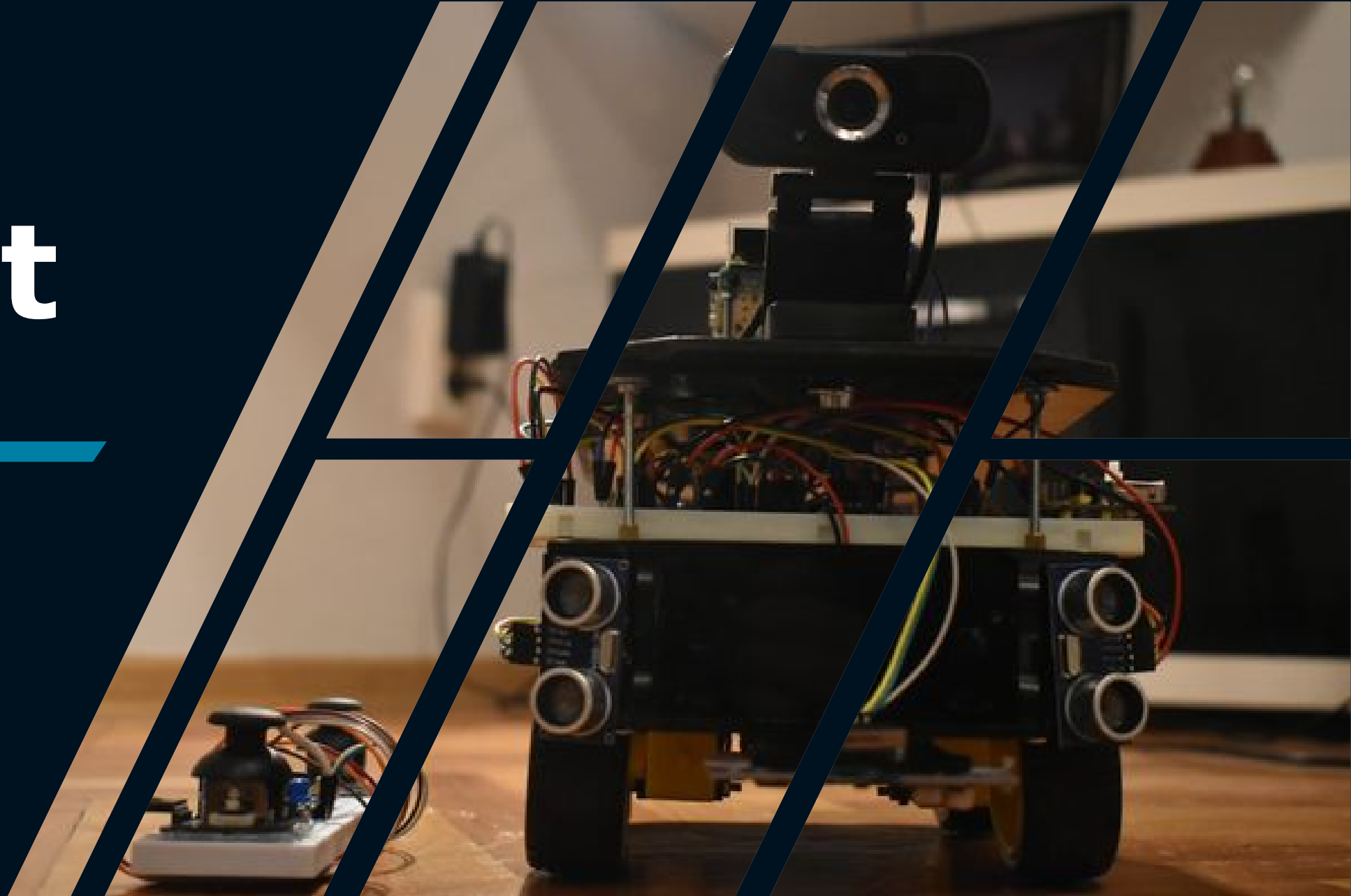


Alset

Mașina
autonomă

Infoeducație
2021



Cuprins

- I. Rezumat
- II. Utilitate practică
- III. Mecanică
- IV. Electronică
- V. Software
- VI. To-Do

