

САМОНАВИГИРАЩА СЕ АВТОНОМНА РОБОТИЗИРАНА СИСТЕМА

гл.ас. Атанас Иванов Димитров, гл.ас. Владимир Михайлов Германов,
доц. д-р Станислав Денчев Симеонов, БСУ, д-р инж. Нели Симеонова,
Христо Костадинов Гендов, ТУ – София,

SELF-NAVIGATING AUTONOMOUS ROBOT SYSTEM

Atanas Ivanov Dimitrov, Vladimir Mihailov Germanov, Stanislav Denchev Simeonov,
Neli Simeonova, Hristo Kostadinov Gendov

***Abstract:** In this paper a self- navigating autonomous mobile robot, build in department of informatics and computer science in Burgas Free University is presented. The robot system collect information from eight ultrasonic distance sensors to manage your own position and to navigate in a known or unknown environment depends on selected mode.**

***Key words:** autonomous mobile robot, navigation, ultrasonic sensor*

Въведение

В днешни дни все по-често се говори за ролята на автономните мобилни роботизирани системи и нарастващата им значимост в живота на хората. С непрекъснатото им развитие и усъвършенстване, приложните им области се разширяват. Успешно заемат позиции в реални промишлени системи, в сферата по поддръжка и обслужване, както на стопански и трудно достъпни обекти, така и на възрастни хора и хора с увреждания. Намират широко приложение при спасителни, дълбоководни и космически операции и при операции в среди с висока степен на опасност за човека [1], [2].

Неразделна част от специфичните функции, за които е била проектирана роботизираната система е и функцията осъществяваща точното и позициониране и навигация в случаите, когато обкръжаващата среда е позната [3] и локализацията и картирането на средата, когато тя е неизвестна. Проблемът за едновременното локализиране и картиране (**S**imultaneous **L**ocalization **A**nd **M**apping) на неизвестна среда е описан в редица изследвания и публикации [4] ÷ [7], [9] и най-често за решаването му се прибягва до използването на статистически математични апарати и алгоритми - от вида разширен филтър на Калман (**E**xtended **K**alman **F**ilter), **M**CL (**M**onte **C**arlo **L**ocalization) [10] или елементи и алгоритми от теорията на вероятностите като, локализация по Марков (**M**arkov **L**ocalization) [8]. Всички тези методи изискват определено количество данни, в подходяща метрична система, като най-често информацията се получава от сензорната подсистема на робота [1], а за определяне параметрите на средата се

* Този доклад е част от работата по научно изследователските проекти към академия на науките с №: RNF_09_0037, D002-13, DID 02-14 и одобрен от министерството на образованието по програмата за „Стимулиране на научните изследвания в държавните висши училища”, проект с № DVU_10_0200.

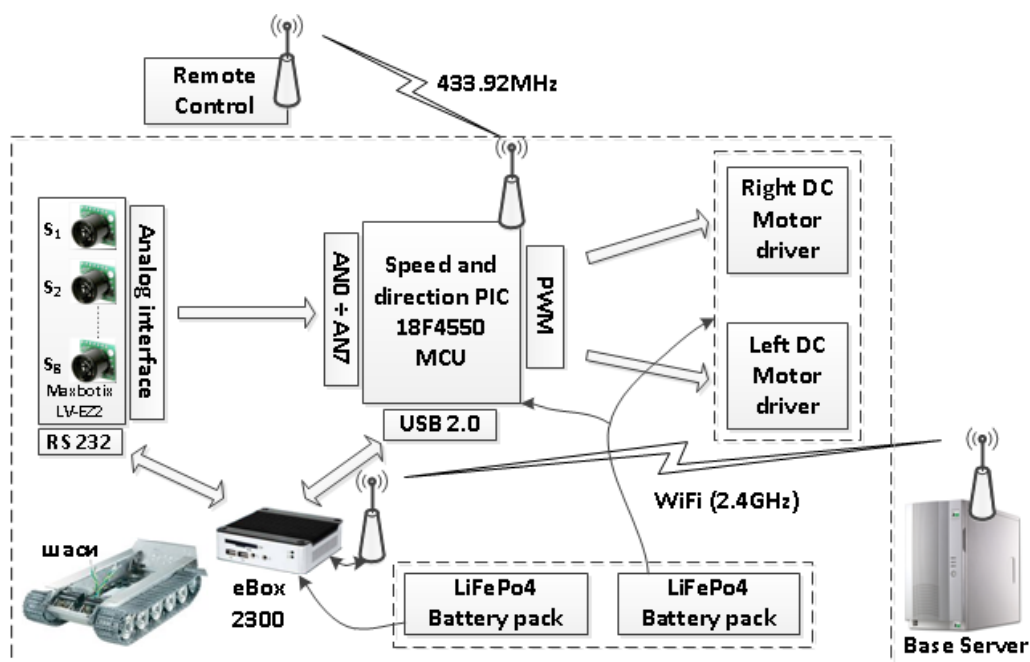
използват предимно камери, лазерни, ултразвукови и инфрачервени далекосери, радио и GPS системи и др.

