



**2020**

---

**Propunere de proiect pentru admiterea la studii de master**

---

**1. Date personale ale candidatului:**

1.1. Nume:	<b>Voicu</b>
1.2. Prenume:	<b>Alin-Paul</b>
1.3. An nastere:	1997
1.4. Anul absolvirii universitatii:	2020
1.5. Adresa:	Jud. Maramures, Mun. Baia Mare, Bld. Republicii, Bl.22, Ap.47
1.6. Telefon:	0745695566
1.7. Fax:	-
1.8. E-Mail:	alin.paul.voicu@gmail.com

**2. Date referitoare la forma de invatamant absolvită de candidat:**

2.1. Institutia de invatamant:	<b>Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca</b>
2.2. Facultatea	<b>Facultatea de Automatică și Calculatoare</b>
2.3. Specializarea	Automatică și Informatică aplicată în limba engleză

**3. Titlul propunerii de cercetare (in limba romana):**

Proiectarea și implementarea unui sistem de control distribuit pentru un grup de roboți mobili colaborativi

**4. Titlul propunerii de cercetare (in limba engleza):**

Design and implementation of a distributed control system for a group of mobile collaborative robots

## 5. Termeni cheie:

1	Roboți
2	Swarm
3	Comunicare
4	Colaborare
5	Control

## 6. Durata proiectului 2 ani.

## 7. Prezentarea propunerii de cercetare:

[ANEXA 1]

## 8. Date referitoare la lucrarea de licență:

### 8.1. Titlul lucrării de licență:

*Design and implementation of a distributed control system for a group of mobile robots*

### 8.2. Rezumatul lucrării de licență:

S-a realizat proiectarea și implementarea unui sistem robotic de tip swarm, format din doi roboți mobili, cu proprietăți mecanice identice, în care primul robot, considerat robotul lider, este controlat manual de către un operator, iar al doilea robot, considerat robotul urmăritor, este controlat autonom, astfel încât acesta să îl urmărească pe robotul lider, menținându-se o distanță de siguranță între cei doi. Totodată, o comunicație între cei doi roboți a fost implementată, astfel încât, robotul lider este capabil de a transmite informații referitoare la mediul în care sistemul robotic este implementat, către robotul urmăritor, pentru a-l avertiza de eventualele pericole din mediu. Robotul urmăritor este și el capabil de a transmite informații robotului lider, acesta transmițând un mesaj în momentul în care acesta nu mai poate identifica robotul lider.

Respectându-se un algoritm de tip leader-follower, urmărirea robotului lider de către robotul urmăritor se realizează prin identificarea unui cod QR montat pe spatele robotului lider, cu ajutorul procesării de imagini, o camera fiind montată în fața robotului urmăritor. Distanța dintre cei doi roboți este menținută cu ajutorul proiectării și implementării unui controler digital, obținându-se o formulă de recurență care este aplicată pe robotul urmăritor, controlând viteza de deplasare a acestuia, în funcție de distanța dintre cei doi roboți. Distanța dintre roboți este obținută în timp real, prin identificarea codului QR.

Ca și contribuții personale, am proiectat fiecare modul embedded pentru fiecare robot, realizând toate conexiunile dintre componentele mecanice și electrice, am reușit implementarea controlului manual al robotului lider, printr-o comunicație Bluetooth, robotul lider fiind controlat printr-un wireless device controller, am implementat un algoritm de tip leader-follower, folosind noțiuni de inginerie de control, respectiv procesare de imagini, și am realizat o comunicație între roboți, folosind un protocol UDP.

Consider că proiectul realizat poate să fie implementat în domenii precum: Armată, Medicină, Industrie, dar și în viața de zi cu zi, în casele oamenilor.

## 9. Activitatea științifică a candidatului:

[ANEXA 2]

DATA: 21.07.2020

TITULAR DE PROIECT,

Nume, prenume: **ing. Voicu Alin-Paul**

Semnatura: 

## 7. Prezentarea programului de cercetare:

### 7.1. STADIUL ACTUAL AL CUNOASTERII ÎN DOMENIU PE PLAN NAȚIONAL ȘI INTERNAȚIONAL, RAPORTAT LA CELE MAI RECENTE REFERINȚE DIN LITERATURA DE SPECIALITATE.

