

# REȚEA MULTI-CONTROLLER PENTRU GESTIUNEA SISTEMELOR DE ROBOȚI MOBILI

V. ABABII<sup>1</sup>, V. SUDACEVSCHI<sup>1</sup>, M. PODUBNÎI<sup>1</sup>, L. CEBAN<sup>1</sup>,  
Gh. SAFONOV<sup>2</sup>, A. RAIFURA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, <sup>2</sup>Academia Militară a Republicii Moldova

[ababii@mail.utm.md](mailto:ababii@mail.utm.md); [svm@mail.utm.md](mailto:svm@mail.utm.md); [marinpodubnii@mail.ru](mailto:marinpodubnii@mail.ru); [liudmila01.ceban@gmail.com](mailto:liudmila01.ceban@gmail.com)

**Abstract:** În lucrarea „Rețea multi-controller pentru gestiunea sistemelor de Roboți Mobili” sunt prezentate rezultatele proiectării și cercetării sistemelor de Roboți Mobili care efectuează o sarcină comună definită de o strategie. Rețeaua multi-controller prezintă o topologie stea unde în centrul topologiei este amplasat Robotul Master care coordonează activitățile Roboților Slave prin generarea strategiei de activitate pentru un interval de timp sau condiționată. Fiecare Robot Slave generează starea în baza căreia poate deveni Robot Master și Robotul Master devine Robot Slave. Pentru rețeaua multi-controller s-a elaborat protocolul și formatele pachetelor de comunicare dintre Robotul Master și Roboții Slave.

**Cuvinte cheie:** rețea multi-controller, rețea wireless, RF 433MHz communication, control timp real, sistem multi-robot, strategie de control, robot master, robot slave.

## 1. Introducere

În ultimul timp se acordă o atenție deosebită proiectării sistemelor multi-robot mobil. Domeniul de aplicare a acestor sisteme este foarte larg începând de la jocuri interactive și terminând cu aplicații militare etc. [1]. Mobilitatea acestor sisteme se bazează pe utilizare diferitor tehnici și tehnologii de comunicare. Una din cele mai răspândite metode de comunicare este utilizarea rețelelor WiFi bazate pe protocoale TCP/IP [2]. Un dezavantaj foarte mare pentru sistemele bazate pe această tehnologie este faptul că prezența coliziunilor în rețea duce la pierderea funcționalității sistemului, deoarece sistemele multi-robot sunt considerate sisteme de timp real [3, 4].

În lucrarea de față se propune proiectarea unei rețele Wireless pentru sistemele multi-robot cu activitate comună și comunicare pentru aplicații de timp real. Scopul rețelei este asigurarea unei calități sporite de comunicare, reducerea traficului și a întârzierilor în procesul de transfer de date.

## 2. Topologia rețelei multi-controller

Rețeaua multi-controller prezintă o topologie Stea (Figura 1). Argumentarea acestei topologii se bazează pe prezența unui sistem de calcul cu funcții de decizie globală sau supervizare.

În Figura 1 sunt prezentate principalele componente ale rețelei multi-controller. **Spațiu de mobilitate** prezintă domeniul  $R^{(3+M)}$  de variație a coordonatelor de stare a roboților mobili, unde:  $R^3$  - poziția robotului în spațiu și  $R^M$  - date parametrice de stare a robotului (temperatura, umiditate, etc.). **Robot Master** prezintă sistemul de calcul cu funcții de decizie globală sau supervizare. Acest sistem determină strategia de calcul pentru tot sistemul în integru. Funcția de Robot Master este obținută în procesul de evoluție a calculelor sau în dependență de starea globală a

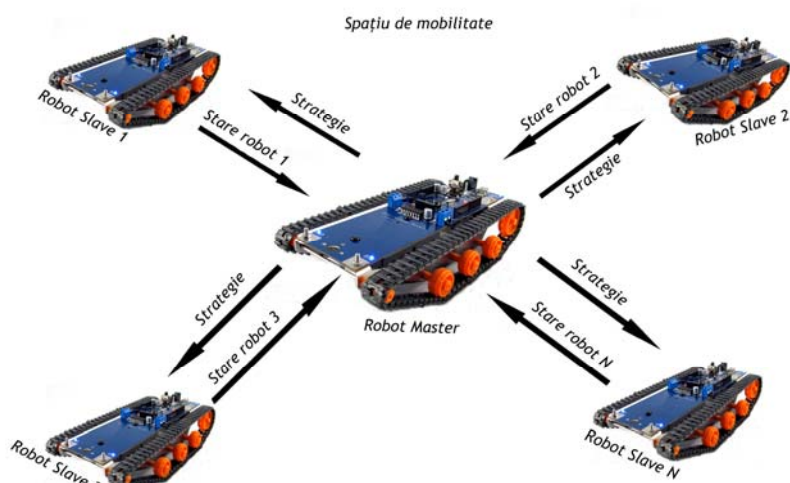


Figura 1. Structura rețelei multi-controller.

sistemului. *Robot Slave<sub>i</sub>*,  $\forall i = \overline{1, N}$  prezintă o mulțime de sisteme de calcul distribuit cu o strategie unică definită de Robotul Master.

