

SISTEM INFORMAȚIONAL PENTRU MONITORIZAREA OBIECTELOR MOBILE

Neonil ROȘCA

Departamentul Informatica și Ingineria Sistemelor, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Neonil ROȘCA, e-mail: neonil.rosca@calc.utm.md

Îndrumătorul/coordonatorul științific **Viorica SUDACEVSCHI**, conf. univ., dr., DIIS, UTM

Rezumat. Prezentul studiu investighează un sistem informațional pentru monitorizarea obiectelor mobile, concentrându-se pe structura și implementarea sa. Sistemul constă din două componente principale: Localizatorul, responsabil pentru colectarea datelor telemetrice și de localizare de la obiectele monitorizate, și Aplicația Web, care facilitează prelucrarea și afișarea acestor date pentru utilizatorii finali. Implementarea hardware-ului presupune proiectarea unei plăci cu cablaj imprimat și integrarea modulelor necesare, cum ar fi modulele GPS și GSM/GPRS, pentru colectarea și transmiterea datelor către aplicația web. Algoritmul de funcționare inițiază colectarea datelor de la diferiți senzori și module și le transmite către aplicația web pentru analiză și afișare. Sistemul propus oferă o soluție eficientă pentru monitorizarea și gestionarea obiectelor mobile în diverse contexte, cum ar fi industria automotive sau domeniul sănătății.

Cuvinte cheie: localizator, coordonate geografice, GSM, aplicație web, GPS.

Introducere

În ultimele decenii, monitorizarea și localizarea obiectelor mobile a devenit un instrument important într-o varietate de domenii precum: industria *automotive*, logistică, sănătatea și siguranța publică, etc. Capacitatea de a urmări și gestiona în timp real obiectele mobile poate aduce beneficii semnificative în eficiența operațională, securitatea și luarea deciziilor informate [1].

Sistemele moderne de monitorizare și localizare își propun să ofere soluții avansate și fiabile pentru a adresa aceste nevoi într-un mod eficient și precis. În acest context, dezvoltarea și implementarea unui sistem informațional dedicat monitorizării obiectelor mobile reprezintă un pas esențial pentru a atinge aceste obiective.

Sistemul informațional pentru monitorizarea obiectelor mobile descris în această lucrare este compus din diverse subsisteme care permit realizarea diferitelor funcții necesare pentru buna funcționare a acestuia. Sistemul este alcătuit în două părți distincte: localizatorul și aplicația web. Localizatorul reprezintă partea hardware care colectează datele telemetrice și de localizare de la obiectele monitorizate, procesează aceste date și le transmite prin intermediul internetului către aplicația Web. Aplicația Web are rolul de prelucrare, stocare și afișare a datelor pentru utilizatorii finali, fiind compusă din două componente principale: serverul creat prin intermediul *framework*-ului *SpringBoot* și partea de *FrontEnd* realizată în *HTML*, *CSS* și *Java Script*.

Modulul de localizare este componenta hardware de bază care colectează datele de localizare prin intermediul unui modul GNSS. Acest modul, utilizează un SoC ESP32 pentru a controla și dirija funcționarea întregului modul. Datele de localizare sunt colectate folosind un modul GPS-NEO-6, iar transferul datelor către aplicația Web se realizează prin intermediul unui modul GSM/GPRS SIM800L. Schema electrică a modulului pentru localizare a fost proiectată în mediul de proiectare Autodesk Eagle. Implementarea hardware a localizatorului este realizată utilizând o placă cu cablaj imprimat [2] special proiectată, iar algoritmul de funcționare al localizatorului a fost implementat în limbajul de programare C++.

Aplicația Web implementată permite accesarea și gestionarea datelor telemetrice și de localizare prin intermediul internetului. Aceasta utilizează *framework*-ul *SpringBoot* și este subdivizată în multiple părți conform modelului MVC, facilitând scalarea aplicației. Utilizatorii sistemului au posibilitatea de a crea un cont, adăuga localizatoare și urmări în timp real poziția acestora pe hartă, beneficiind de funcționalități interactive și informativ.

