

Portal Turret

Introducere

Proiectul constă într-o turelă asemănătoare celor din jocul Portal, care țintește un laser către un obiect aflat în mișcare și simulează descărcarea unei arme folosind efecte sonore și lumini.

Proiectul fiind destinat exclusiv pentru divertisment, este util în măsura în care creează un efect spectaculos și urmărește cu succes o persoană care trece în fața lui. Pentru mine este util fiindcă reprezintă un prilej de a-mi pune în exercițiu abilități fundamentale de inginer: proiectarea unui sistem complex ce conține module cu interfețe diferite, dezvoltarea componentelor independente și integrarea lor în cadrul sistemului.

Ipoteză

Credem că prelucrarea morfologică a imaginilor va îmbunătăți precizia de detectare a mișcării fiindcă va reduce contribuția zgomotului vizual la diferențele observate între cadre.

Descriere generală



Componentele principale ale proiectului sunt vizibile în schema bloc de mai sus.

Proiectul conține două microprocesoare ce comunică prin protocolul SLIP, implementat peste UART.

Arduino Uno R3 comandă prin PWM două servomotoare și o diodă laser pentru țintire și LED-uri RGB. În plus, citește valoarea unui potențiomtru prin ADC pentru a seta volumul sunetelor.

ESP32-CAM este o placă de dezvoltare cu un modul de cameră OV2640. ESP32-CAM comandă prin I2S un amplificator care transmite semnalul de output unui difuzor de 4 ohmi.

Ținte de performanță

Metrică	Țintă	Măsurare
Latența detecției de mișcare	< 200 ms	Timestamp la captura camerei și mișcarea servomotorului
Acuratețea urmăririi, la iluminare stabilă	> 80% din timp	Inspecție vizuală directă

Consum total de curent	< 1.5 A	Ampermetru în serie pe alimentare
------------------------	---------	-----------------------------------

Hardware Design



Piesele folosite în proiect:

Piesă	Folosință
Arduino Uno R3	Control lumini și servomotoare, citire volum
ESP32-CAM	Detecție mișcare, redare sunete
2x servomotoare SG90	Țintirea laserului
platformă pan + tilt	Suport pentru servomotoare
modul diodă laser	Feedback vizual pentru urmărire
amplificator I2S MAX98357A	Conversie digital-to-analog și amplificare sunet
speaker 4 ohmi	Redare sunet
4x LED RGB anod comun	Efecte de lumină
3x tranzistor 2N2222	Comutare LED-uri
potențiomtru	Schimbarea volumului
adaptor USB-C	Alimentare de la sursă externă
rezistori, fire	Conectare pini, divizor de tensiune etc.

Dintre pinii plăcii Arduino Uno, am folosit **0** (RX) și **1** (TX) pentru comunicarea prin UART cu ESP32. Divizorul de tensiune este necesar întrucât Arduino furnizează 5V pe pinul TX în timp ce ESP32 folosește logică digitală de 3.3V. Pinii GPIO **3**, **5**, **6**, **11** au fost aleși pentru a comanda dioda laser și LED-urile, iar pinii **9** și **10**, care pot furniza semnal PWM, au fost aleși pentru controlul servomotoarelor. Pinul analogic **A0** servește la citirea valorii potențiometrului.

Pe placa ESP32-CAM am folosit pinii **13**, **14** și **15** pentru comunicare prin I2S cu amplificatorul, respectiv pinii **12** și **16** pentru comunicarea prin UART cu Arduino.

Software Design

Sistemul software urmează un automat finit de stări reprezentat în diagrama de mai jos:




Cele două microprocesoare care implementează acest automat au responsabilități diferite și comunică folosind protocolul point-to-point SLIP peste UART.

Subsistemul de pe ESP32-CAM conține trei taskuri de FreeRTOS prin intermediul cărora:

1. Prelucreează imaginile obținute de la cameră pentru a detecta mișcarea, decide starea sistemului și

- trimite coordonatele mișcării către Arduino Uno R3.
2. Citește instrucțiuni legate de volumul sunetului de la Arduino Uno R3.
 3. Redă prin I2S sunete stocate în memoria flash.

Subsistemul de pe Arduino Uno R3:

- Primește coordonatele mișcării de la ESP32-CAM și ațintește vertiginos laserul spre subiect  folosind servomotoarele.
- Citește volumul de la potențiometrul și trimite valoarea către ESP32-CAM.
- Primește acțiuni specifice fiecărei stări (ex. pornire laser, pornire LED-uri etc.).