**Modul de funcționare a sistemului multi-controler.** În dependență de starea sistemului global Robotul Master formează strategia de control care este distribuită Roboților Slave prin medii de comunicare Wireless. Roboții Slave recepționează datele de strategie și activează în conformitate cu această strategie. În procesul evoluției Roboții Slave generează starea locală care este recepționată de Robotul Master. Dacă în procesul evoluției sistemului Robotul Master nu mai poate defini strategii de evoluție acesta oferă acest drept altui Robot Slave care devine Robot Master.

**Strategia** [5] – prezintă un set de reguli de comportare a sistemului de control pentru un interval de timp definit sau o condiție de stare locală sau globală.

### 3. Proiectarea protocolului de comunicare

Schimbul de date dintre Robotul Master și Roboții Slave este efectuată în baza a trei formate de pachete de comunicare: pachete de declarare a strategiei și pachete de interogare, inițiate de Robotul Master și pachete de stare excepțională, inițiate de Roboții Slave.

- Formatul pachetului de declarare a strategiei PS sau de reconfigurare PR** (Figura 2, a):  
 $ID_{PS} = 11111111$  - identificatorul pachetului de declarare a strategiei,  $FF$  – adresa Robotului Master,  $00$  – comunicare broadcast,  $x_j$  - coeficienții de strategie,  $ID_{PR} = 11110000$  - identificatorul pachetului de reconfigurare care indică Robotului Slave cu adresa  $R_i$  pentru a deveni Robot Master care primește adresa  $FF$  și Robotul Master primește adresa  $R_i$  și devine Robot Slave;
- Formatul pachetului de interogare** (Figura 2, b):  $ID_{PI} = 00001111$  - identificatorul pachetului de interogare a Roboților Slave,  $R_i$  - adresa Robotului Slave (comunicare unicast),  $PSi$  - pachet de stare,  $ID_{PSi} = 10101010$  - identificatorul pachetului de stare,  $s_j$  - parametri de stare;
- Formatul pachetului de stare excepțională** (Figura 2, c):  $ID_{PE} = 01010101$  - identificatorul pachetului de stare excepțională,

$$PS = \{ID_{PS} : FF, 00 : x_j, j = \overline{1, M+3}\}; PR = \{ID_{PR} : FF, R_i\}$$

Figura 2, a. Formatul pachetului de declarare a strategiei și reconfigurare.

$$PI = \{ID_{PI} : FF, Ri\}, i = \overline{1, N}; PSi = \{ID_{PSi} : Ri, FF : s_j, j = \overline{1, M+3}\}$$

Figura 2, b. Formatul pachetului de interogare.

$$PE = \{ID_{PE} : Ri, FF : s_j, j = \overline{1, M+3}\}, i = \overline{1, N}$$

Figura 2, c. Formatul pachetului de stare excepțională.

Rețeaua multi-controler prezintă o arhitectură de calcul distribuit cu un număr limitat de componente. Spațiul de adrese este repartizat în conformitate cu Tabelul 1.

Tabelul 1. Repartizarea spațiului de adrese.

| N.r. | Adresa dispozitiv | Regimul de funcționare a Robotului   |
|------|-------------------|--|
| 1.   | 00h               | Comunicare broadcast, Robotul Master transmite datele pentru toți Roboții Slave din sistem       |
| 2.   | 01h - FEh         | Adrese rezervate pentru Roboții Slave. Comunicare unicast dintre Robotul Master și Roboții Slave |
| 3.   | FFh               | Adresa Robotului Master.   |

Conform protocolului comunicare dintre doi Roboți Slave nu este prevăzută. Acest lucru exclude apariția conflictelor în procesul de comunicare și respectiv mărește funcționalitatea sistemului în întregu.