În [1] se prezintă o cooperare autoorganizată într-un sistem robotic de tip swarm, scenariul propus fiind identificarea și urmărirea unor obiecte într-un cadru dinamic și complex, un scenariu care poate fi găsit în aplicații ale domeniului militar, în care vehicule inamice pot fi urmărite, sau monitorizarea frontierelor pentru detectarea ilegală a intruziunilor. Scenariul poate fi găsit și în aplicații de siguranță și control, cum ar fi urmărirea unor animale sălbatice, având ca scop studierea mișcării și comportamentul acestora.

Implementarea unui sistem format dintr-un grup de roboți are ca avantaj acoperirea unei suprafețe mai mari de desfășurare a sistemului, iar roboții au abilitatea de a se repositiona cu scopul de a realiza urmărirea obiectelor mai eficient, dar cel mai important aspect este adaptarea lor la situații neprevăzute ce pot apărea în mediul în care sistemul robotic se desfășoară. Din punct de vedere al comunicării dintre roboții care formează sistemul, fiecare robot este echipat cu un wireless transceiver device, conexiunea network netrebuind să fie conectată mereu. Sincronizarea timpului de execuție este un element cheie în vederea realizării taskurilor într-un mod colaborativ de către roboți.

Din punct de vedere hardware, s-au folosit roboți echipați cu camere video, utilizate pentru detecția targeturilor, senzori infrared, utilizați pentru evitarea obstacolelor, respectiv tehnologiile zigbee și Bluetooth pentru partea de comunicație. Acești roboți folosesc un modul numit Nanotrom radio signal system, care folosește tehnici de radio RF, utilizate cu scopul de a estima poziția roboților în sistem.

În [2] se prezintă sincronizarea roboților, realizată prin implementarea tehnologiei ROS (Robot Operating System), având ca scop eficientizarea colaborării roboților pe parcursul efectuării anumitor sarcini de lucru. Diferența dintre sincronizare și noțiunea de swarming este aceea că sincronizarea se realizează în funcție de timp, iar swarming-ul reprezintă coordonarea în spațiu a roboților. Pentru coordonarea în spațiu, s-a folosit un modul GPS implementat pe fiecare robot, fiecare robot fiind capabil să își actualizeze starea poziției și să o transmită către ceilalți roboți. Comunicația dintre roboți este realizată wireless, tehnologia ROS stând la baza implementării comunicației dintre roboți, având ca scop eficientizarea colaborării dintre cei doi. ROS-ul poate fi folosit atât pentru simularea întregului sistem, cât și pentru execuția acestuia în real-life.

În lucrarea lor [3], Bessenghieur, Trębiński, Kaczmarek și Panasiuk au propus implementarea unui sistem de control pentru un grup de roboți mobili, utilizând ROS. În prima fază, utilizând noțiuni de control, traiectoria fiecărui robot urmăritor a fost rezolvată, implementându-se astfel o formație de roboți, eficientă din punct de vedere al poziției fiecăruia în sistem. Toate simulările s-au efectuat în framework-ul disponibil ROS, un grup format din patru roboți fiind simulați și testați pentru a stabili cea mai bună formație, astfel încât sistemul robotic să realizeze taskul dorit. În cazul unei erori apărute la robotul lider, sistemul robotic este capabil de a se modifica dinamic, prin atribuirea funcției de lider unui robot urmăritor, rezolvarea taskului principal nefiind afectată de apariția unei erori de funcționare la unul dintre cei patru roboți. Pentru a asigura o implementare de succes în strategia de control propusă pentru formația de roboți, fiecare robot are de îndeplinit propriile sale taskuri și anume: localizarea proprie, comunicația cu ceilalți roboți și cu stația de lucru, controlul propriu.

Astfel, pentru localizarea fiecărui robot, navigația ROS, respectiv metoda de localizare adaptivă Monte-Carlo este utilizată și are la bază generarea unei mape 2D. Acest algoritm estimează cu acuratețe poziția robotului folosind datele provenite de la encoderele motoarelor, respectiv datele provenite de la camera Kinect.

