile dorite. Această funcționalitate este sprijinită de utilizarea tehnologiilor moderne de poziționare care oferă precizie crescută.

Integrarea cu orarele și evenimentele campusului asigură acces rapid la informații relevante despre activitățile programate, contribuind la organizarea eficientă a timpului utilizatorilor. Această funcționalitate include notificări și alerte pentru evenimentele importante, adaptate nevoilor individuale.

Interfața prietenoasă și personalizabilă oferă utilizatorilor opțiuni variate, inclusiv selectarea limbajului, configurarea culorilor preferate și activarea notificărilor relevante, toate contribuind la o experiență generală îmbunătățită. Designul intuitiv și accesibil al interfeței este o componentă cheie pentru a încuraja adoptarea pe scară largă a soluției. În figura 2.5 este prezentat un concept detaliat de navigare prin campus, care evidențiază modul în care un astfel de sistem poate furniza informații nu doar despre sălile de curs, ci și despre evenimentele planificate și facilitățile disponibile pe teritoriul campusului universitar.

**A screenshot of a computer and a map

Description automatically generated**

**Figura 2.5 - Conceptul soluției propuse.**

Prin implementarea acestei soluții, se așteaptă o îmbunătățire semnificativă a experienței utilizatorilor în campusurile universitare, reducând timpul pierdut și oferind informații utile într-un mod accesibil și eficient.

Soluția propusă reprezintă un avans semnificativ față de sistemele actuale de navigare pentru campusuri universitare, datorită următoarelor caracteristici inovatoare:

Integrare avansată a tehnologiilor de localizare

Adaptabilitate dinamică

Accesibilitate sporită

Integrare cu sisteme educaționale

Spre deosebire de soluțiile existente, care se bazează exclusiv pe o singură tehnologie (cum ar fi GPS sau BLE), sistemul propus combină BLE, Wi-Fi și hărți digitale personalizate pentru a oferi o localizare mai precisă și fiabilă. Soluția permite actualizarea automată a hărților și a datelor despre infrastructura campusului, în funcție de modificările fizice sau organizaționale, în timp real. De asemenea, include funcționalități dedicate utilizatorilor cu nevoi speciale, precum ghidare vocală, text clar, contrast ridicat și suport pentru limbajul semnelor prin intermediul interfețelor vizuale. Spre deosebire de sistemele tradiționale, soluția propusă se conectează cu platforme educaționale precum orarele digitale, aplicațiile pentru evenimente și platformele de management al resurselor campusului.

Aceste inovații contribuie la creșterea eficienței operaționale și la îmbunătățirea experienței utilizatorilor, depășind limitările identificate în soluțiile existente.

Utilizatorii principali ai soluției propuse sunt:

Studenții

Personalul administrativ

Vizitatorii

Acest grup include utilizatorii majoritari ai campusului, care vor beneficia de navigație rapidă și precisă către sălile de curs, laboratoare și alte facilități esențiale. Profesorii și cercetătorii pot utiliza soluția pentru a-și planifica traseele și a participa la evenimente sau întâlniri. Angajații responsabili cu organizarea evenimentelor și managementul resurselor pot folosi sistemul pentru a optimiza fluxurile de activitate și pentru a oferi suport participanților. Părinți, parteneri instituționali sau alte persoane care vizitează campusul vor avea acces la informații detaliate despre locații și activități.

Părțile interesate includ:

Administrația universitară

Furnizorii de tehnologie

Comunitatea locală

Administrația universitară beneficiază de un sistem mai eficient pentru gestiunea infrastructurii și pentru îmbunătățirea imaginii instituționale. Furnizorii de tehnologie oferă suport pentru implementarea soluției și beneficiază de oportunități comerciale. Indirect, comunitatea locală poate profita de vizitatorii mai bine informați și de infrastructura îmbunătățită a campusului.

