

RETEA DE SEMZORI MOBILI IN BAZA DE SISTEM MULTI-ROBOT

Victor ABABII, Viorica SUDACEVSCHI, Marin PODUBNII

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrarea de față este descrisă proiectarea unei rețele de senzori bazată pe un sistem de roboți mobili. Topologia sistemului reprezintă o structură de calcul distribuită formată dintr-un PC Server, rețea locală cu puncte de acces WAP, un set de Roboți Master Mobili cu funcții Gateway și o mulțime de Roboți Slave Mobili grupați după domeniul de investigație. Conceptul de control a procesului de achiziție a datelor se bazează pe strategia generată de PC Server care, prin intermediul Roboților Master, este distribuită fiecărui Robot Slave. Roboții Master îndeplinesc și funcția Gateway pentru transmiterea datelor prin rețeaua TCP/IP și rețelele RFC (Radio Frequency Communication), folosind protocoalele de comunicare respective. Pentru a verifica funcționalitatea sistemului a fost implementată o rețea cu patru senzori pentru măsurarea gradientului temperaturii în jurul unei surse de căldură.

Cuvinte cheie: Sistem Multi-Robot, Rețea Wireless de Senzori, VI LabVIEW, Robot Mobil Master, Robot Mobil Slave.

1. Introducere

Roboții Mobili reprezintă un sistem complex care poate efectua diferite activități într-un mediu real, cu acces limitat pentru ființele umane. Sistemul Multi-Robot este compus dintr-un set de microcontrolere, servomotoare și senzori care asigura deplasarea roboților în mediul de lucru. Reușita executării unei sarcini depinde în mare măsură atât de corectitudinea de descriere a sarcinii, cât și de capacitatea roboților de a se orienta în spațiul de lucru [3].

Un interes deosebit prezintă implicarea sistemului de Roboți Mobili în rezolvarea problemelor de decizie colectivă [1]. O decizie colectivă, în cazul unui sistem Multi-Robot, poate fi definită prin declararea unei strategii globale sau individuale pentru fiecare robot în parte. Strategia, în acest caz, reprezintă o funcție de extrapolare a comportării sistemului Multi-Robot pe un interval de timp definit [2,3].

În prezent, una din direcțiile de perspectivă în proiectarea sistemelor Multi-Robot este utilizarea tehnologiei Rețelelor Senzoriale Fără Fir (WSN) [6] pentru măsurarea și monitorizarea parametrilor de mediu de către roboții mobili în spațiul de lucru.

În lucrarea de față este descrisă proiectarea unei rețele de senzori bazată pe un sistem Multi-Robot mobil, caracteristicile căruia sunt: mobilitatea, oferită de sistemul de roboți, control strategic centralizat, utilizarea Rețelelor de Senzori Fără Fir (WSN) pentru măsurarea și stocarea datelor, procesarea datelor în mediul de proiectare virtuală VI LabVIEW [5].

2. Structura Sistemului Multi-Robot

Structura sistemului Multi-Robot reprezintă o arhitectură de calcul distribuit (Figura 1) care include următoarele module:

PC Server – calculatorul principal cu funcții de server pentru stocarea și procesarea datelor; **WSND 1,2** – **Wireless Sensor Network** spațiul de investigații; **WAP** – **Wireless Access Point**; **MR/GW** – Robotul Master și sistemul Gateway; **SR/S** – Roboți Slave cu senzori de bord; **RFC** – Radio Frequency