Целта на настоящата публикация е да се демонстрира едно инженерно решение на самонавигираща се автономна мобилна система, използващо като източник на информация ултразвукови сензори.

Концепция на автономна мобилна роботизирана система

Блоковата схема на автономната мобилна роботизирана система е показана на фиг.1. Тя съдържа следните основни блока:

- Сензорен блок за измерване на разстояние до обекти;
- eBox 2300 миникомпютър с операционна система Windows CE;
- 8 битов микроконтролер от фирмата Microchip PIC18F4550;
- Драйверни стъпала за ляв и десен двигател;
- Контролно дистанционно управление;
- Базов сървър;
- Захранващ източник.



Фиг.1. Блокова схема на автономната мобилна система

За измерване на разстоянието до различни обекти се използват 8 ултразвукови сензора на фирмата Maxbotix LV-EZ2, осигурени с помощта на научно изследователски проект от Бургаски Свободен университет с № Д11 „Изследване алтернативни измервания на разстояния и обекти на база близко обхватни сензори за позициониране,.. Сензорите имат обхват от 6 до 254 инча и изключително малка консумация (3mA при захранване от 5V и 2mA при 3.3V) [11], което ги прави особено подходящи за системи с батерийно захранване. Особеност на използваните сензори, е че информацията за разстоянието може да бъде представена по 3 различни начина – чрез ШИМ изход със скалируемост на ШИМ сигнала 147µs/inch, от аналогов изход със

стъпка на напрежението ($V_{cc}/512$)/inch и по сериен интерфейс с бодова скорост от 9600 Baud при 8 бита данни, един стоп бит и без проверка по четност (9600Baud, 81N), като и трите изхода са активни едновременно.