Pentru a răspunde așteptărilor utilizatorilor și ale părților interesate, sistemul propus trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

Precizie în localizare

Ușurință în utilizare

Actualizare dinamică a datelor

Funcționalități personalizate

Accesibilitate universală

Compatibilitate cu multiple platforme

Asigurarea unei acurateței ridicate, mai ales în interior, pentru a reduce erorile de orientare. Design intuitiv al interfeței, optimizat pentru utilizatori cu diferite niveluri de competență digitală. Includerea unei funcții care permite administrației să actualizeze hărțile și informațiile relevante în timp real. Adaptarea sistemului la cerințele specifice ale fiecărei categorii de utilizatori, precum afișarea evenimentelor relevante sau a orarelor individuale. Integrarea unor opțiuni pentru utilizatorii cu dizabilități, incluzând ghidare audio, contrast ridicat și funcții de citire a textului. Disponibilitatea pe dispozitive mobile, desktop și alte terminale utilizate în campus.

Prin îmbinarea acestor cerințe, soluția va adresa nevoile specifice ale fiecărui grup de utilizatori, contribuind la creșterea eficienței și la îmbunătățirea experienței generale în campus.

**3 CONCEPȚIA ȘI ARHITECTURA NOULUI SISTEM**

Misiunea sistemului de navigare propus este de a facilita orientarea eficientă și accesul rapid la locațiile din cadrul campusului Universității Tehnice a Moldovei (UTM), optimizând astfel experiența utilizatorilor. Campusul UTM, fiind o rețea extinsă și complexă de clădiri educaționale și administrative, reprezintă un mediu ce poate deveni dificil de navigat pentru studenți, cadre didactice, personal administrativ și vizitatori. În acest context, misiunea sistemului este de a oferi o soluție digitală inovatoare care să ajute utilizatorii să se orienteze rapid și ușor, economisind timp și îmbunătățind experiența acestora.

Obiectivele propuse pentru a dezvolta cu succes sistemul sunt:

orientare și accesibilitate îmbunătățite,

actualizare în timp real a informațiilor,

algoritmi de rutare eficienți,

accesibilitate pentru toți utilizatorii,

creșterea eficienței activităților universitare,

experiență îmbunătățită pentru vizitatori.

Primul obiectiv al sistemului este de a oferi utilizatorilor o modalitate ușoară de a găsi locațiile dorite din campus. Prin utilizarea hărților interactive și a unor interfețe intuitive, utilizatorii vor putea naviga rapid către sălile de curs, laboratoare, birouri sau alte locații importante din campus. Acest lucru va reduce semnificativ timpul pierdut în căutarea locațiilor, îmbunătățind astfel experiența academică și activitățile cotidiene ale studenților și cadrelor didactice.

Un alt obiectiv esențial este actualizarea constantă a hărților și informațiilor referitoare la locațiile din campus, inclusiv eventualele modificări ale programului de activități, sălilor de curs sau a altor aspecte relevante. Acest obiectiv este crucial pentru a asigura o navigare precisă și fiabilă, evitând confuziile care pot apărea din cauza schimbărilor neanunțate. Astfel, utilizatorii vor beneficia de informații corecte și la zi, care vor spori eficiența navigării.

Sistemul va include algoritmi de rutare avansați care vor calcula cele mai rapide și eficiente rute între locațiile din campus, ținând cont de diversele opțiuni și posibile obstacole. Acest obiectiv va ajuta utilizatorii să economisească timp, alegând cele mai bune rute, în funcție de locația curentă și de destinația dorită. Algoritmii vor lua în considerare și factori precum distanța și posibilele blocaje sau modificări ale traseelor.

Sistemul va fi conceput pentru a răspunde nevoilor tuturor utilizatorilor, inclusiv celor cu deficiențe de vedere sau mobilitate. Funcționalitățile de accesibilitate vor include opțiuni pentru citirea vocală a informațiilor și adaptarea interfeței pentru a fi ușor de utilizat de către orice persoană. Acest obiectiv garantează că sistemul de navigare va fi accesibil și incluziv, sprijinind integrarea tuturor membrilor comunității universitare.

Prin reducerea timpului necesar pentru orientarea în campus, sistemul va contribui semnificativ la creșterea eficienței activităților universitare. Atât studenții, cât și cadrele didactice vor putea dedica mai mult timp activităților academice sau administrative, în loc să piardă timp căutând locațiile necesare. De asemenea, acest obiectiv va sprijini îmbunătățirea programelor și a managementului activităților zilnice din cadrul universității.