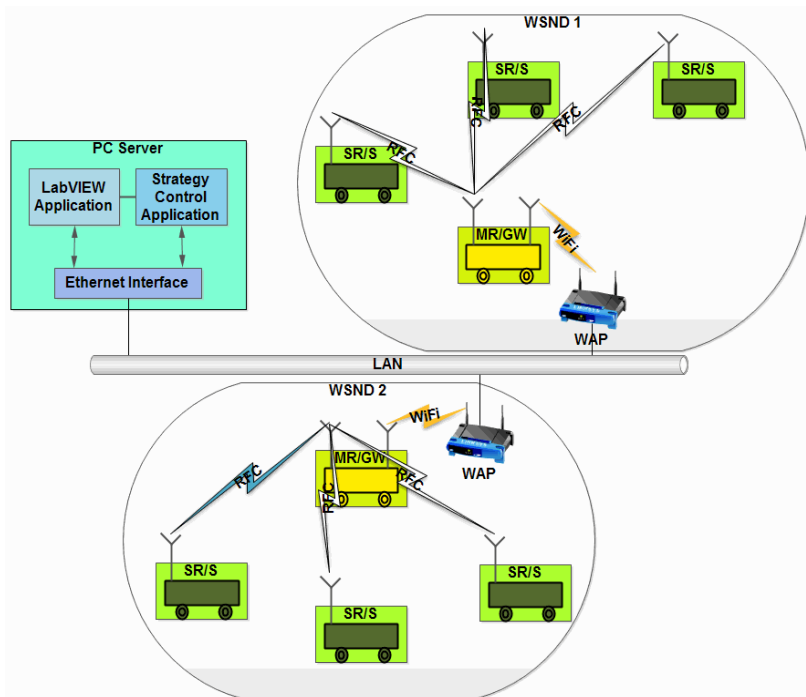


Figura 1. Structura sistemului Multi-Robot.

Communication; *Wi-Fi* – Wireless Fidelity [4]. PC server-ul constă din: *LabVIEW Application* pentru stocarea, procesarea și afișarea datelor în formă grafică, *Strategy Control Application* pentru generarea strategiei de evoluție a sistemului și *Ethernet Interface* pentru accesul la rețeaua LAN;

Modul de funcționare al sistemului. Aplicația *Strategy Control Application* generează strategia de control, transmisă prin rețeaua LAN robotului master MR/GW. Acesta, la rândul său, distribuie fiecărui robot Slave SR/S activitățile pentru următorul interval de timp. Robotul Slave în baza sarcinii primite, efectuează achiziția de date și transmiterea lor pe server, prin robotul master. Procesarea datelor recepționate de la roboti are loc în mediul *LabVIEW*.

3. Structura Roboților Mobili

Rețeaua de senzori multi-robot este formată din două tipuri de roboți: un robot cu funcție de Master și un set de roboți cu funcție de Slave.

Structura Robotului Master MR/GW este prezentată în Figura 2 (a) și constă din: *Wi-Fi Module* – modul pentru comunicarea în rețeaua *Wi-Fi* (RB-DFr-132); *RF Module* – modul pentru comunicarea dintre roboți (APC-220); *MCU ATmega 2560* – microcontroler ATmega 2560 pentru legătura dintre protocolul de rețea TCP/IP și modulul RF; *A1, A2* – antene; *Local Control* – control local al robotului mobil; *Driver Control* – drivere (L293D) pentru comanda motoarelor pas cu pas *M1* și *M2*; *MCU ATmega 16* – microcontroler ATmega 16 pentru gestiunea procesului de deplasare a robotului mobil.

Structura

Robotului Slave

SR/S este prezentată în Figura 2 (b) și este formată din: *RF Module* – modul pentru comunicarea dintre roboți (APC-220); *MCU ATmega 1280* – microcontroler ATmega 1280 pentru achiziția datelor de la senzori și comunicarea prin canalul RF; *S1* – senzor de temperatură și umiditate (DHT-11);

S2 – senzor de presiune și altitudine (BMP-085); *S3* – senzor de temperatură (DS18B20); *S4* – senzor de gaze (MQ-165); *A2* – antena; *Local Control* – controlul local cu robotul mobil; *Driver Control* – drivere (L293D) pentru comanda motoarelor pas cu pas *M1* și *M2*; *MCU ATmega 16* – microcontroler ATmega 16 pentru gestiunea procesului de deplasare a robotului mobil.