Modulul de localizare

Modulul de localizare reprezintă componenta hardware de bază care are rolul de a colecta datele de localizare prin intermediul unui modul *GNSS*. În modulul implementat în aceasta lucrare, a fost utilizat un *SoC ESP32* care va avea sarcina de a controla și dirija funcționarea întregului modul.

ESP32 oferă posibilitatea comunicării prin *WiFi* sau *Bluetooth* [3], funcționalități care pot fi exploatate ulterior de exemplu prin crearea unei aplicații mobile sau prin conectarea modulului direct la un punct de acces *WiFi*.

Pentru determinarea poziției a fost utilizat un modul *GPS*, *GPS-NEO-6*, acesta are o precizie pe orizontală de aproximativ 2,5 m și poate urmări simultan până la 22 de sateliți. Datele captate de acest modul reprezintă mesaje *NMEA* [4] care sunt transmise pentru prelucrare către *ESP32* prin intermediul protocolului *UART*.

Pentru transferul datelor către aplicația Web a fost utilizat un modul *GSM/GPRS* realizat de compania *SIMCOM SIM800L* acestea au ca avantaj costul unul destul de scăzut în comparație cu alte module dar există și unele dezavantaje legate de acest modul cum ar fi consum ridicat de energie, suport doar pentru protocolul *GPRS* [5] care este destul de învechit, nu dispune de mecanisme care permit transmiterea datelor într-un mod securizat.

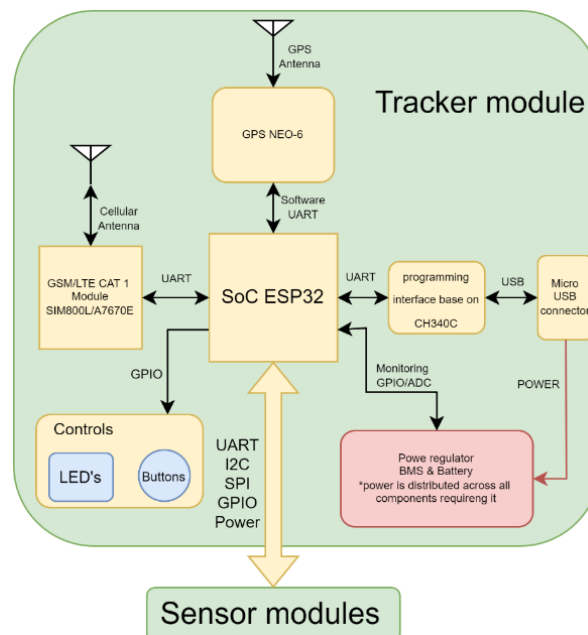


Figura 1. Structura modulului pentru localizare

Implementarea hardware a localizatorului.

Localizatorul a fost implementat, utilizând o placă cu cablaj imprimat special proiectată pentru acesta. Componentele sunt sudate pe placa pentru a spori rigiditatea și pentru a realiza niște conexiuni electrice mai durabile. Pentru o implementare mai simplă majoritatea componentelor sunt în formă de modul iar unele sunt montate pe socluri pentru a permite schimbarea acestora în caz de defecțiune.

În Fig. 2 este reprezentat PCB-ul realizat și componentele de bază sunt evidențiate prin intermediul săgeților. Placa a fost proiectată prin intermediul instrumentului Autodesk Eagle și ulterior fabricată în China de către compania PCBWay. Aceasta are o grosime de 1.6mm și este realizată din materialul FR4 [7] în două straturi.

Pentru a permite funcționarea în autonomie pe placă este montat un acumulator de tip Li-ion care permite dispozitivului să funcționeze în autonomie pentru perioade îndelungate de timp. La fel pe placă este incorporat un modul LORA rfm95w [6], care ulterior poate fi utilizat pentru transmiterea datelor în condiții specifice. În cazul în care localizatorul se va afla într-un spațiu predefinit datele despre poziția exactă a acestuia pot fi transmise către un gateway LORA astfel nu este necesară utilizarea unui modul pentru transmiterea datelor prin intermediul rețelelor celulare. Acesta poate aduce diverse beneficii economice de infrastructură și un consum electric mai scăzut datorită eficienței modulelor LORA.

