

OPRACOWANIE ARCHITEKTURY SPRZĘTOWO-PROGRAMOWEJ AUTONOMICZNEGO ROBOTA MOBILNEGO WYPOSAŻONEGO W SYSTEM WIZYJNY

Mikołaj Tatar, Piotr Kohut

mtatar@agh.edu.pl, pk@agh.edu.pl

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Polska
AGH University of Krakow, Faculty, Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland

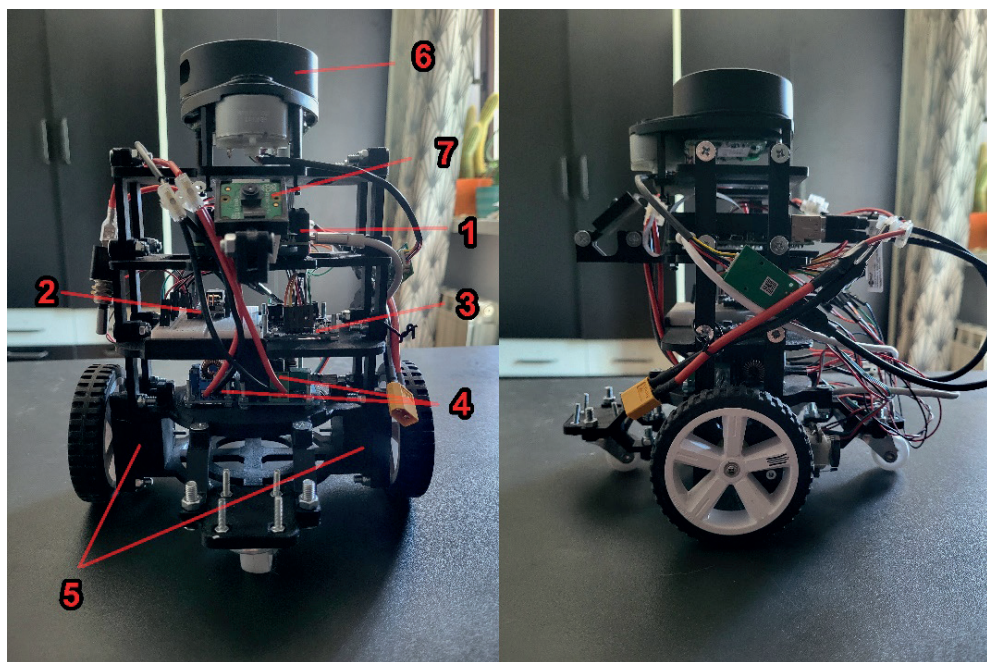
Streszczenie

Celem pracy było opracowanie oraz implementacja architektury sprzętowo-programowej robota mobilnego wyposażonego w system wizyjny. System został oparty o minikomputer Raspberry Pi 4B, współpracujący z układem sterowania złożonym z mikrokontrolera DFRduino Nano V4.0 oraz sterownika silników Cytron. Robot wykorzystuje napęd dyferencjalny z dwoma kołami wyposażonymi w enkodery, które dostarczają danych niezbędnych do wyznaczania odometrii.

Na mikrokontrolerze DFRduino przeprowadzane są operacje przekazywania informacji o impulsach z enkoderów do raspberry oraz ustawianie zadanej prędkości PWM na sterowniku silników poprzez regulację PID. Do realizacji zadania jednoczesnej lokalizacji i mapowania (SLAM) zastosowano czujnik LiDAR. Na platformie Raspberry Pi zainstalowano system operacyjny Ubuntu wraz ze środowiskiem ROS2 [1]. System wizyjny oparto

o kamerę Raspberry Pi Camera HD v2 o rozdzielczości 8 MPx, wykorzystującej interfejs V4L2. Wszystkie komponenty zostały zamontowane na ramie wykonanej w technologii druku 3D (Rys. 1).

W celu implementacji metody lokalizacji robota w przestrzeni zastosowano algorytm AMCL (Adaptive Monte Carlo Localization), natomiast do zadania nawigacji wykorzystano algorytm Dijkstry poprzez framework Nav2 [2]. Przeprowadzone eksperymenty potwierdziły poprawność działania opracowanego systemu, umożliwiając skuteczne mapowanie otoczenia oraz autonomiczną nawigację robota w badanym środowisku. W dalszych pracach zaimplementowane zostaną algorytmy systemu wizyjnego umożliwiające sterowanie robotem za pomocą gestów oraz rozwijane będą metody fuzji danych oparte o aktualnie zastosowane i nowe sensory takie jak kamery głębi.



Rys. 1 Opracowany prototyp autonomicznego robota mobilnego. Główne komponenty systemu: (1) Raspberry Pi 4B, (2) moduł DFRduino, (3) sterownik silników Cytron, (4) przetworniki napięcia, (5) silniki DC z enkoderami, (6) LiDAR oraz (7) kamera.

Fig. 1 Designed prototype of a mobile robot. Main system components: (1) Raspberry Pi 4B, (2) DFRduino module, (3) Cytron motor driver, (4) voltage step-down converters, (5) DC motors with encoders, (6) LiDAR and (7) rgb camera.

Słowa kluczowe:

roboty mobilne, systemy wizyjne, SLAM

Keywords:

mobile robot, vision system, SLAM

Bibliografia / Citations

[1] S. Macenski, T. Foote, B. Gerkey, C. Lalancette, W. Woodall, "Robot Operating System 2: Design, architecture, and uses in the wild," *Science Robotics* 66, vol. 7, May 2022. DOI: 10.1126/scirobotics.abm6074

[2] S. Macenski, F. Martín, R. White, J. Clavero. The Marathon 2: A Navigation System. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2020. <https://doi.org/10.1109/IROS45743.2020.9341207>

DEVELOPMENT OF A HARDWARE-SOFTWARE ARCHITECTURE OF AN AUTONOMOUS MOBILE ROBOT WITH A VISION SYSTEM

Mikołaj Tatar, Piotr Kohut

mtatar@agh.edu.pl, pk@agh.edu.pl

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Polska

Abstract

This research paper aimed to design and implement a hardware-software architecture for a mobile robot with a vision system. The system is based on a minicomputer, the Raspberry Pi 4B, which cooperates with a control system consisting of a microcontroller, the DFRduino Nano V4.0, and a Cytron motor driver. The robot uses a differential drive with two wheels equipped with encoders, which provide the necessary data for odometry.

On a DFRduino microcontroller, tasks such as forwarding encoder data to the Raspberry Pi and setting PWM velocity on a motor driver with a PID regulator are executed. To perform simultaneous localization and mapping, a LiDAR sensor was used. As the operating system for the Raspberry Pi, Ubuntu OS was installed with a ROS2 environment [1]. The vision system was ba-

sed on a Raspberry Pi Camera HD v2 with 8 MPixel resolution, using the V4L2 interface. Each mentioned component was installed on a frame manufactured using 3D printing technology (Fig.1.).

To implement robot localization in 3D space, the AMCL (Adaptive Monte Carlo Localization) algorithm was employed, while the Dijkstra algorithm was used for navigation within the Nav2 framework [2]. The experiments confirmed the correct operation of the developed system, enabling effective environmental mapping and autonomous navigation of the robot in the test environment. Further work will involve implementing vision system algorithms enabling gesture-based robot control and developing data fusion methods for current and new sensors, such as depth cameras.