4. Exemplu de Analiză a unui Mediu Ne-omogen în Baza Sistemului Multi-Robot

Fie dat un mediu ne-omogen (Figura 3) cu o sursa de căldură *HS*. Măsurarea temperaturii și transmiterea datelor la Robotul Master MR/GW este efectuată de patru Roboți Slave SR/S care se deplasează din centru spre extremitățile terenului investigat. Datele recepționate de Robotul Master MR/GW sunt retransmise la dispozitivul WAP conectat la

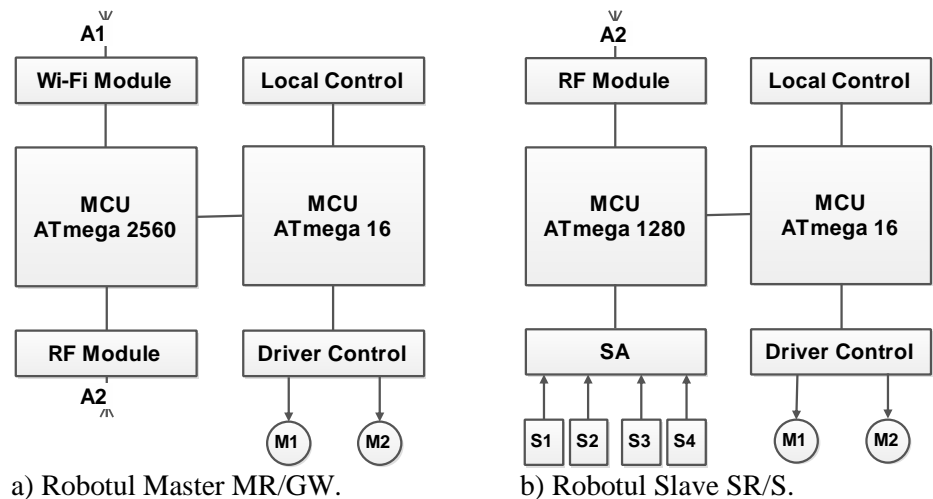


Fig. 2. Structurile Roboților Mobili.

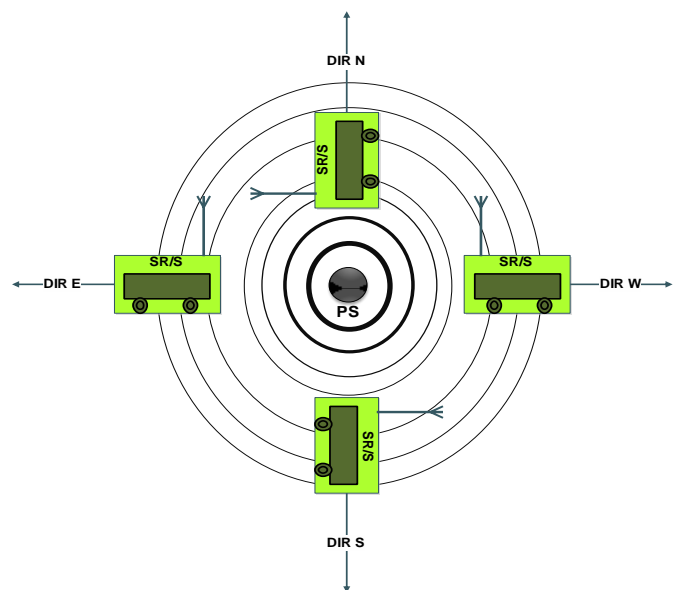


Figura 3. Modelul de investigare al mediului ne-omogen.

rețeaua LAN (Figura 1). Stocarea și procesarea datelor recepționate de la rețeaua de senzori se efectuează în mediul de programare virtuala VI LabVIEW [5].

În Figura 4 este prezentat panoul frontal al aplicației LabVIEW [5] pentru procesarea datelor care include: **Zone 1,2,3** – selectarea zonei pentru investigații; **Stop** – stoparea programului; **Select Device** – selectarea Robotului Slave SR/S pentru configurare și vizualizarea datelor recepționate; **Adress IP** – adresa IP (10.10.10.100) a Robotului Master MR/GW și Portul (1011) care servește pentru adresarea Robotului Slave SR/S din sub-rețeaua respectivă WSND; **Data** – valoarea datelor achiziționate de la senzor; **Coordinates** – coordonata Robotului Slave SR/S în spațiul WSND; **3D Surface** – rezultatul interpolării datelor obținute de la senzori.