Un alt obiectiv important este îmbunătățirea experienței de orientare pentru vizitatori. Aceștia vor putea să navigheze cu ușurință în campus, găsind locațiile evenimentelor sau întâlnirilor la care participă. Soluția de navigare va asigura o experiență intuitivă, făcând campusul UTM mai accesibil și mai primitor pentru oricine îl vizitează, contribuind astfel la o imagine pozitivă a instituției.

Aceste obiective sunt interconectate și susțin misiunea generală a sistemului de navigare, care este de a îmbunătăți eficiența și experiența utilizatorilor în campusul UTM. Fiecare obiectiv are un rol specific în îndeplinirea acestui scop și în sprijinirea utilizatorilor într-un mediu educațional din ce în ce mai digitalizat și conectat.

Obiectivele sistemului sunt direct legate de misiunea generală de a îmbunătăți experiența utilizatorilor în campusul UTM. Misiunea de a optimiza orientarea și accesul rapid la locațiile din campus este realizată prin implementarea unui sistem digital de hărți interactive și algoritmi de rutare eficienți, asigurându-se că toți utilizatorii pot beneficia de o navigare rapidă și accesibilă. În plus, actualizarea constantă a informațiilor și funcționalitățile de accesibilitate vor răspunde nevoilor diversificate ale comunității universitare și ale vizitatorilor.

Succesul sistemului va fi măsurat prin feedback-ul utilizatorilor (studenți, profesori, personal administrativ și vizitatori), numărul de utilizatori activi ai aplicației, precum și prin eficiența implementării rutei optime între locații. Indicatorii de succes vor include și gradul de actualizare a datelor în timp real și nivelul de satisfacție al utilizatorilor în ceea ce privește accesibilitatea și ușurința de utilizare a aplicației.

**4 SPECIFICAȚIILE TEHNICE**

Cerințele funcționale conturează în detaliu funcționalitățile pe care sistemul de navigare trebuie să le îndeplinească pentru a răspunde nevoilor utilizatorilor. Acestea descriu modul de interacțiune al utilizatorilor cu sistemul, acțiunile posibile și rezultatele ce trebuie livrate pentru a asigura o experiență intuitivă și eficientă. În cazul unui sistem de navigare în campus, cerințele funcționale includ accesul rapid la informațiile despre locațiile din campus, orientarea și ghidarea utilizatorilor, configurarea opțiunilor de căutare și generarea traseelor optime. Aceste specificații sunt esențiale pentru a defini modul în care sistemul va opera, pentru a garanta accesibilitate și pentru a oferi utilizatorilor o experiență de navigare intuitivă, optimizată pentru cerințele unui campus universitar. Printre aceste funcționalități se enumera:

autentificare și gestionarea utilizatorilor,

funcții de orientare si ghidare in campus,

personalizarea experienței de navigare,

notificări,

setări si accesibilitate.

Sistemul va oferi un modul de autentificare bazat pe nume de utilizator și parolă pentru utilizatorii principali (studenți, profesori și personal administrativ), permițându-le accesul la funcționalități personalizate. Astfel, aceștia vor putea crea rute preferențiale și vor avea acces la locațiile private din campus. În plus, pentru vizitatori, va exista opțiunea de creare a unui profil temporar, fără a fi necesară o autentificare completă. Acest profil va reține doar traseele și punctele de interes selectate de aceștia.

În ceea ce privește rolurile și permisiunile, utilizatorii principali (studenți, profesori și personal administrativ) vor avea acces la funcții avansate, precum monitorizarea locațiilor, crearea rutelor personalizate și setarea punctelor de interes. Pe de altă parte, vizitatorii vor avea un acces limitat la informații de bază despre locațiile din campus și la funcția de ghidare simplă, fără a avea permisiuni pentru date administrative sau personalizări avansate.

Sistemul va include mai multe funcționalități de orientare, printre care căutarea și afișarea locațiilor. Utilizatorii vor putea căuta clădiri, săli de curs, laboratoare și alte facilități din campus, iar locațiile căutate vor fi afișate pe hartă. De asemenea, sistemul va oferi tururi virtuale, permițând utilizatorilor să exploreze campusul, în special sălile de curs și alte încăperi, într-un mod interactiv.

