

IULIE 2022

**OLIMPIADA DE INOVARE ȘI CREATIVITATE DIGITALĂ  
INFOEDUCAȚIE**

# **DEZVOLTAREA UNUI AI**

**Bucovan Mihnea și Crăiniceanu Matei**

**SUB ÎNDRUMAREA PROF. OVIDIU RUȘET, PROF. VIOLETA RUICAN**

# **ROBOTUL CARE TE URMĂREȘTE**

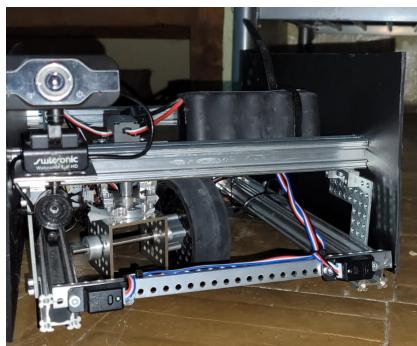
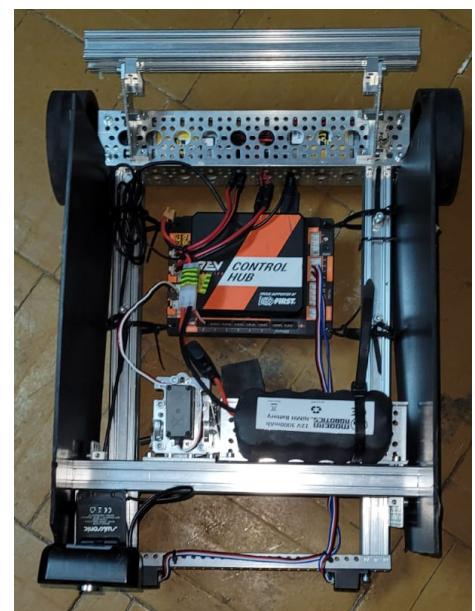
Robotul nostru se aseamănă unei mașini moderne. Acesta utilizează controllerele din competiția internațională FTC.

## **CONSTRUCȚIA**

Robotul este construit dintr-un șasiu de aluminiu, două motoare (gobilda), un motor servo (gobilda TORQUE SERVO), un Controller (REV Control Hub). Robotul are o camera UVC în partea din față. Toate acestea sunt alimentate de o baterie de 12V.

Șasiul este construit din piese gobilda - de aluminiu. Motoarele de tracțiune, sunt prinse într-un UChannel, iar roata de direcție este prinsă pe un servomotor.

Am adăugat 2 senzori de distanță, unul pe bara din față a robotului și celălalt pe partea dreaptă, în lateral.



## SOFTWARE

### CUM SCRIM COD? CUM ÎL ÎNCĂRCĂM? CUM ÎL RULĂM?

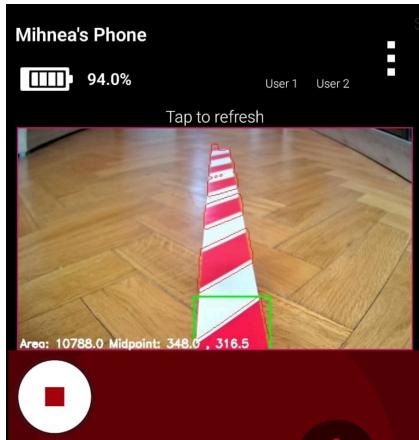
Partea software a robotului poate fi realizata in 2 moduri: programare cu block-uri sau cod in limbajul Java. Noi am ales sa scriem programele in Java. Codul se poate incarca pe REV CONTROL HUB in doua feluri: De pe interfața web a Control HUB-ului sau din ANDROID STUDIO. Noi am ales-o pe cea din urmă.

Initializarea și executarea codului se execută de pe un telefon mobil, cu ajutorul aplicației FTC Driver Station care se conectează la rețeaua Wi-Fi a Control Hub-ului. La telefonul se pot conecta prin cablu unul sau mai multe gamepad-uri (noi folosim un gamepad de tipul SONY DUALSHOCK).