Rezumat

- Alset este o mașină electrică la scară mică care poate naviga în mod autonom pe un traseu, reacționând la semnele de circulație și evitând potențialele obstacole. Scopul acestui proiect este de a reduce accidentele în trafic. Acestea sunt responsabile pentru decesul a 1,35 de milioane de oameni în fiecare an. Prin Alset, sperăm să creștem siguranța străzilor pentru toată lumea. La momentul de față, Alset poate recunoaște semne de stop, alte semne de circulație putând fi implementate cu ușurință. De asemenea, Alset dispune de un sistem de detecție a obstacolelor redundant, minimizând posibilitatea accidentelor. În plus, Alset poate fi controlat de la distanță (~400m max.) cu ajutorul unui controller custom-made. Există și un site web găzduit de Alset cu ajutorul căruia utilizatorul poate alege destinația mașinii, aceasta deplasându-se în mod complet autonom.
- Alset se bazează pe două dispozitive: un microcomputer (Raspberry Pi 3 B) și un microcontroller (Arduino Mega 2560). Pe Raspberry Pi este executat codul de machine vision (datorită puterii de procesare superioare), microcomputer-ul găzduind și severul web. Arduino este utilizat pentru sarcinile hardware precum controlul motoarelor și citirea senzorilor. La nevoie, unele date sunt transmise între dispozitive prin intermediul unui protocol propriu ușor extensibil.
- Pentru evitarea obstacolelor am dezvoltat un sistem care constă în doi senzori ultrasonici și un senzor de impact, aceștia montați în partea frontală a mașinii (avem în vedere adăugarea unui senzor ultrasonic și pe partea posterioară în viitor). Pentru recunoașterea semnelor de circulație utilizăm biblioteca OpenCV cu un model de tip cascadă Haar. Când un semn este recunoscut, informația este procesată și trimisă mai departe către Arduino, care ajustează motoarele corespunzător. Pentru urmărirea traseului, Alset citește în mod analog poziția de la o matrice cu senzori de reflectivitate, integrând-o într-un sistem de control proporțional-derivat (PD), asigurând viraje line și eficiente. În mod opțional, este posibil controlul de la distanță al lui Alset; este necesară adăugarea unui microcontroller ESP8266 la Alset, acesta comunicând cu Arduino ca gateway.
- Pentru navigarea prin GPS, un site web este găzduit de un server NodeJS pe Raspberry Pi. Utilizatorul se poate conecta la dispozitiv cu ajutorul unui ID unic. Ulterior, el poate alege o destinație de pe o matrice cu poziții. Datele sunt procesate în Python și un șir de comenzi este generat pentru Arduino.

Utilitate practică

Alset este un robot conceput cu scopul de a demonstra o posibilă implementație de mașină autonomă.

De ce avem nevoie de mașini autonome?

- În primul rând, mașinile pot fi **periculoase** – ele sunt una dintre cauzele principale de deces în fiecare an. Însă acest lucru se datorează foarte rar defectelor tehnice, de cele mai multe ori **accidentele sunt cauzate de șofer**. Oamenii sunt predispuși la greșeli, iar cu ajutorul mașinilor autonome **putem reduce drastic rata de incidență a accidentelor rutiere**.

Cum rezolvă Alset această problemă?

- Alset poate naviga în regim **complet independent de mediu** și **elimină necesitatea unui șofer**. În acest scop, robotul se folosește de o multitudine de senzori pentru a **detecta obstacolele**, **calcula traseul optim**, și naviga în mod **eficient**, asigurând **siguranța** pietonilor, dar și a pasagerilor. De asemenea, cu ajutorul unei camere web, Alset **identifică semnele de circulație** și respectă codul rutier, un **avantaj major față de alte mașini autonome**.



Alte posibile aplicații

Cererea pentru mașini autonome crește în fiecare zi, acestea fiind foarte versatile și putând satisface multe funcții.

- Mașinile autonome pot servi drept taxiuri.
- Ele pot fi utilizate pentru livrari.
- Pot naviga în zone periculoase pentru oameni, fără pasageri.
- Le permit persoanelor cu dizabilități să se deplaseze cu mașina.

Mecanică

Alset utilizează un șasiu tip 4wd (four wheel drive) și dispune de patru motoare.

- Motoarele de pe fiecare parte sunt conectate împreună, nefiind necesar controlul individual al fiecărui motor.
- Virajele se pot realiza diferențial (aplicarea unei puteri mai mari pe o parte decât pe cealaltă) sau prin skidding (aceeasi putere este aplicată în ambele părți, dar în direcții opuse). Prima metodă este utilizată pentru viraje minore, iar a doua pentru rotire pe loc.
- La șasiul de plastic achiziționat de pe internet am adăugat o placă de lemn pe care am montat Raspberry Pi-ul și camera web (nu avem acces la o imprimantă 3D).