Pentru comunicația dintre roboți, s-au propus câteva pachete disponibile ROS, precum: Ad-Hoc Communication, care are ca avantaj o transmisie neîntreruptă a datelor.

Pentru partea de control, s-a implementat un algoritm de tip leader-follower, astfel încât fiecare robot să se orienteze față de cei aflați în preajma sa. Deoarece roboții sunt controlați într-o manieră decentralizată, stația de lucru nu este responsabilă pentru controlul roboților, însă stația de lucru poate fi capabilă să controleze robotul lider, utilizând pachetul ROS, denumit TURTLEBOT-teleop.

### 7.2. OBIECTIVELE PROIECTULUI

Obiectivul principal al proiectului este acela de a proiecta și implementa un sistem robotic de tip swarm format dintr-un grup de roboți, care au ca scop executarea unui task complex împreună. Se dorește implementarea unei comunicații eficiente între roboții participanți în executarea taskului, astfel încât colaborarea dintre aceștia să fie cât mai reușită, iar taskul să fie realizat în condiții de siguranță.

Obiectivul principal poate fi structurat din următoarele obiective secundare, care vor fi descrise:

- Asamblarea și construirea roboților

Scopul este acela de a asambla componentele mecanice, respective electrice, împreună, formând un modul embedded pentru fiecare robot în parte, în funcție de rolul pe care fiecare îl are în vederea executării taskului principal.

- Controlul manual al robotului lider  
Scopul este acela de a implementa un control manual pentru primul robot, robotul lider, creierul formației, astfel încât, un operator să poată interveni și să controleze manual direcția de deplasare a formației.
- Controlul autonom al roboților urmăritori  
Scopul este acela de a genera un algoritm de control, astfel încât roboții urmăritori să fie capabili să urmărească robotul lider în vederea orientării acestora în sistem, pentru a putea realiza taskul cât mai eficient. În funcție de rolul fiecărui robot, se va implementa un sistem autonom pentru fiecare în parte.
- Împărțirea taskului principal în subtaskuri pentru fiecare robot  
Obiectivul este acela de a atribui fiecărui robot un task specific, execuția acestor subtaskuri va duce la realizarea taskului principal.
- Comunicația dintre roboți  
Se dorește implementarea unei comunicații eficiente între roboți, astfel încât aceștia să își poată trimite mesaje unul altuia, referitoare la mediul în care sistemul se desfășoară, date de la senzori, informații cu privire la pericolele apărute sau care pot apărea, notificări cu privire la efectuarea subtaskurilor, alerte, respectiv erori apărute pe parcursul desfășurării sistemului.

### 7.3. DESCRIEREA PROIECTULUI

Din cele studiate, reiese faptul că un sistem robotic de tip swarm, format din roboți colaborativi este foarte necesar, în vederea efectuării unor operații, respectiv taskuri mai complexe, pe care un singur robot nu le-ar putea realiza, sau le-ar putea realiza într-un timp relativ lung, suprasolicitând partea mecanică, respectiv electrică de care acesta dispune. Sistemul propus este necesar în domeniul Industriei de fabricație, sau în Armată, respectiv domeniul Medicinii sau Chimiei. Totodată, un sistem de roboți colaborativi poate fi utilizat în zone greu accesibile de către ființa umană, zone minate, zone montane sau chiar zone maritime.

Din punct de vedere al algoritmului propus, se va folosi în continuare algoritmul leader-follower, în care liderul coordonează întreaga formație, dorindu-se totodată găsirea unei soluții ca în momentul în care liderul întâmpină probleme din punct de vedere tehnic, acesta să poată fi înlocuit de un robot urmăritor, care va prelua atribuțiile liderului. Ca și soluție, se dorește implementarea unei rețele neuronale, folosind noțiuni din domeniul Artificial Intelligence, dar și noțiuni din domeniul Computer Vision. Robotul lider va putea fi controlat manual de către un operator, prin intermediul unei comunicații Bluetooth.

