

Politechnika Warszawska

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI  
I TECHNIK INFORMACYJNYCH



Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej

# Praca dyplomowa inżynierska

na kierunku Automatyka i Robotyka

Generacja trajektorii w systemie IRPOS

Karolina Borkowska

Numer albumu 270800

promotor  
dr inż. Tomasz Winiarski

WARSZAWA 2018



## Streszczenie

**Tytuł:** Generacja trajektorii w systemie IRPOS

*Celem pracy inżynierskiej była modyfikacja systemu IRPOS, umożliwiająca sprawdzenie, czy w trakcie osiągania przez robota IRp6 punktów zadanej drogi nie zostaną naruszone jego ograniczenia fizyczne i dynamiczne. A priori przeanalizowana zostaje trajektoria, którą poruszać się ma robot, by osiągnąć zadane położenie. Zmodernizowany został komponent OROCOS, odpowiedzialny za odbieranie i wstępne sprawdzenie zadania robota. Dodatkowo nowa funkcjonalność wstrzymuje dalsze przetwarzanie rozkazu i związany z nim ruch. Jest to podejście zgodne z wcześniej zaimplementowaną koncepcją reakcji na zadanie punktu końcowego niemożliwego do osiągnięcia dla danego stawu.*

**Słowa kluczowe:** robot IRp6, manipulator robotyczny, system IRPOS, planowanie trajektorii manipulatora, OROCOS, Open Robot Control Software.

## Abstract

**Title:** Generation of robot trajectory in IRPOS system

*The aim of this thesis was modifying IRPOS system, that enables checking whether, during IRp6 robot's movement in the direction of setpoints, the physical and dynamic limitations of the robot are not breached. A priori a possible trajectory is analysed. OROCOS component, responsible for receiving and initial movement task test, was modernised. Moreover, the new functionality blocks further setpoint message processing, thus halting robot's movement. This approach is in accordance with the previously implemented reaction to a setpoint that is impossible to reach by a given joint.*

**Keywords:** IRp6 robot, manipulator robot, IRPOS system, manipulator trajectory planning, OROCOS, Open Robot Control Software .





„załącznik nr 3 do zarządzenia nr 24/2016 Rektora PW

.....  
miejscowość i data

.....  
imię i nazwisko studenta

.....  
numer albumu

.....  
kierunek studiów

### OŚWIADCZENIE

Świadomy/-a odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie, pod opieką kierującego pracą dyplomową.

Jednocześnie oświadczam, że:

- niniejsza praca dyplomowa nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- niniejsza praca dyplomowa nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/-am w sposób niedozwolony,
- niniejsza praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadawaniem dyplomów lub tytułów zawodowych,
- wszystkie informacje umieszczone w niniejszej pracy, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami,
- znam regulacje prawne Politechniki Warszawskiej w sprawie zarządzania prawami autorskimi i prawami pokrewnymi, prawami własności przemysłowej oraz zasadami komercjalizacji.

Oświadczam, że treść pracy dyplomowej w wersji drukowanej, treść pracy dyplomowej zawartej na nośniku elektronicznym (płyce kompaktowej) oraz treść pracy dyplomowej w module APD systemu USOS są identyczne.

.....  
czytelny podpis studenta”



# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
1.1	Wprowadzenie . . . . .	3
1.2	Motywacja . . . . .	3
1.3	Cel pracy . . . . .	4
1.4	Struktura pracy . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Wykorzystany sprzęt i narzędzia</b>	<b>5</b>
2.1	Robot IRp-6 . . . . .	5
2.2	Oprogramowanie bazowe . . . . .	5
2.2.1	ROS . . . . .	5
2.2.2	Open Robot Control Software . . . . .	5
2.2.3	Connman . . . . .	5
2.2.4	Rviz . . . . .	5
2.3	System IRPOS . . . . .	5





# Rozdział 1

## Wstęp

### 1.1 Wprowadzenie

Mechanizmy imitujące ludzi i zwierzęta wydają się być częścią wspólnej kulturowej świadomości od początku istnienia cywilizacji. Mitologie Egipcjan, Greków, Hindusów czy Izraelitów wspominają o urządzeniach, które współczesny czytelnik mógłby nazwać robotami. Największe umysły w historii aspirowały do stworzenia pierwszego autonomicznego pracownika. Wśród pierwszych konstruktorów można znaleźć Leonardo da Vinci’ego, czy Archytas’a z Tarentu. To, co dla naszych poprzedników pozostawało jedynie fikcją, stało się nieodzowną częścią przemysłu w XX wieku. Już pierwsze roboty firmy Unimation cechowały się dokładnością znacznie przewyższającą możliwości ludzkie, dodatkowo zapewniając szybszą produkcję oraz większe bezpieczeństwo pracowników.