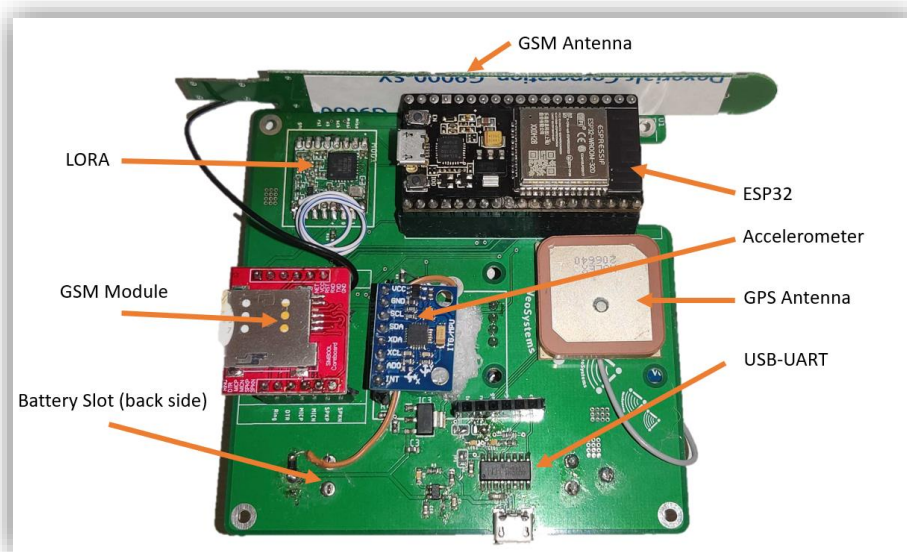


Figura 2. Implementarea localizatorului GPS

Algoritmul de funcționare al localizatorului

Firmware-ul localizatorului GPS a fost implementat utilizând Arduino IDE. Arduino implementează diverse librării care permit o dezvoltare destul de simplificată a programelor care rulează pe microcontrolerele suportate de Arduino. Codul sursă este scris în limbajul C++ care ulterior este compilat pentru fiecare platformă în parte.

Algoritmul de funcționare al localizatorului începe cu inițierea componentelor hardware cum ar fi modulul GPS, modulul pentru transmiterea datelor, comunicarea serială etc. ulterior sistemul va verifica dacă dispozitivul este în mișcare prin intermediul unui accelerometru care determină dacă există vibrații cauzate de un vehicul în timpul deplasării sau dacă au apărut careva condiții specifice exemplu vibrații cauzate de un accident sau condiții meteo. După ce localizatorul detectează că obiectul este în mișcare acesta va prelua datele de localizare și datele de la senzori care vor fi încorporate într-un *request* HTTP care este transmis prin intermediul modulului de date către aplicația web.