Pentru o orientare mai ușoară, sistemul va furniza indicații pas cu pas, atât vizual, cât și audio, pentru a ghida utilizatorii prin campus, asigurându-se că aceștia vor ajunge rapid la destinațiile dorite.

Pentru a îmbunătăți experiența utilizatorilor, sistemul va permite personalizarea navigării prin setarea punctelor de interes. Utilizatorii vor putea marca locații preferate, cum ar fi biblioteci, săli de studiu sau cafenele, facilitând accesul rapid la acestea. De asemenea, va exista posibilitatea de a filtra locațiile după tip (ex. administrative, recreative, educaționale), pentru a ajuta utilizatorii să acceseze mai ușor zonele care le sunt relevante.

Sistemul va include notificări și alerte pentru a menține utilizatorii informați în timp real. Acestea vor include notificări despre evenimente importante sau restricții temporare de acces în anumite locații din campus. În plus, vor fi generate rapoarte de securitate și alerte automate atunci când anumite trasee devin inaccesibile, iar utilizatorii vor primi sugestii pentru rute alternative.

Pentru a asigura accesibilitatea tuturor utilizatorilor, inclusiv celor cu nevoi speciale, sistemul va include opțiuni precum modificarea contrastului, ajustarea dimensiunilor fontului și furnizarea de indicații audio detaliate. De asemenea, utilizatorii vor putea ajusta cantitatea de informații afișate pe hartă pentru a reduce încărcarea vizuală și a facilita navigarea, asigurându-se astfel o experiență personalizată și accesibilă.

Prin aceste funcționalități, sistemul de navigare va răspunde nevoilor diverselor categorii de utilizatori, contribuind la o experiență eficientă și plăcută în campusul UTM.

Cerințele nefuncționale definesc atributele de calitate ale sistemului, axându-se nu pe funcționalitățile oferite, ci pe modul optim de implementare a acestora. Ele stabilesc standardele de performanță, securitate, fiabilitate, compatibilitate și ușurință în utilizare. În contextul unui joc educațional, cerințele nefuncționale sunt esențiale pentru a garanta o experiență fluidă, sigură și accesibilă pe diverse platforme, indiferent de resursele disponibile sau tipul de dispozitiv utilizat. Aceste cerințe asigură nu doar funcționarea corectă a jocului, ci și o experiență de utilizare de înaltă calitate. Printre aceste funcționalități se enumera:

performanță;

securitate;

fiabilitate si disponibilitate;

compatibilitatea multiplatforma;

usurinta in utilizare.

Performanța sistemului de navigare în campus reprezintă o prioritate, asigurând un timp de răspuns rapid de sub o secundă pentru toate comenzile utilizatorilor. Acest aspect este esențial pentru o experiență fluentă și fără întârzieri, inclusiv pe dispozitive mobile mai vechi. În plus, resursele utilizate de aplicație vor fi optimizate, garantând o navigare lină și fără întreruperi, chiar și pe dispozitive cu resurse limitate.

Securitatea informațiilor colectate de aplicație va fi tratată cu maximă seriozitate. Datele utilizatorilor nu vor include informații personale sensibile, iar cele referitoare la locație și traseul de navigare vor fi protejate prin criptare SSL/TLS. Aceste date vor fi accesibile doar utilizatorilor autorizați, precum utilizatorii finali și personalul administrativ. În plus, sistemul va include măsuri avansate de protecție împotriva atacurilor cibernetice, pentru a preveni accesul neautorizat și divulgarea informațiilor către terți.

Fiabilitatea și disponibilitatea sistemului sunt critice pentru asigurarea unei experiențe constante și de încredere. Sistemul va funcționa continuu, cu o disponibilitate de 99,9%. De asemenea, utilizatorii vor putea accesa aplicația și în mod offline, sincronizarea datelor având loc automat la reconectarea la internet. Vor fi implementate mecanisme robuste de backup, care să permită păstrarea și recuperarea datelor utilizatorilor în caz de defecțiuni tehnice.

