Sentinel-Bot: Sistem Radar Mobil

Introducere

Proiectul **Sentinel-Bot** reprezintă un sistem mobil de monitorizare și detecție a perimetrului, construit pe o platformă robotizată 4WD.

- **Ce face:** Robotul poate fi condus manual prin Bluetooth, iar la activarea modului **PROTECT**, acesta devine staționar și pornește o scanare radar la 180° folosind senzori ultrasonici. Identifică obiectele din jur, afișează distanța pe un LCD și transmite datele vizual către o aplicație de tip radar pe smartphone.
- **Scopul:** Crearea unui dispozitiv capabil de telemetrie în timp real și avertizare stratificată (vizuală și sonoră) în funcție de proximitatea amenințării.
- **Ideea:** Inspirația a venit de la sistemele radar militare (ex: Giraffe 4A), dorind să implementez un mast de scanare articulat pe o bază mobilă.
- **Utilitate:** Proiectul demonstrează integrarea comunicației wireless cu controlul precis al actuatorilor prin programare low-level, fiind o bază solidă pentru sisteme de securitate autonome.

Descriere generală

Sistemul **Sentinel-Bot** este proiectat pe o arhitectură modulară, unde unitatea centrală coordonează fluxurile de date între senzori, actuatori și interfața de comunicație wireless. Interacțiunea dintre module este gestionată printr-o mașină de stări ce permite tranziția între controlul manual și modul autonom de monitorizare.

Modulele principale ale sistemului sunt:

- **1. Unitatea de Procesare (ATmega328P Xplained Mini):** Reprezintă „creierul” întregului sistem. Acesta rulează firmware-ul dezvoltat pe regiștri, fiind responsabil de eșantionarea datelor de la senzori, calcularea distanțelor în timp real, generarea semnalelor PWM pentru controlul motoarelor și gestionarea protocolului de comunicație UART.
- **2. Subsistemul de Tracțiune (Mobilitate 4WD):** Compus dintr-un driver de putere (Punte H - L298N) și patru motoare DC. Acest modul asigură deplasarea robotului în perimetru. Viteza este modulată prin semnale PWM, permițând mișcări line și rotații precise ale șasiului.
- **3. Modulul de Scanare și Achiziție Date (Radar):** Este componentul activ în modul **PROTECT**. Un servomotor SG90 execută un baleiaj orizontal (0° - 180°), timp în care senzorul ultrasonic HC-SR04 emite impulsuri sonore. Microcontrolerul măsoară timpul de propagare al ecoului pentru a mapa obiectele din jur.
- **4. Interfața de Feedback Local (HMI):** Oferă informații imediate utilizatorului prin trei modalități:
  - **Vizual complex:** Ecranul LCD 1602 afișează modul curent și distanța până la țintă în centimetri.

  - **Vizual rapid:** Un sistem de LED-uri de tip semafor (Verde-Portocaliu-Roșu) indică nivelul de periculozitate în funcție de pragurile de proximitate setate.
  - **Acustic:** Un buzzer pasiv generează alerte sonore a căror frecvență crește pe măsură ce distanța față de un obiect scade (efect de sirenă de proximitate).
- **5. Modulul de Telemetrie și Control Wireless (Bluetooth):** Asigură legătura bidirecțională cu un terminal extern. Prin intermediul modulului HC-05, robotul primește comenzi de la distanță și transmite în flux continuu coordonatele polare (unghi și distanță). Aceste date sunt procesate de o aplicație mobilă pentru a genera o reprezentare grafică dinamică a mediului scanat.

Hardware Design

Designul hardware se bazează pe stack-ul format din plăcuța de dezvoltare și un Sensor Shield v5.0 pentru o conectivitate robustă.

Nr. Crt.	Componentă	Model / Specificații	Cantitate	Rol în Proiect
1	**Microcontroler**	ATmega328P (Xplained Mini)	1	Unitatea centrală de procesare și control.
2	**Șasiu Robot**	4WD Chassis cu 4 motoare DC	1	Platforma mobilă pentru deplasarea sistemului.
3	**Driver Motoare**	L298N Dual H-Bridge	1	Controlul direcției și vitezei (PWM) motoarelor DC.
4	**Senzor Distanță**	HC-SR04 Ultrasonic	1 (sau 2)	Detecția obstacolelor/țintelor aeriene.
5	**Servomotor**	SG90 / MG90S	1	Rotirea senzorului ultrasonic pentru scanare (0-180°).
6	**Modul Bluetooth**	HC-05 (Serial BT)	1	Comunicare wireless cu telefonul (comenzi + telemetrie).
7	**Afișaj**	LCD 1602 cu adaptor I2C	1	Afișarea distanței și a stării sistemului (PROTECT/MANUAL).
8	**Indicatori Vizuali**	LED-uri (Verde, Portocaliu, Roșu)	3	Semnalizarea pragurilor de proximitate (Safe/Alert/Danger).
9	**Alertă Sonoră**	Buzzer Pasiv	1	Alarmă acustică variabilă în funcție de distanță.
10	**Expansiune**	Arduino Sensor Shield v5.0	1	Interfațarea ușoară a senzorilor și servo-ului cu placa de bază.

Software Design

Codul este dezvoltat în **PlatformIO**, utilizând programarea **exclusivă pe regiștri** pentru a maximiza performanța și controlul asupra resurselor hardware.

- **Mediu de dezvoltare:** PlatformIO (VS Code)
  - **Sweep Scan:** Mișcare incrementală a servomotorului (0-180°) cu eșantionare ultrasonică la fiecare pas.
  - **Proximity Logic:** Calcularea zonelor de alertă și activarea selectivă a pinilor de ieșire (LED/Buzzer).
  - **Protocol Telemetrie:** Formatarea datelor sub formă de string-uri scurte “angle,distance” transmise prin Bluetooth.

Rezultate Obţinute

Concluzii

Download

Jurnal

Bibliografie/Resurse

Resurse Hardware:

- ATmega328P Datasheet (Microchip)
- Manual utilizare ATmega328P Xplained Mini
- Specificații tehnice HC-SR04 și L298N

Resurse Software:

- PlatformIO Core Documentation
- AVR Libc Reference Manual
- MIT App Inventor Documentation (pentru interfața Android)

Export to PDF

From:
https://ocw.cs.pub.ro/courses/ - **CS Open CourseWare**

Permanent link:
https://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/alexandru.predescu/acaspirovschi

Last update: **2026/05/09 10:14**