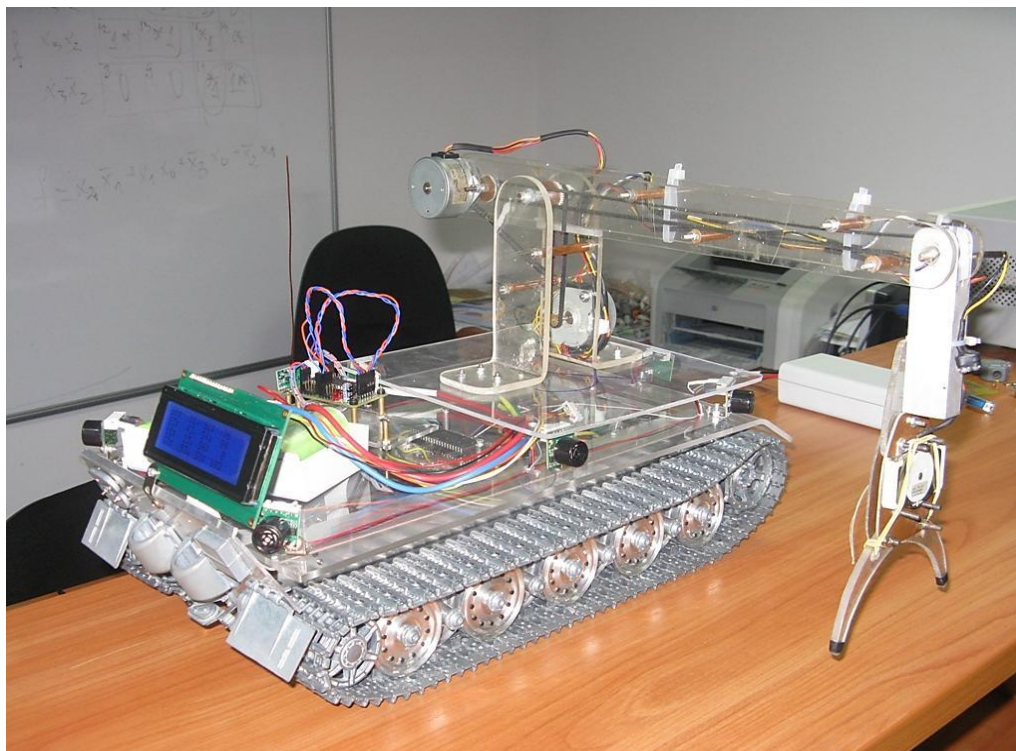
При реализацията на роботизираната система е избрано връзката със сензорите да се осъществява по аналогов и сериен интерфейс, като по серийният интерфейс данните се предават директно към миникомпютъра eBox 2300, а аналоговите изходи са свързани към аналоговият интерфейс на микроконтролера PIC18F4550.

Главното предназначение на миникомпютъра eBox 2300 е да извършва основните математически изчисления необходими за предвижването и навигацията на робота в зависимост от данните от сензорите и в съответствие с разработената в [12] система за размита логика. PIC базираната система се грижи за правилната интерпретация на данните и изработването на съответните сигнали за ляв и/или десен мотор. Връзката между двете системи се осъществява по USB 2.0 интерфейс, който е хардуерно реализиран в избраният PIC микроконтролер.

Предвидено е системата да може да комуникира с външни сървърни станции, посредством WiFi 802.11b/g/n мрежа. Допълнителен контрол на системата може да се осъществява и чрез полу-дуплексен радио канал на честота 433.92MHz, който основно ще се използва при аварийни ситуации за дистанционно управление на робота.

Захранването на робота се осигурява от две LiFePo4 акумулаторни батерии с капацитет от 2300mAh и номинално напрежение 13.2V, като в случая се използва разпределена захранваща система т.е. едната батерия осигурява енергията на двигателите и PIC микроконтролера, а другата на миникомпютъра eBox 2300.

Така реализираната система е показана на фиг.2.



Фиг.2. Автономна Мобилна роботизирана система

Фиг.3. Блокова схема на комуникацията между eBox 2300 и PIC18F4550

Самият протокол използва 4 байта за комуникация, от които първите два са контролни и основното им предназначение е да предотвратят приемането на случайни данни. Следващите два байта съдържат информация за посоката и скоростта на въртене на левият и десният двигател, като тук за задаване на скоростта се използват 7 бита, т.е. могат да се дефинират до 128 различни скорости, а 8 бит се използва за указване на посоката движение – 0 движение на пред; 1 – движение назад. Следващият фрагмент от програмен код написан на езика BASIC демонстрира имплементирането на протокола за комуникация в автономната роботизирана система.

```

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
1: Main:
2: SERIN PORTC.4,N2400,5,do_nothing, [$AA, $55], rcv_x, rcv_y
3:  IF rcv_x >= 128 THEN
4:   pwm_x = rcv_x - 128
5:   PORTB.0 = 0
6: ELSE
7:   pwm_x = 127 - rcv_x
8:   PORTB.0 = 1
9: ENDIF
10: IF rcv_y >= 128 THEN
11:  pwm_y = rcv_y - 128
12:  PORTB.1 = 0
13: ELSE
14:  pwm_y = 127 - rcv_y
15:  PORTB.1 = 1
16: ENDIF
17: HPWM 1, pwm_x*2, 20000
18: HPWM 2, pwm_y*2, 20000
19: GOTO Main
20: do_nothing:
21: pwm_x = 0 : pwm_y = pwm_x
22: HPWM 1, pwm_x, 20000
23: HPWM 2, pwm_y, 20000
24: GOTO Main
25: END
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