Compatibilitatea multiplatformă este un alt aspect esențial al sistemului. Platforma va fi disponibilă pe principalele browsere, precum Chrome, Firefox, Safari și Edge, și va funcționa corect pe o varietate de dispozitive, inclusiv desktopuri, tablete și telefoane mobile. Designul responsiv al aplicației va permite adaptarea interfeței la diverse dimensiuni și rezoluții, oferind o experiență optimă utilizatorilor. În plus, aplicația va fi compatibilă cu sistemele de operare Windows, macOS, iOS și Android, garantând accesibilitatea pe o gamă largă de dispozitive.

Pentru a asigura ușurința în utilizare, interfața aplicației va fi simplă, intuitivă și accesibilă. Elementele de interfață vor fi clar vizibile, iar butoanele vor fi suficient de mari pentru a facilita utilizarea. Instrucțiunile afișate vor fi concise și ușor de înțeles, astfel încât utilizatorii să poată naviga campusul fără dificultăți. Prin aceste măsuri, sistemul va oferi o experiență prietenoasă, care încurajează utilizatorii să exploreze campusul și să obțină informații relevante într-un mod simplu și eficient.

Interfața Utilizatorului (UI) și Experiența Utilizatorului (UX) sunt elemente fundamentale care influențează modul în care utilizatorii interacționează cu Sistemul de Navigare în Campus. UI-ul se concentrează pe aspectele vizuale ale aplicației, cum ar fi designul culorilor, fonturilor, butoanelor și layout-ului, în timp ce UX-ul descrie experiența generală a utilizatorului, având ca scop crearea unei interacțiuni intuitive, plăcute și eficiente. Un UI/UX bine gândit contribuie nu doar la navigarea eficientă în campus, ci și la crearea unei experiențe pozitive, care încurajează utilizatorii să utilizeze frecvent aplicația.

Designul interfeței trebuie să fie prietenos și reprezentativ, reflectând identitatea vizuală a Universității Tehnice a Moldovei (UTM). Paleta de culori, dominată de albastru, va fi completată de o tipografie clară pentru a asigura lizibilitatea, iar elementele interactive vor fi bine evidențiate. Layout-ul va fi structurat intuitiv, permițând utilizatorilor acces rapid la funcționalitățile de bază, cum ar fi identificarea locațiilor din campus, generarea rutelor de deplasare și vizualizarea detaliilor despre clădiri și facilități.

Pentru a oferi o experiență cât mai intuitivă, aplicația va include feedback vizual și interactiv pentru fiecare acțiune a utilizatorului. De exemplu, rutele încărcate pe hartă vor fi însoțite de animații subtile care indică direcția, iar alertele rapide vor confirma acțiunile efectuate. Harta interactivă va fi elementul central al aplicației, afișând în timp real locația utilizatorului și oferind posibilitatea de a explora punctele de interes printr-un sistem de căutare avansată.

Meniul principal, poziționat în partea superioară a ecranului, va oferi acces rapid la toate funcționalitățile esențiale. Tururile virtuale vor fi disponibile printr-un buton dedicat, permițând utilizatorilor să exploreze campusul prin imagini interactive de tip 360°. Harta interactivă va include pictograme care simbolizează clădirile, sălile de curs, expozițiile și alte locații relevante, iar utilizatorii vor putea accesa informații suplimentare printr-un simplu clic pe aceste puncte.

Funcționalitatea de orar personalizat va permite utilizatorilor să-și gestioneze programul academic și alte activități. Orarul va include o vedere lunară și săptămânală a cursurilor, cu detalii accesibile pentru fiecare eveniment. Sincronizarea cu dispozitivele mobile va facilita exportarea orarului în aplicații de calendar și activarea notificărilor automate. În plus, o secțiune dedicată evenimentelor și anunțurilor va afișa notificări live despre evenimente culturale, anunțuri administrative și sesiuni de informare, cu posibilitatea de a filtra conținutul în funcție de interes.

Fiecare acțiune importantă din aplicație, precum adăugarea unui curs sau începerea unui tur virtual, va fi însoțită de feedback clar, cum ar fi mesaje de confirmare sau sunete discrete. Sistemul va afișa mesaje prietenoase pentru a informa utilizatorii despre eventualele erori sau acțiuni finalizate, contribuind astfel la o interacțiune eficientă și plăcută. Astfel, UI/UX-ul sistemului de navigare va transforma utilizarea aplicației într-o experiență accesibilă și utilă pentru toți utilizatorii campusului.