Rezultate Obținute

Concluzii

Download

Jurnal

Diagrama Gantt curentă:

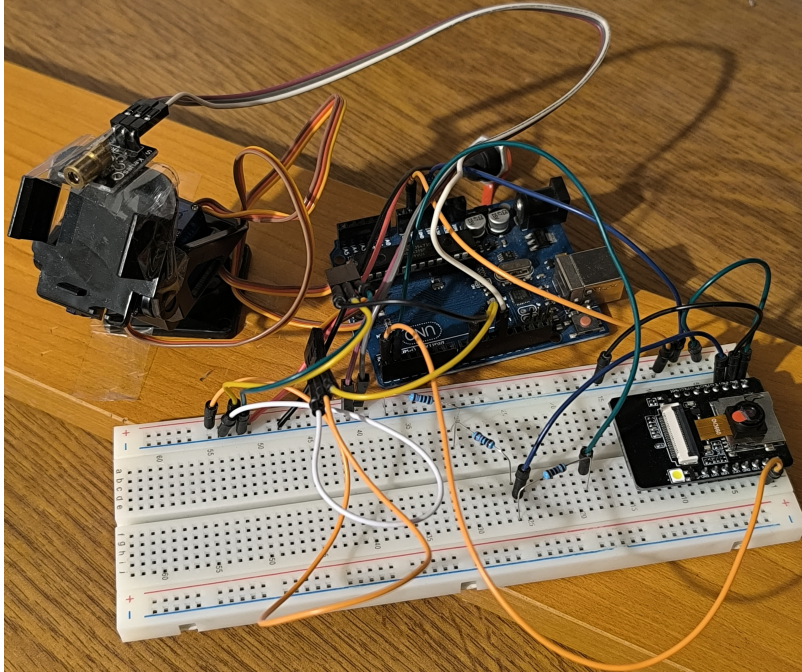


Checkpoint - 9 mai 2026

De când am stabilit tema proiectului și până la acest checkpoint am atins următoarele obiective:

- Am procurat toate piesele necesare și am asamblat platforma de pan + tilt.
- Am implementat comunicarea full-duplex prin mesaje între cele două microprocesoare.
- Am implementat o formă preliminară de motion detection pe ESP32-CAM.
- Am integrat controlul servomotoarelor de pe Arduino cu notificările de mișcare de la ESP32-CAM.

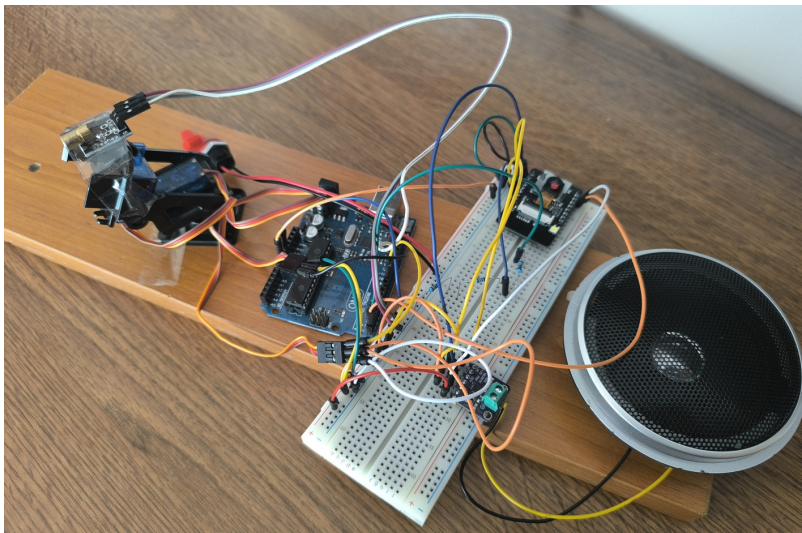
Demonstrație video (motion detection): [Link YouTube](#).



Checkpoint - 11 mai 2026

Subsistemul de pe ESP32-CAM are acum implementată mașina de stări completă iar sunetul prin I2S este funcțional. Am stocat fișierele WAV în memoria flash a microcontrollerului, într-o partiție de SPIFFS.

Demonstrație video (redare sunete): [Link YouTube](#)



Bibliografie/Resurse

[Export to PDF](#)

From:

<http://ocw.cs.pub.ro/courses/> - **CS Open CourseWare**

Permanent link:

http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/alexandru.jipa2803/cosmin_stefan.popa



Last update: **2026/05/12 09:06**