### URMĂRIREA UNEI CULORI

La REV Control Hub este conectată o cameră USB. Imaginele din cameră sunt procesate pe Control Hub folosind OpenCV. În OpenCV se introduc limitele spectrului de culori căutat în format YCrCb.

```
// Spectru roșu
public static Scalar scalarLowerYCrCb = new Scalar(0.0, 100.0, 0.0);
public static Scalar scalarUpperYCrCb = new Scalar(255.0, 170.0, 120.0);
```



În urma procesării imaginii rezultă un chenar care încercuiește suprafața în care a fost identificată culoarea.

Imaginea este blurată de două ori înainte de a se produce recunoașterea culorilor, deoarece uniformizează culorile în imagine și în acest mod culorile sunt recunoscute cu o precizie mai mare.

Ca rezultat al procesării, obținem atât poziția pe axa X a chenarului, cât și aria acestuia. Acești doi parametri îi folosim apoi pentru a determina viteza de deplasare a robotului și unghiul de viraj al roții din față.

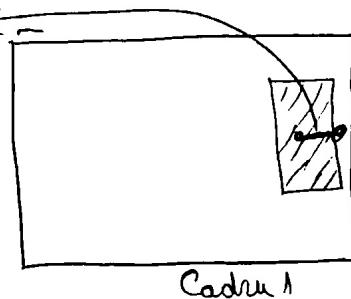
## VIRAJUL, UNGHIUL DE VIRAJ

Servo-motorul care virează roata din față, primește valori între 0 și 1. Aceste valori reprezintă raportul dintre poziția actuală (unghiul față de poziția 0° a motorului) și 270°.

Am montat motorul astfel încât poziția 0.5 să corespundă cu poziția dreaptă (de mers înainte) a roții de viraj. În urma testărilor am descoperit că un unghi de valoarea 55° pentru a vira este ideal pentru robotul nostru ( $\pm 0.2$  la valoarea pe care o primește motorul).

Pentru a lega unghiul de viraj de poziția chenarului în imagine, folosim coordonata X a mijlocului chenarului. Folosind funcția de gradul întâi am creat un model matematic pentru virajul robotului.

$$\begin{aligned}
 f(x) &= ax + b \\
 f(0) &= 0, a + b = 0,9 \\
 b &= 0,9 \\
 f(600) &= 0,5 \\
 a \cdot 600 + 0,9 &= 0,5 \\
 600a &= -0,4 \\
 a &= -0,00066
 \end{aligned}$$

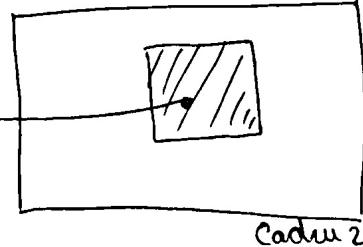


Cadrul 1

Verificare:

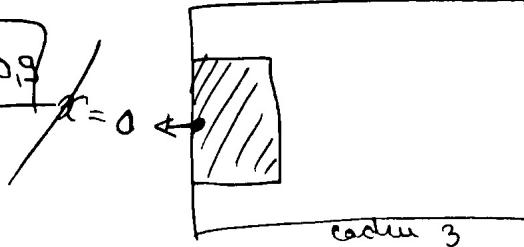
$$\begin{aligned}
 f(300) &= 300(-0,00066) + 0,9 \\
 f(300) &= 0,4
 \end{aligned}$$

$f(300) = 0,4$  - aderanță



Cadrul 2

$$\Rightarrow f(x) = (-0,00066) \cdot x + 0,9$$



Cadrul 3

## ACCELERARE & DECELERARE, ADAPTAREA VITEZEI

NOTĂ: În continuare, unul din cele mai importante aspecte ale unui robot este să nu rânească pe nimeni. Pentru siguranța persoanelor care se află în jurul robotului,

când acesta funcționează autonom, puterea motoarelor este limitată la 0.3 din capacitate.