**CONCLUZIE**

În concluzie, lucrarea evidențiază importanța dezvoltării unui sistem de navigare web pentru campusul Universității Tehnice a Moldovei (UTM), care să faciliteze orientarea și accesul utilizatorilor la locațiile de interes. Problema dificultăților de orientare într-un campus vast și complex este bine documentată, având un impact negativ asupra eficienței activităților educaționale și a experienței utilizatorilor. Analiza efectuată subliniază nevoia unui sistem digital modern, care să răspundă provocărilor actuale prin funcționalități avansate și personalizate.

Studiul a arătat că un astfel de sistem poate adresa mai multe nevoi specifice: orientare rapidă, personalizare a experienței utilizatorilor, notificări în timp real și accesibilitate pentru utilizatorii cu nevoi speciale. Prin utilizarea tehnologiilor web avansate, cum ar fi hărțile interactive, algoritmii de rutare și notificările push, soluția propusă nu doar că îmbunătățește accesibilitatea campusului, dar contribuie și la eficientizarea activităților zilnice ale studenților, profesorilor și vizitatorilor.

Implementarea acestui sistem consolidează angajamentul UTM de a adopta soluții digitale inovatoare, aliniate la tendințele actuale din tehnologie. Acest demers nu doar că răspunde nevoilor practice ale utilizatorilor, ci și promovează digitalizarea și conectivitatea în mediul academic. Având în vedere beneficiile semnificative ale unui astfel de sistem, investiția în dezvoltarea și implementarea acestuia reprezintă un pas esențial către transformarea campusului UTM într-un mediu educațional modern, accesibil și conectat.

**BIBLIOGRAFIE**

[1] P. Agarwal, „Indoor Positioning Systems: A Survey of Technologies and Applications,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 9, nr. 4, pp. 694–698, 2020. Disponibil la: <https://www.ijeat.org>

[2] A. Koyuncu și S. H. Yang, „A Survey of Indoor Positioning and Object Locating Systems,” *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 10, nr. 5, pp. 121–128, 2010.

[3] „How Bluetooth Beacons are Revolutionizing Campus Navigation,” Hossley Lighting and Power Solutions. Disponibil la: <https://hossleylps.com/new-indoor-positioning-and-proximity-applications-use-bluetooth-beacons/>

[4] D. Schiller și colab., „Bluetooth-based Indoor Positioning System for Smart Campus Applications,” 2019 IEEE International Conference on Advanced Technologies. Disponibil la: <https://ieeexplore.ieee.org>

[5] „Indoor Navigation Solutions Using Bluetooth Beacons,” Indoor Navigation Solutions. Disponibil la: <https://indoornavigation.com>

[6] J. Torres-Sospedra și colab., „Comprehensive Review on Indoor Positioning Systems,” *Sensors*, vol. 20, nr. 20, pp. 1–31, 2020. Disponibil la: <https://www.mdpi.com/journal/sensors>

[7] C. Chen, „Beacon-Based Navigation Systems: Applications and Challenges,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 117003–117017, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3004309

[8] M. Z. Win și colab., „History and Applications of Satellite Navigation Systems,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 104, nr. 6, pp. 1217–1231, 2016. doi: 10.1109/JPROC.2016.2552880

[9] „The Importance of BLE Technology in Modern Navigation,” Bluetooth.com. Disponibil la: <https://www.bluetooth.com>

[10] A. T. Hopper și colab., „Designing Smart Campuses: The Role of Location-Based Services,” *Journal of Educational Technology Systems*, vol. 47, nr. 4, pp. 500–515, 2019. Disponibil la: <https://journals.sagepub.com>

[11] „Revolutionizing Navigation with Satellite and Beacon Integration,” *Satellite Today*. Disponibil la: <https://www.satellitetoday.com>

[12] S. Subedi și colab., „Performance Analysis of Hybrid Indoor Navigation Systems,” 2020 International Symposium on Positioning and Location-Based Systems. Disponibil la: <https://ieeexplore.ieee.org>