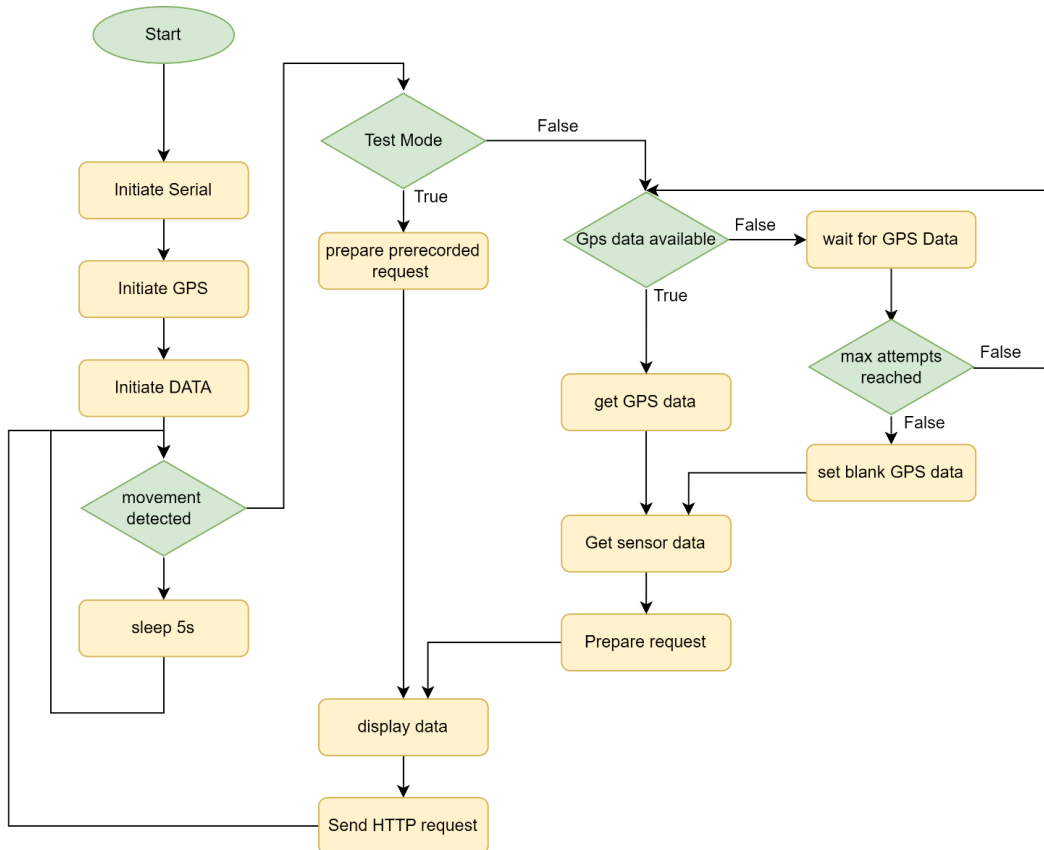


Figura 3. Algoritm de funcționare al localizatorului GPS

Implementarea aplicației web

Pentru a putea accesa datele telemetrice și de localizare prin internet a fost implementată o aplicație web care are rolul de a recepționa, prelucra și stoca datele primite de la localizatoarele GPS. Aplicația Web a fost implementată utilizând *framework*-ul SpringBoot, acesta permite implementarea rapidă a unei aplicații cu posibilitatea de a utiliza diverse baze de date sau *plugin*-uri [8]. Datele recepționate în perioada de dezvoltare/testare a sistemului au fost stocate în baza de date H2, aceasta permite stocarea datelor în memorie, funcționalitate utilă în momentul implementării, atunci când un număr mare de teste este rulat.

Pentru a accesa cu ușurință datele a fost realizată o pagină web interactivă. Aceasta a fost implementată utilizând tehnologii ca HTML, CSS, Java Script la fel deoarece această aplicație necesită o hartă pentru a afișa poziția unui localizator, a fost utilizată librăria *LeafLeet* care posedă funcționalități precum adăugarea de markere, actualizarea poziției acestora în timp real, etc.

Utilizatorii sistemului au posibilitatea de a crea un cont, adaugă localizatoare și urmări în timp real poziția acestora pe hartă. Aplicația oferă posibilitatea de a găsi poziția unui localizator prin butonul „*find*”, urmări unde acesta se deplasează prin butonul „*follow*” și posibilitatea de adăugă localizatoare noi sau de a șterge localizatoarele existente.

În dependență de tipul localizatorului, utilizatorul poate vedea în timp real datele transmise de către acesta. În cazul localizatoarelor auto există posibilitatea de a vizualiza datele despre viteză, direcția de deplasare, nivelul combustibilului în rezervor, temperatura motorului, dacă au fost detectate erori la bord, tensiunea bateriei, viteza măsurată prin intermediul GPS, și nivelul de încărcare a acumulatorului instalat în localizator.

În cazul în care utilizatorul deține mai multe localizatoare, acesta are posibilitatea de a vedea datele fiecărui localizator prin selectarea acestuia din meniul din partea de sus.