```

Тъй като, комуникацията е еднопосочна, т.е. от Ebox 2300 към PIC MCU в програмният код е предвидена една допълнителна защита за спиране на работа, ако не се приемат валидни данни в продължение на 5 ms. Тази защита е реализирана чрез do_nothing процедурата (програшни редове 2 и от 20 ÷ 24), от които става ясно, че ако във времевия прозорец от 5 ms не се получат валидни данни, PIC контролера изработва сигнали за привеждане на двигателите в покой. В случаите, когато такива данни се приемат движението на работа е в съответствие с получените данни.

Заклучение

Създаването на една автономна мобилна роботизирана система е интердисциплинарно начинание, т.е. необходими са познания от областите на токозахранващи устройства и аналогова схемотехника, цифрова и микропроцесорна техника, мобилни и компютърни комуникации, системно и приложно програмиране, в следствие на което една такава система успешно може да се използва при обучение на студенти от специалности КСТ, КЕВЕИ, КТКМ и ИКН обучаващи се в БСУ.

Литература:

- [1] Нойков Св., Георгиев Г., *Изследване на среди чрез автономни мобилни роботи – една технология с универсална приложимост*, Новости – месечен информационен бюлетин за наука и технологии, БАН, бр.6 (46), година V, София, юни, 2007, ISSN 1312-2436.
- [2] Костадинов Ч., Братанов Д., *Алгоритъм за управление на аварийно-спасителен робот*, XVIII ННТК с международно участие „АДП-2009“ стр. 401-405.
- [3] Shen Shaojie, *Navigation System for Autonomous Mobile Robot - A Simultaneous localization and Mapping Approach*, IET YMEC 2009, Hong Kong, 13th July, 2009
- [4] Durrant-White Hugh., Bailey Tim, *Simultaneous Localization and Mapping: Part I*, IEEE Robotics & Automation Magazine, June, 2006
- [5] Bailey Tim, Durrant-White Hugh., *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM): Part II*, IEEE Robotics & Automation Magazine, September, 2006
- [6] M. Montemerlo and S. Thrun, *Simultaneous localization and mapping with unknown data association using FastSLAM*, (2003), IEEE International Conference on Robotics and Automation (Cat. No.03CH37422), pp. 1985-1991.
- [7] S. Se, D. Lowe, and J. Little, *Mobile Robot Localization and Mapping with Uncertainty using Scale-Invariant Visual Landmarks*, The International Journal of Robotics Research, vol. 21, (Aug. 2002), pp. 735-758.
- [8] D. Fox, W. Burgard, S. Thrun, *Markov localization for mobile robots in dynamic environment*, Journal of Artificial Intelligence Research, vol.11, (1999), pp.391-427
- [9] Leonard, J.J. and Durrant-whyte, H.F., *Simultaneous map building and localization for an autonomous mobilerobot*. Proceedings IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robotics and Systems, Osaka, Japan. (1991), pp. 1442–1447
- [10] Sebastian Thrun, Dieter Foxy, Wolfram Burgardz, and Frank Dellaert, *Robust Monte Carlo Localization for Mobile Robots*, Artificial Intelligence, Vol. 128, No. 1-2. (May 2001), pp. 99-141.
- [11] <http://www.maxbotix.com/uploads/LV-MaxSonar-EZ2-Datasheet.pdf>
- [12] Simeonov et al. *Computer System for Navigating a Mobile Robot*, IEEE Symposium on Computer and Informatics (ISCI 2011), Kuala Lumpur, Malaysia, ISBN: 978-1-61284-690-3, p.183-187, 2011