Electronică

În scopul navigării cât mai sigure, Alset se folosește de microcontrollere, senzori și module

Componente

- [Raspberry Pi 3 B](#)
- [Arduino Mega 2560](#)
- [Wemos D1 Mini ESP8266](#)
- [Șasiu & Motoare](#)
- [Punte H L298N](#)
- [GPS U-blox NEO-6M](#)
- [Cititor RFID RC522](#)
- [Cytron Maker Line Sensor](#)
- [2x Senzori Ultrasonici HC-SR04](#)
- [Senzor Impact](#)
- [Încărcător Acumulator TP4056](#)
- [2x Întrerupătoare](#)
- [Suport 2x Baterii 18650](#)

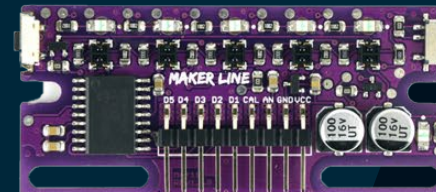
Motive

- Raspberry Pi 3B execută sarcinile de machine vision și găzduiește serverul web. Acesta a fost ales datorită puterii sale de procesare, necesară pentru ML.
- Datorită numărului mare de module care intră în componența lui Alset, avem nevoie de un microcontroller pe măsură. În acest scop am ales un Arduino Mega pentru interacțiunea cu senzorii și motoarele.
- Motivul pentru care nu utilizăm Raspberry Pi-ul și pentru sarcinile de hardware este maximizarea eficienței energetice. Dacă dezactivăm funcția de machine vision (necesită doar setarea unui flag în cod), Alset poate funcționa fără Raspberry Pi.

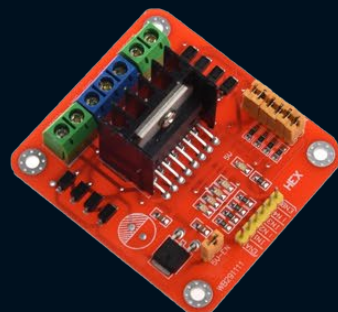
ESP32 & ESP8266 pentru joystick-ul opțional, asigură comunicațiile dintre joystick și robot. ESP8266 se conectează la Alset, iar la joystick este necesar ESP32 pentru pinii analogi.



Matrice de cinci senzori de reflectivitate infraroșii pentru obținerea poziției relative la traseu; acest senzor a fost ales datorită ieșirii analoge ideală pentru controlul PD.



Senzor RFID pentru sistemul de "GPS" simulat, la scară mică, de mare precizie, care utilizează stickere RFID



Punte H pentru controlul motoarelor, aleasă datorită toleranței crescute de curent pe fiecare canal



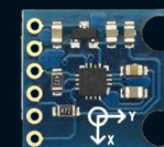
GPS, utilizat pentru localizarea robotului și navigarea spre destinație. Am ales acest model datorită preciziei sporite.