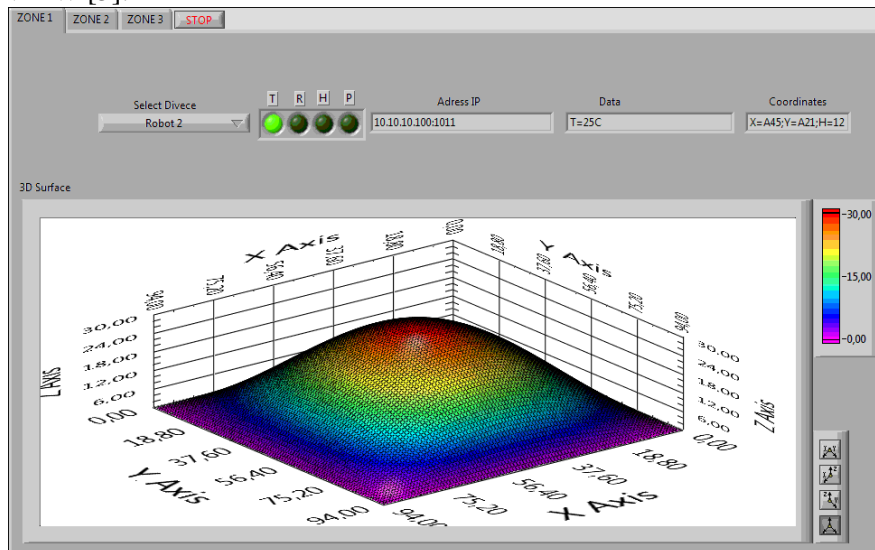


Figura 4. Rezultatul investigații mediului ne-omogen.

Concluzii

Rețeaua de senzori în baza sistemului de roboți mobili, propusă în lucrare, poate fi utilizată pentru investigarea mediilor nocive, inaccesibile pentru ființele umane. În dependență de tipul senzorilor utilizați, poate fi efectuată măsurarea temperaturii, concentrației de gaze, intensității câmpurilor generate de surse de poluare radioactivă etc. Structura sistemului reprezintă o rețea de senzori amplasați pe Roboții Mobili care se deplasează în mediul investigat conform unui algoritm. Topologia rețelei reprezintă o structură Master – Slave. Rezultatele achiziției datelor sunt stocate și procesate de o aplicație LabVIEW care afișază datele în format 3D.

Pe viitor se preconizează perfecționarea algoritmului de generare a strategiei pentru Robotul Master și Robotul Slave, evaluarea criteriilor de calitate a strategiilor generate, elaborarea unui algoritm pentru generarea strategiei în regim dinamic.

Bibliografie

- [1] A. Grushin and J. Reggia. Automated design of distributed control rules for the self-assembly of prespecified artificial structures. *Robotics and Autonomous Systems*, 56(4):334–359, 2008.
- [2] М. Подубный, Г.И Сафонов, К. Абабий. Перспективные мобильные мульти-агентные вычислительные системы (In en: Prospective mobile multi-agent computing systems). Черкассы 2013.
- [3] М. Подубный, Г. Сафонов, В. Абабий, В. Судачевски. Локальная сеть для управления системой мобильных роботов. (In en: “LAN for mobile robots system control”). Севастополь 2013.
- [4] T.S. Rappaport. *Wireless communications, principles and practice*. Prentice Hall, 1996.
- [5] <http://www.ni.com/labview/wsn/> (accessed 1.10.2013).
- [6] Saad Ahmed Munir, Xie Dongliang, Chen Canfeng and Jian Ma (2011). *Mobile Wireless Sensor Networks: Architects for Pervasive Computing*, *Wireless Sensor Networks*, (Ed.), ISBN: 978-953-307-325-5, InTech, DOI: 10.5772/38734. Available from: <http://www.intechopen.com/books/wireless-sensor-networks/mobile-wireless-sensor-networks-architects-for-pervasive-computing> (accessed 15.10.2013).