Am menționat mai sus că al doilea parametru folosit pentru a urmări o culoare este suprafața chenarului recunoscut în imagine. Aceasta îl folosim pentru a regla viteza în felul următor: Cu cât un obiect ocupă mai mult din cadru, cu atât camera (implicit robotul), se află prea aproape de acel obiect pentru a-l putea urmări.

Pentru a opri acest efect, am implementat o funcție, prin care, robotul rămâne la distanță față de culoarea pe care o urmărește: În funcție de aria suprafeței chenarului, între 20 (dimensiunea minimă) și 40.000, robotul va accelera (până la 0.3 din

$$f(x) = ax + b$$

$$f(2000) = 0$$

$$2000a + b = 0$$

$$a \cdot 2000 = -b$$

$$f(40.000) = 40.000a - a \cdot 2.000 = 0.3$$

$$38.000a = 0.3$$

$$a = 0.000024$$

$$b = -0.054$$

$$f(x) = 0.000024x - 0.054$$

capacitatea motoarelor) sau încetini până la un stop complet.

Deoarece motoarele sunt puse simetric față de axa longitudinală a robotului, acestea se oglindesc una pe cealăltă. De aceea, pentru a se deplasa în aceeași direcție, puterea unui motor trebuie setată opus celuilalt.

## CUM APLICĂM URMĂRIREA UNEI CULORI?

Urmărirea unui subiect după culoare predominantă

Tot acest proiect l-am gândit de la început, pentru a urmări oameni după culoarea unui articol vestimentar (Ex. după culoarea tricoului). Funcționează bine și cei din jur sunt fascinați de acest aspect.

```

if (myPipeline.getRectArea() < 40000) {
    //regleaza directie
    directie.setPosition(myPipeline.getRectMidpointX()*-0.00066+0.9);
    //Setarea de putere la motoare
    //Motor STANGA
    st.setPower(-(0.00027*myPipeline.getRectArea()-0.054));
    //MOTOR DREAPTA
    dr.setPower(0.00027*myPipeline.getRectArea()-0.054);
}

```

Urmărirea unei benzi

Tot cu urmărirea culorii, robotul nostru, poate merge paralel cu o bandă de acest tip. Pentru a urmări banda, am setat puterea motoarelor constantă la 0.2, iar suprafetei de culoare i-am adăugat un minim: 2000 px.

```

if (myPipeline.getRectArea() > 2000) {
    directie.setPosition(myPipeline.getRectMidpointX()*-0.00066+0.9);
    st.setPower(-0.2);
    dr.setPower(0.2);
}

```

## MODUL CONTROLAT DE UN OPERATOR

Am menționat că robotul este asemănător unei mașini. Așa că, de ce nu am putea să exploatăm acest aspect.

La telefonul care rulează FTC Driver Station se poate conecta un gamepad prin USB. Am vrut să facem experiența de a conduce robotul cât mai familiară, să se asemenea unui joc video. Pe joystick-ul din stânga, se poate vira, iar accelerarea și decelerarea, se controlează din butoanele R2 și respectiv L2.

Pentru a putea controla unghiul la care robotul virează, folosim un model care calculează în funcție de poziția joystick-ului pe axa X, poziția la care trebuie adus motorul servo. Aceasta este exemplificată în partea dreaptă.

$$\begin{aligned}
 f(x) &= ax + b \\
 f(0) &= 0,4 \\
 f(1) &= 0,5
 \end{aligned}
 \Rightarrow
 \begin{cases}
 0 = a \cdot 0 + b \\
 1 = a \cdot 1 + b
 \end{cases}
 \Rightarrow
 \begin{aligned}
 a &= 0,1 \\
 b &= 0,4
 \end{aligned}
 \Rightarrow
 f(x) = 0,1x + 0,4$$

Verificare:

$$\begin{aligned}
 f(-1) &= -0,1 \cdot (-1) + 0,4 \\
 f(-1) &= 0,2 + 0,4 \\
 f(-1) &= 0,6 - aderent
 \end{aligned}$$

Accelerăția este de asemenea controlată treptat. Pentru aceasta folosim butonul R2. Acest buton are o cursă mai lungă, iar aceasta are valori între 0 și 1. Aceste valori nu mai trebuie prelucrate printr-o funcție, deoarece și motoarele primesc valori între 0 și 1 pentru a regla puterea.