### 4. Structura robotului mobil

Structura Robotului Mobil este prezentată în Figura 3, unde:

**Sistem de Comunicare Wireless** – dispozitive pentru organizarea schimbului de date dintre componentele sistemului multi-robot (433 MHz Parallax RF Transceiver/Receiver Module **RB-Pix-185**); **Sistem Microcontroler** – dispozitiv microcontroler pentru execuția programului definit în dependență de funcția ocupată în structura sistemului multi-robot (ATmega128); **Senzori de Stare** – set de senzori pentru identificarea stării Robotului Mobil (ITG-3200, PIR, ultrasonic, HMC5883L); **Driver de Acțiune** – set de amplificatoare de putere pentru acțiunea asupra motoarelor sistemului locomotor (Sabertooth Dual 5A 6V-18V Motor Driver); **Sistem Locomotor** – platforma și setul de motoare pentru asigurarea mobilității Robotului (Magician Chassis); **Strategie/Stare** – flux de date de comunicare dintre componentele sistemului multi-robot; **Stare** – flux de date de stare a Robotului Mobil; **Control** – flux de date de acțiune asupra sistemului locomotor pentru deplasarea Robotului Mobil.

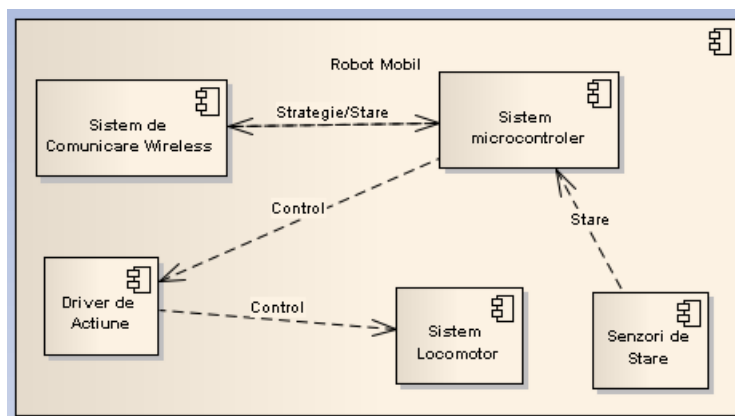


Figura 3. Structura Robotului Mobil.

## 5. Concluzii

În lucrarea de față se propune proiectarea unei rețele multi-controler pentru gestiunea sistemelor de Roboți Mobili care funcționează sub o strategie unică și efectuează un lucru comun. În procesul de proiectare s-a elaborat topologia rețelei (topologie stea) unde în calitate de element central de comunicare este amplasat Robotul Master și o mulțime de elemente de calcul Roboți Slave. S-a elaborat protocolul și formatul pachetelor de comunicare dintre componentele rețelei, și s-a repartizat spațiul de adrese ale elementelor de calcul în dependență de rolul și funcția efectuată de acesta. S-a elaborat structura robotului indicându-se principalele blocuri funcționale și dispozitive tehnice propuse spre utilizare pentru testarea funcțională a rețelei și a sistemului.

În continuare se prevede de a testa funcțional topologia rețelei, formatele pachetelor de comunicare, elaborarea concepției de strategie, elaborarea algoritmilor de funcționare pentru regimul de funcționare a Robotului Master și a Roboților Slave, și implementarea acestora în resursele tehnice menționate mai sus.

## 6. Mențiuni

Proiectarea rețelei multi-controler pentru gestiunea sistemelor de Roboți Mobili s-a efectuat în laboratorul Centrului Studențesc de Creativitate Tehnică „Hard and Soft” din cadrul Facultății Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei.

## Bibliografie

- И. М. Макаров и др. *Интеллектуальные робототехнические системы: тенденции развития и проблемы разработки*. Мехатроника, автоматизация, управление. – 2004. – № 10. – С. 7-18.
- <http://ro.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> (citat 9.11.2012).
- Lages W.S., Alves J.A. *Real-Time control of a mobile robot using linearized model predictive control*. [http://www.ece.ufrgs.br/~fetter/mechatronics2006\\_147.pdf](http://www.ece.ufrgs.br/~fetter/mechatronics2006_147.pdf) (citat 19.10.2012).
- Nurmaini S., Primanita A. *Modeling of mobile robot system with control strategy based on type-2 Fuzzy logic*. International Journal of Information and Communication Technology Research. Volume 2 No. 3, March 2012, pp. 235-242, ISSN 2223-4985
- Dumitrescu D. *Algoritmi genetici și strategii evolutive – Aplicații în Inteligența Artificială*. Editura ALBAȘTRA, 2008, 228 p.