Jednym z najczęściej spotkanych typów robotów przemysłowych jest manipulator. W swej budowie przypominają one górne kończyny ludzkie. Zakończone są chwytakami, które choć z zasady mają być odwzorowaniem ludzkiej dłoni, są raczej jej dużym uproszczeniem lub wręcz modyfikacją wprowadzoną do wykonania konkretnego zadania. Człowiek intuicyjnie wybiera rozwiązanie przypominające wytwory natury, przez co manipulatory znajdują szerokie zastosowanie w najróżniejszych gałęziach przemysłu. Sprzęt taki jak kamery, taśmy produkcyjne lub tor jezdny, to podstawowe rozszerzenia, jakie dodawane są do systemów robotycznych, w celu automatyzacji kolejnych etapów produkcji. Od fabryk samochodów, po te skupiające się na wyrobach spożywczych, manipulatory są integralną częścią nowoczesnej cywilizacji.

### 1.2 Motywacja

System IrpOS zapewnia prosty interfejs do pracy z robotami IRp-6 znajdującymi się w laboratorium 012 Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych. Za jego pomocą powstają prace dyplomowe, systemy prototypowe oraz prowadzone są zajęcia dydaktyczne. Jednakże istnieją obszary w których można rozwinąć to oprogramowanie w celu ułatwienia sterowania robotami. Pierwotnie system w żaden sposób nie analizował zadanej trajektorii, po czym dodano sprawdzanie czy poszczególne punkty do osiągnięcia znajdują się

w przestrzeni roboczej sprzętu. W obecnej postaci możliwe jest przekroczenie ograniczeń kinematycznych i dynamicznych robota, poprzez zadanie zbyt krótkiego czasu na osiągnięcie kolejnych pozycji. Nowa funkcjonalność mogłaby przyspieszyć tworzenie programów i wykrywanie błędów, efektywnie prowadząc do prac lepszej jakości.

## 1.3 Cel pracy

Celem niniejszej pracy było stworzenie dodatkowej funkcjonalności systemu IrpOS, która nie pozwoliłaby użytkownikowi na zadanie za krótkiego czasu ruchu. Dodatkowo do terminala wysyłana jest informacja o popełnionym błędzie. Skupiono się na stworzeniu rozwiązania działającego w przestrzeni stawów. Nie zmieniono interfejsu użytkownika, a jedynie dodano analizę trajektorii po odebraniu polecenia przez system. Obliczone zostają maksymalne prędkość i przyspieszenie potrzebne do osiągnięcia zadanej konfiguracji w danym czasie dla kolejno każdego stawu. Jeśli którykolwiek ruch powoduje przekroczenie ograniczeń kinematycznych lub dynamicznych, wywołana zostaje wyżej wspomniana procedura.

## 1.4 Struktura pracy

Praca składa się z sześciu rozdziałów. Rozdział 2 przedstawia sprzęt i narzędzia wykorzystywane do stworzenia pracy. Rozdział 3 prezentuje projekt rozwiązania wybranego problemu. Rozdział 4 opisuje jak realizowano zaproponowane rozwiązanie. Rozdział 5 skupia się na sposobie i wynikach badania poprawności działania nowej funkcjonalności. Rozdział 6 podsumowuje wyniki pracy.

# Rozdział 2

## Wykorzystany sprzęt i narzędzia

### 2.1 Robot IRp-6

Laboratorium 012 Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych wyposażone jest w dwa roboty typu IRp-6. Bazują one na manipulatorach IRb-6, o pięciu stopniach swobody[1].

### 2.2 Oprogramowanie bazowe

#### 2.2.1 ROS

#### 2.2.2 Open Robot Control Software

#### 2.2.3 Connman

#### 2.2.4 Rviz

### 2.3 System IRPOS



# Bibliografia

- [1] Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP. *Dokumentacja techniczno-ruchowa robotów IRb-6 i IRb-60*, 1978.