## SISTEME DIN INDUSTRIA AUTO

Ca un bonus pentru noi este să dezvoltăm pe robotul nostru sistemele care se regăsesc în industria auto la momentul de față.

Într-un program am implementat controlul de către un operator, urmărirea culorilor, urmărirea liniei. Pe lângă acestea am adăugat alte sisteme din industria auto: Active Brake Assist, Adaptive Cruise Control și Park Assist.

### ACTIVE BRAKE ASSIST

În perioada în care robotul este controlat de un operator, acesta folosește senzorul de pe bara față pentru a frâna și opri robotul în față unui obstacol. Acel obstacol poate fi un obstacol pus acolo intenționat, pentru a testa sistemul, sau nu a fost observat de persoana care controlează robotul. Această funcție a fost implementată atât pentru a extinde funcționalitatea robotului, cât și pentru a proteja persoanele din jurul robotului de posibile accidentări, în cazul în care cel care conduce robotul nu a văzut pe cineva.

```
while (dist_dr.getDistance(DistanceUnit.CM) < 30 && press) {
    st.setPower(0.1);
    dr.setPower(-0.1);
}
```

### ADAPTIVE CRUISE CONTROL

ACC este o funcție care menține o distanță fixă față de un obiect (robot) urmărit

```
if (press2) {
    power= gamepad1.right_trigger*(1.6*dist_dr.getDistance(DistanceUnit.CM)-16)/100;
    st.setPower(-power);
    dr.setPower(power);
}
```

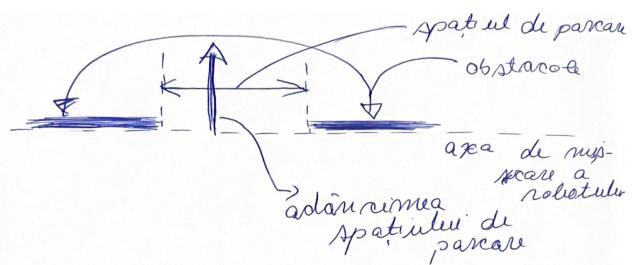
## PARK ASSIST

Park Assist este un dotare a mașinilor moderne care pe noi (membrii echipei) ne-a fascinat în domeniul Auto. Asta ne-a motivat să încercăm să o înțelegem și să o implementăm.

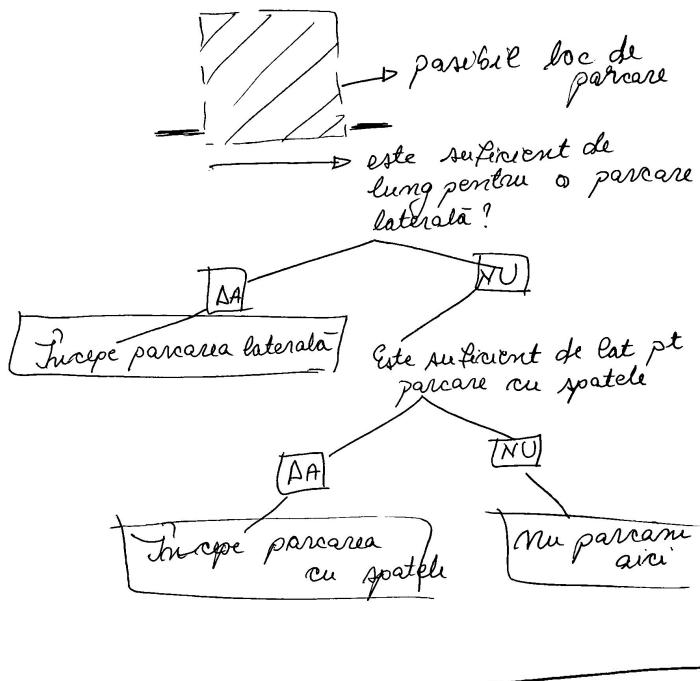
În mod normal sunt folosiți mai mulți senzori de distanță pentru a parca mașina corect, însă, noi am reușit să obținem aceleași rezultate cu 1 senzor de distanță și codurile din motoare.