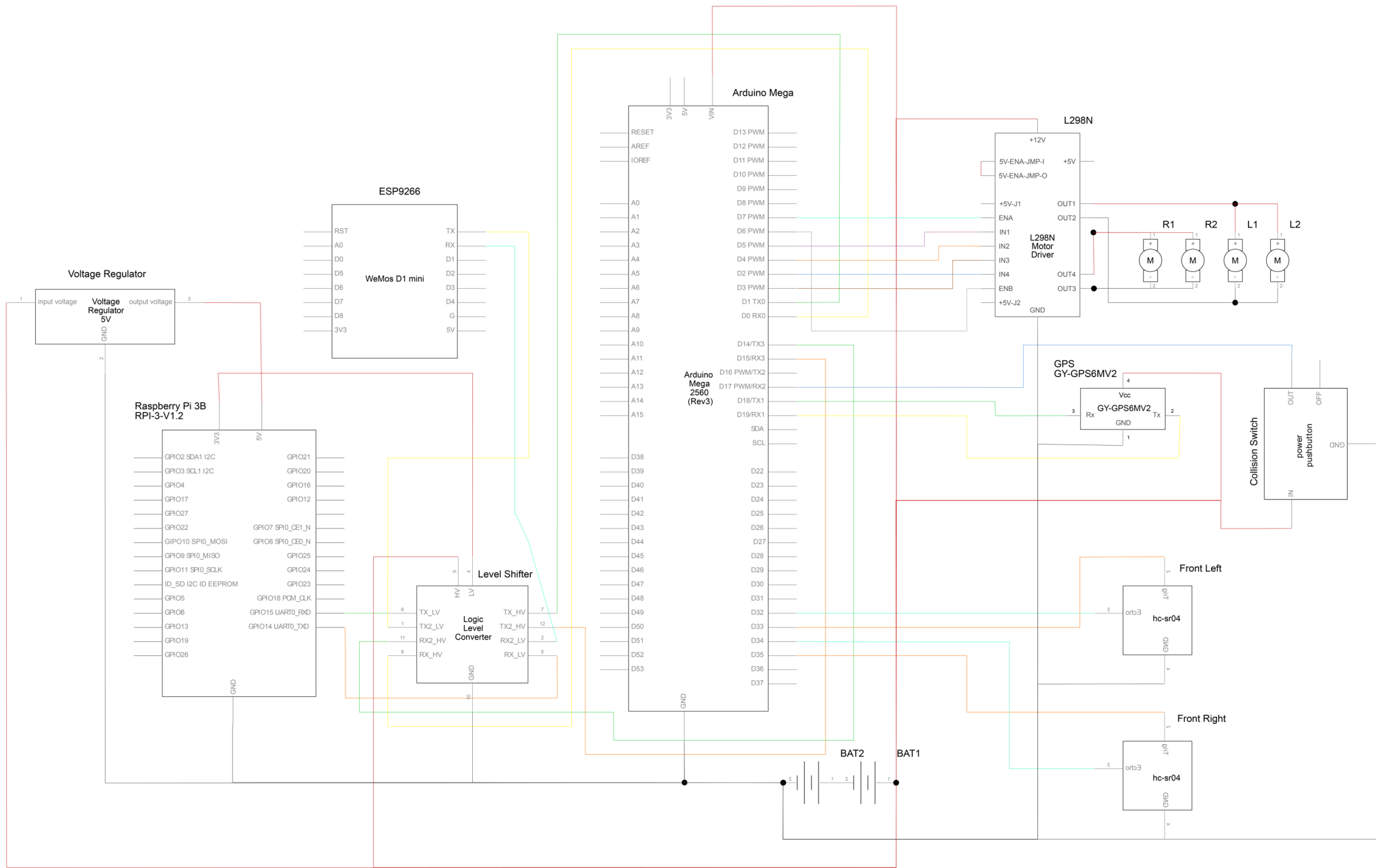
Doi senzori ultrasonici pentru navigare și evitarea obstacolelor, avantajoși financiar față de senzorii de distanță infraroșii



Accelerometru + giroscop pentru orientare în spațiu



Busolă folosită împreună cu giroscopul și GPS-ul





Software

Alset poate opera în patru moduri principale, enumerate în ordinea independenței de utilizator și mediu:

- navigare prin evitarea obstacolelor
- urmărire traseu + evitare obstacole & urmarea semnelor de circulație
- navigare automată către destinația setată prin GPS cu ajutorul interfeței web + evitare obstacole
- control de la distanță prin joystick

Însă fiecare funcție poate fi activată sau dezactivată cu ușurință prin simpla setare a unui flag în cod (ex: `avoidObstacles = 0`, `joystick = 1`), astfel putând fi combinate după placul utilizatorului.

Despre cod

Codul pentru Alset este împărțit pe Raspberry Pi și Arduino, ele rulând Python & JavaScript, respectiv C++.

- Toate funcțiile care necesită interacțiunea cu hardware-ul sunt realizate de Arduino, iar la nevoie informații pot fi transmise între acesta și Raspberry Pi prin interfața UART.
- Arduino obține datele de la senzori și acționează asupra acestora sau le trimite mai departe. Pe Raspberry Pi are loc recunoașterea semnelor de circulație și tot de acesta este găzduită interfața web prin care utilizatorul poate seta o destinație.

To-Do

Datorită limitărilor de timp, cât și financiare, încă nu am realizat tot ce ne-am dorit pentru Alset. Câteva dintre funcțiile pe care urmează să le implementăm includ:

- O interfață prin care utilizatorul poate programa robotul (ex: mergi înainte trei metri la 60% din viteză, rotește-te pe loc 60°, fă o poza, etc.)
- Mod de urmărire a utilizatorului prin GPS și/sau recunoaștere facială
- Finalizarea navigării GPS
- Moduri de interacțiune cu mediul (ex: atașarea senzorilor și citirea acestora de la distanță => am putea atașa un senzor de gaz și trimite robotul într-o locație periculoasă pentru oameni)
- Proiectarea unui nou șasiu pentru industrializare (din plastic dacă obținem acces la o imprimantă 3D, altfel din aluminiu)
- Adăugarea unei surse de energie regenerabilă capabilă de alimentarea eficientă a robotului
- Producerea unui PCB
- Trecerea la machine learning pentru detectarea traseelor, crescând versatilitatea



Vă mulțumim!

Saramet Robert
Maciuca Bogdan

Email

robertsaramet@pm.me

alexbobomac@gmail.com

Github

github.com/robert-saramet/Alset/