

Projekt akademicki – mobilny robot autonomiczny

Yan Korzun, Jakub Słupczewski

4 lutego 2026

Cel projektu

Celem projektu było zaprojektowanie, zbudowanie oraz zaprogramowanie mobilnego robota autonomicznego zdolnego do:

- poruszania się po trasie wyznaczonej taśmą kolorową,
- reagowania na zmiany koloru trasy,
- realizacji zadania transportu ładunku.

Projekt był realizowany w warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem platformy Lego Mindstorms oraz oprogramowania w języku Python.

Technologie: Python, ev3dev2, Lego Mindstorms, czujniki koloru, silniki DC

Forma: projekt zespołowy (2 osoby)

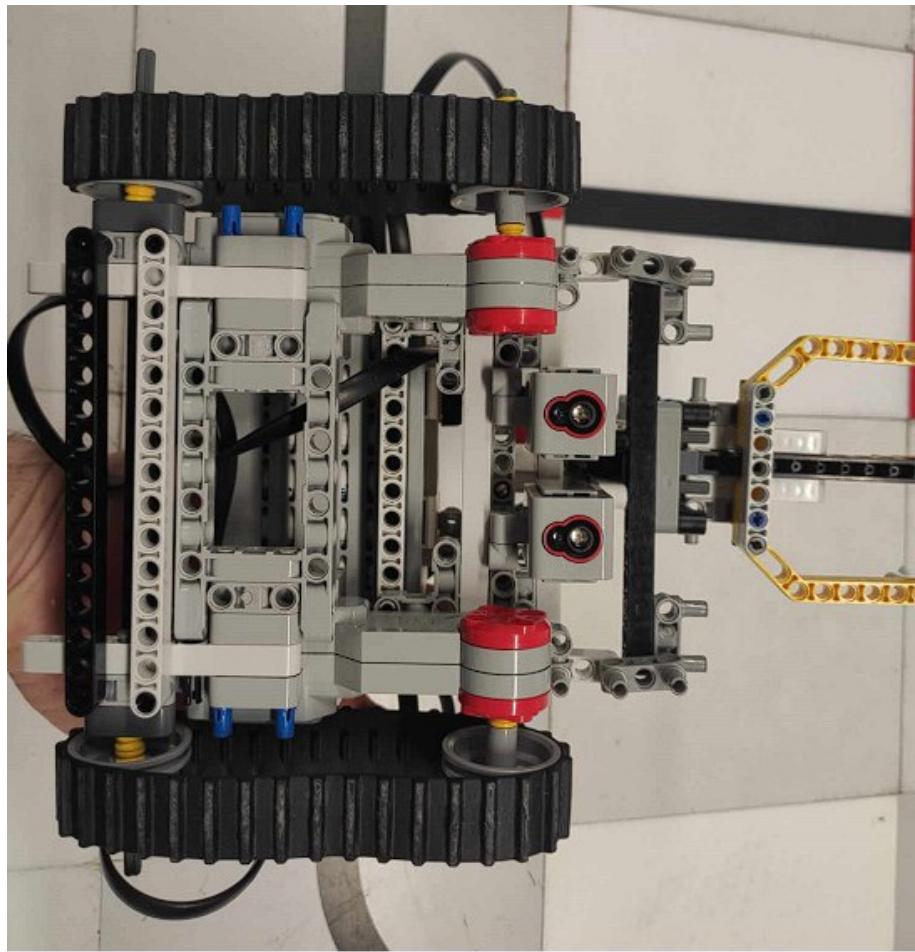
Rola: implementacja oprogramowania i algorytmów sterowania

Opis platformy robota

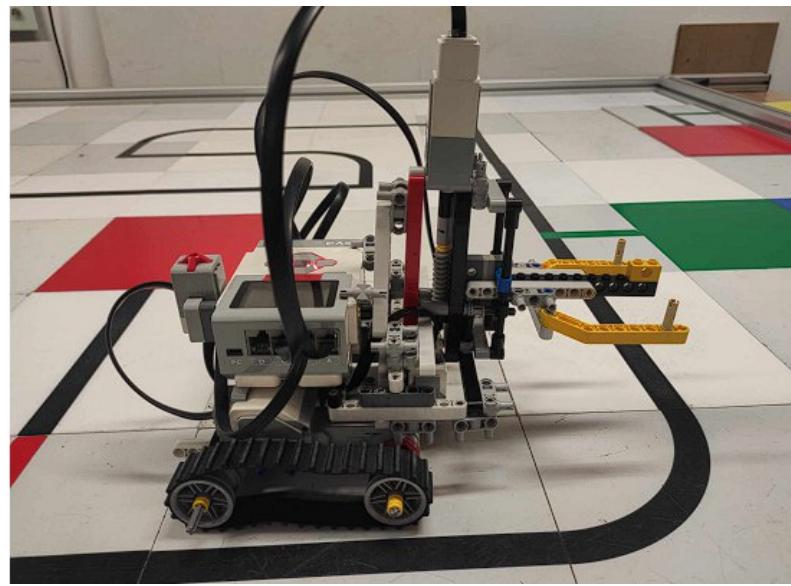
Robot został zbudowany na platformie Lego Mindstorms z napędem gąsienicowym, pozwalającym na obrót w miejscu. Platforma została wyposażona w:

- dwa czujniki koloru umieszczone z przodu robota,
- dwa silniki napędowe (lewy i prawy),
- silnik średni sterujący mechanizmem chwytaka,
- czujnik dotyku wykorzystywany jako przycisk startowy.

Rozmieszczenie czujników miało istotny wpływ na stabilność algorytmu śledzenia linii, szczególnie na zakrętach oraz przy zmianach koloru trasy.



Rysunek 1: Baza jezdna robota



Rysunek 2: Rozmieszczenie czujników koloru i mechanizmu chwytaka

Architektura oprogramowania

Oprogramowanie robota zostało zaimplementowane w języku Python z wykorzystaniem biblioteki `ev3dev2`. Logika sterowania została oparta na automacie stanów skończonych (FSM), gdzie każdy stan odpowiadał określonemu etapowi realizacji zadania. Główne stany obejmowały:

- inicjalizacja i oczekiwanie na sygnał startowy,
- śledzenie linii czarnej i wykrycie linii kolorowej,
- detekcja punktu podniesienia ładunku,
- sterowanie mechanizmem chwytaka,
- transport i odłożenie ładunku.

Przejścia pomiędzy stanami były zależne od:

- aktualnych odczytów czujników koloru,
- czasu trwania danego stanu,

Algorytm śledzenia linii

Algorytm śledzenia linii oparty był na porównywaniu odczytów z dwóch czujników koloru. W zależności od ich stanu robot:

- poruszał się na wprost, gdy oba czujniki wykrywały kolor trasy,
- korygował tor jazdy poprzez różnicowanie prędkości silników,
- w przypadku utraty linii wykonywał sekwencję obrotów w celu jej odnalezienia.

W algorytmie zastosowano:

- zmienną przechowującą ostatnią stronę, po której widziana była linia,
- licznik czasu obrotu w celu uniknięcia oscylacji,
- empirycznie dobrane parametry prędkości liniowej i kątowej.

Zastosowane podejście umożliwiało przejazd trasy z zakrętami 90° , jednak kosztem pojawiających się oscylacji ruchu przy większych prędkościach.

Realizacja zadania transportu ładunku

Zadanie transportu ładunku zostało zaimplementowane jako sekwencja stanów automatu sterującego. Obejmowało ono:

- podążanie za linią do punktu podniesienia ładunku,
- detekcja odpowiedniego koloru trasy,
- sterowanie silnikiem mechanizmu chwytaka,
- zmiana kierunku jazdy po podniesieniu ładunku,
- transport i odłożenie ładunku w wyznaczonym miejscu.

Ze względu na ograniczoną liczbę czujników, w niektórych momentach algorytm wykorzystywał timery czasowe jako element logiki sterującej.

Testowanie i strojenie

Testowanie algorytmu odbywało się w środowisku fizycznym poprzez wielokrotne uruchamianie robota z różnych pozycji początkowych. Parametry ruchu, takie jak prędkość liniowa, korekcja oraz czas obrotów, dobierane były metodą empiryczną na podstawie obserwacji zachowania robota.

Zmiana geometrii trasy często wymagała ponownego strojenia parametrów, co uwidoczyliło wrażliwość algorytmu na warunki środowiskowe.

Wnioski

Projekt pokazał istotne różnice pomiędzy rozwiązaniami teoretycznymi a zachowaniem rzeczywistego systemu. W szczególności uwidoczyli:

- wpływ rozmieszczenia czujników na stabilność algorytmu,
- konieczność kompromisów pomiędzy szybkością a stabilnością ruchu,
- znaczenie testów i iteracyjnego strojenia parametrów.

Zrealizowany projekt pozwolił zdobyć praktyczne doświadczenie w projektowaniu i implementacji algorytmów sterowania dla systemów robotycznych działających w środowisku fizycznym.