În aceste motoare sunt integrate coduri. Aceste coduri permit accesul la informații despre cât de mult s-a rotit roata.

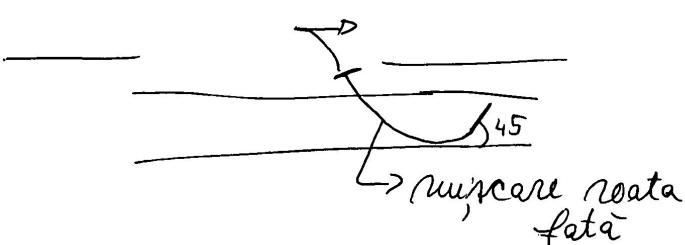
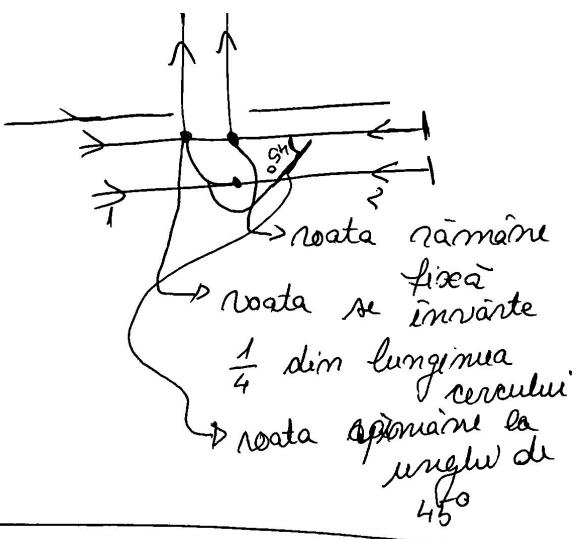
Când acest subprogram începe să ruleze, robotul trece pe lângă o linie paralelă cu peretele delimitată, de două obstacole. Imediat ce vede că spațiul până la perete a crescut, robotul măsoară cu ajutorul encoderelor spațiul dintre cele două obstacole.



Apoi începe procesul de parcare, după următorul raționament:



Parcare cu spatele, urmată de cea laterală:





# CARE ESTE SCOPUL UNUI ASTFEL DE ROBOT?

Pentru a realiza acest robot, am folosit cunoștințe din mai multe domenii studiate atât în școală: matematică, fizică, informatică, cât și din industrie: tehnologii din domeniul auto, procesare de imagini și de date. De aceea considerăm că domeniul principal de utilizare al acestui robot este în educație.

Pe parcursul proiectării și testării lui, am descoperit interesul pe care oamenii îl au față de robotică, atunci când au în față un robot. Majoritatea persoanelor care au văzut robotul nostru au fost fascinate. Ideea de roboți pentru opinia publică poate încă este ceva de domeniul SF. Noi considerăm, că i-am ajutat pe cei cărora le-am prezentat robotul nostru, să înțeleagă că această lume a roboților este deja aici.

Pe noi robotul ne-a învățat multe lucruri: ne-a dezvoltat gândirea critică, ne, a dezvoltat abilitățile de muncă în echipă, de distribuirea task-urilor și de managementul unui proiect, am aplicat cunoștințe din matematică, ceea ce ne-a ajutat să ne răspundem și la clasica întrebare: "De ce învățăm aşa ceva la școală?".

Vrem să împărtășim pasiunea noastră pentru roboți și colegilor noștri. Am început să lucrăm în acest sens. Vrem ca prezența noastră cu robotul la evenimente precum Târgul Liceelor Timișene și Romanian Science Festival să inspire alți tineri în descoperirea tainelor roboticii.

Proiectul nostru reprezintă un prim pas în dezvoltarea unei mașini autome și familiarizarea elevilor cu concepte de bază din industria auto și IT.