În funcție de taskul complex ce se dorește a fi realizat, fiecare robot va fi programat automat să execute un task specific, astfel încât principalul obiectiv să fie realizat în cel mai eficient și optim mod. Din punct de vedere hardware, roboții pot să difere, în funcție de rolul pe care fiecare îl are în sistem, dorindu-se totodată să se implementeze un algoritm de evitare a obstacolelor, algoritm ce necesită montarea unor anumiți senzori, de exemplu senzor infraroșu, sau senzor de mișcare.

Deoarece în ultima perioadă, în domeniul roboților autonomi, tehnologia ROS se dezvoltă în continuare, comunicația, respectiv controlul, se vor implementa cu ajutorul acestui framework. Totodată, acest framework este necesar pentru simularea sistemului în mediul virtual, ca mai apoi să fie implementat în viață reală.

### 7.4. REFERINTE BIBLIOGRAFICE

- [1] Y. Khaluf, E. Mathews and F. J. Rammig, "Self-Organized Cooperation in Swarm Robotics," *2011 14th IEEE International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing Workshops*, Newport Beach, CA, 2011, pp. 217-226, doi: 10.1109/ISORCW.2011.30.
- [2] A. Barciś, M. Barciś and C. Bettstetter, "Robots that Sync and Swarm: A Proof of Concept in ROS 2," *2019 International Symposium on Multi-Robot and Multi-Agent Systems (MRS)*, New Brunswick, NJ, USA, 2019, pp. 98-104, doi: 10.1109/MRS.2019.8901095.
- [3] K. L. Besseghieur, R. Trębiński, W. Kaczmarek and J. Panasiuk, "Leader-follower formation control for a group of ROS-enabled mobile robots," *2019 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*, Paris, France, 2019, pp. 1556-1561, doi: 10.1109/CoDIT.2019.8820460.

## 7.5. OBIECTIVELE ȘI ACTIVITĂȚILE DE CERCETARE DIN CADRUL PROIECTULUI:

An	Obiective științifice (Denumirea obiectivului)	Activități asociate
An 1	1. Proiectarea și implementarea modului embedded al fiecarui robot	1. Componente mecanice
		2. Componente electrice
		3. Proiectarea unor elemente cu ajutorul imprimantei 3D
	2. Cercetarea tehnologiei ROS	1. Aprofundarea programării utilizând limbajele de programare Python, respectiv C++
		2. Înțelegerea arhitecturii ecosistemului ROS (topics, noduri, mesaje, servicii, librării)
		3. Folosirea framework-ului ROS, respectiv pachetelor necesare pentru realizarea sistemului robotic dorit

An 2	1. Cercetare în domeniul Inteligentei Artificiale	1. Rețele neuronale
		2. Inteligență artificială în domeniul robotic
		3. Funcții autonome implementate pe grupul de roboți, în funcție de taskul care se dorește a fi efectuat
	2. Cercetare în domeniul Computer Vision	1. Identificarea targeturilor de pe roboți
		2. Colectare date de la camera
		3. Robot vision

## 7.6. CONSULTANȚI

Conf. Dr. Ing. Roxana RUSU-BOTH
---------------------------------

**9. Activitatea stiintifica a candidatului:****9.1. PREMII OBTINUTE LA MANIFESTARI STIINTIFICE.**

--

**9.2. PARTICIPAREA CU LUCRARI LA SESIUNI DE COMUNICARI STIINTIFICE.**

--

**9.3. PUBLICATII.**

[se va atasa copie a articolului considerat cel mai semnificativ ]
--

**9.4. PARTICIPAREA IN PROGRAME DE CERCETARE-DEZVOLTARE NATIONALE SI INTERNATIONALE**

(nume proiect/director proiect/cadru didactic care a supervizat cercetarea – pentru proiecte din UTCN)  
(nume proiect/director proiect/institutia in care s-a derulat cercetarea – pentru proiecte din afara UTCN)

--

**9.5. BURSE OBTINUTE.**

- FINANTATORUL;
- PERIOADA SI LOCUL;
- PRINCIPALELE REZULTATE SI VALORIFICAREA LOR;

--