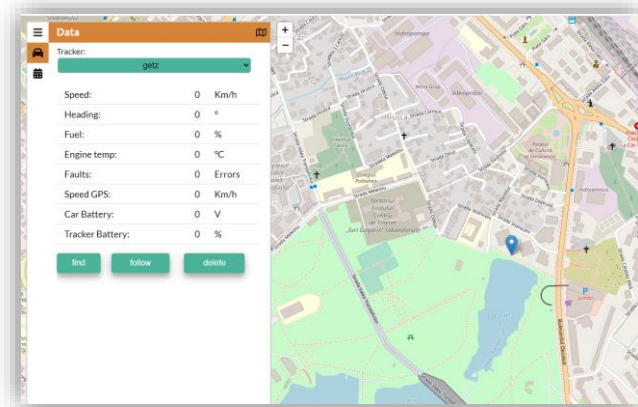


Figura 4. Aplicația web implementată

Concluzii:

Monitorizarea obiectelor mobile este esențială în gestionarea eficientă a resurselor și în asigurarea securității într-o varietate de domenii, inclusiv în *automotive* și în sistemul de sănătate. Sistemele moderne de monitorizare, bazate pe tehnologii precum GPS și microcontrolere, facilitează colectarea și procesarea datelor telemetrice și de localizare. Extinderea funcționalității acestor sisteme poate aduce beneficii semnificative, cum ar fi reducerea costurilor operaționale și îmbunătățirea calității serviciilor. În concluzie, monitorizarea obiectelor mobile are un impact pozitiv în optimizarea proceselor și în creșterea eficienței în diverse domenii, contribuind la crearea unui mediu mai sigur și mai conectat.

Surse bibliografice:

- [1] MUNTEANU, S.; SUDACEVSCHI, V.; ABABII, V. Computer Systems Synthesis Inspired from Biologic Cells Structures. *Journal of Engineering Science*, June, 2022, Vol. XXIX (2), pp.91-107, ISSN: 2587-3474 / E-ISSN: 2587-3482, DOI: 10.52326/jes.utm.2022.29(2).09.
- [2] SUDACEVSCHI, Viorica; ABABII, Victor; CALUGARI, Dmitri; BORDIAN, Dimitrie. Modelling and Synthesis of Printed Circuit Boards Testing Systems based on Timed Hard Petri Nets. *Annals of the University of Craiova, Electrical Engineering series, No. 41, Vol. 41, Issue 1*, 2017. pp. 87-92, ISSN 1842-4805.
- [3] M. Babiuch, P. Foltynek, P. Smutny, *Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing* 20th International Carpathian Control Conference (ICCC), Mai 2019, DOI:10.1109/ CarpathianCC.2019.8765944
- [4] A. Ardalan, J. Awange, *Compatibility of NMEA GGA with GPS Receivers Implementation*, *GPS Solutions* ianuarie 2000, DOI:10.1007/PL00012797
- [5] C. Bettstetter, H. Vogel, J. Eberspacher, *GSM Phase 2+ General Packet Radio Service GPRS: Architecture, Protocols, and Air Interface*, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, noiembrie 1999, DOI:10.1109/COMST.1999.5340709
- [6] I. Francis, S.M. Shah, *Cost-Effective Arduino-Based RFID Automated Cage Door and Pet Tagging with GPS Tracker using Peer-to-Peer LoRa WAN*, *JOURNAL OF ELECTRONIC VOLTAGE AND APPLICATION* VOL.3NO.2(2022)47-58, decembrie 2022, DOI:10.30880/ jeva.2022.03.02.005
- [7] L. Manning, O. Sibonjic, M. Salter, M. Wickham, *Design and Testing of a Reference PCB for Environmental Conditioning*, ARMMS Conference April 2023 Oxford.
- [8] J. B. Ottinger, A. Lombardi, *Beginning Spring* 6 (pp.181-218), martie 2024, DOI:10.1007/978-1-4842-9833-6_7