Spis treści

[1 Wstęp 2](#_Toc531733432)

[1.1 Cel i zakres pracy 2](#_Toc531733433)

[1.2 Podział pracy 2](#_Toc531733434)

[2 Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych 3](#_Toc531733435)

[3 Analiza struktury kinematycznej ramienia żurawia mobilnego 4](#_Toc531733436)

[3.1 Wprowadzenie do kinematyki robotów 4](#_Toc531733437)

[3.1.1 Przesunięcie układu współrzędnych 4](#_Toc531733438)

[3.1.2 Obroty podstawowe 4](#_Toc531733439)

[3.1.3 Przekształcenie jednorodne 5](#_Toc531733440)

[3.2 Zadanie proste i odwrotne kinematyki 5](#_Toc531733441)

[3.3 Wyznaczenie rozwiązań kinematyki prostej i odwrotnej 5](#_Toc531733442)

[4 Budowa prototypu żurawia 6](#_Toc531733443)

[4.1 Część mechaniczna 6](#_Toc531733444)

[4.2 Część elektroniczna układu sterowania 6](#_Toc531733445)

[4.3 Część programowa układu sterowania 6](#_Toc531733446)

[5 Badanie właściwości ramienia żurawia 7](#_Toc531733447)

[5.1 Dokładność pozycjonowania 7](#_Toc531733448)

[5.2 Powtarzalność pozycjonowania 7](#_Toc531733449)

[6 Koncepcja wdrożenia rozwiązania 8](#_Toc531733450)

[6.1 Hydrauliczny układ wykonawczy 8](#_Toc531733451)

[6.2 Elektroniczny układ sterowania 8](#_Toc531733452)

[7 Podsumowanie 9](#_Toc531733453)

[8 Zakończenie 10](#_Toc531733454)

Oznaczenie kolorków:  
Dawid  
Karol

wspólna

# Wstęp

## Cel i zakres pracy

## Podział pracy

# Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych

# Analiza struktury kinematycznej ramienia żurawia mobilnego

## Wprowadzenie do kinematyki robotów

Pod pojęciem kinematyki manipulatora[[1]](#footnote-1) rozumiemy opis ruchu kolejnych ogniw łańcucha kinematycznego, jednak bez uwzględniania przyczyn, które wywołały ten ruch. Na potrzeby przeprowadzonej analizy założono, że wszystkie ogniwa łańcucha są idealnie sztywnymi bryłami i z każdym związany jest lokalny układ współrzędnych. Wówczas do jednoznacznej identyfikacji ogniwa w przestrzeni wystarczy znać początek tego układu oraz jego orientację względem układu bazowego. Na potrzeby pracy jako układ bazowy przyjęto prawoskrętny układ kartezjański o symbolu {0}. Z kolejnymi ogniwami powiązane są układy kartezjańskie {1}, {2}, {3} itd.

### Przesunięcie układu współrzędnych

Położenie dowolnego punktu A opisanego w układzie {0} może być opisane ze pomocą wektora 0**r**A = [0rxA 0ryA 0rzA]T. W układzie przesuniętym {1} o wektor   
0**p**0,1 = [0px0,1 0py0,1 0pz0,1]T ten sam punkt będzie określony jako 1**r**A = [1rxA 1ryA 1rzA]T. Dwa wektory łączy następująca zależność:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

### Obroty podstawowe

Obracając układ podstawowy {0} wokół jednej z jego osi otrzymujemy nowy układ współrzędnych {1}. Taki obrót nazywamy podstawowym, a przekształcenie obrotem podstawowym. W przestrzeni **R**3 istnieją trzy możliwe obroty podstawowe: wokół osi X, Y lub Z. Podstawowe macierze obrotów[[2]](#footnote-2) można przedstawić w postaci:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Dla obrotów złożonych, czyli obrotów wokół kolejnych osi układów współrzędnych macierz wypadkową otrzymuje się poprzez wymnożenie macierzy kolejnych obrotów. Postać podstawowej transformacji obrotu wokół dowolnie wybranego punktu A względem układu {0} ma postać

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

### Przekształcenie jednorodne

W ogólnym przypadku układy współrzędnych mogą się przemieszczać poprzez przesunięcia lub obroty względem układu bazowego. W celu zachowania jednorodności opisu przy składaniu przekształceń zamiast postaci wektorowej stosuje się zapis macierzowy:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Występująca w powyższej zależności macierz postaci

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

nazywana jest macierzą jednorodną przekształcenia. Macierz jednorodna ma wymiary 4x4 i zawiera informację o macierzy obrotu **R** i wektorze przesunięcia **p**. Pozostałe elementy są stałe.

### Notacja Denvita-Hartenberga

Manipulator robota złożony jest z n członów ponumerowanych od 0 do n. W podstawie o numerze 0 umieszczono układ bazowy. Każdy następny układ jest sztywno związany z członem poprzedzającym. Człony połączone są poprzez złącza o numerach od 1 do n, gdzie złącze *i* występuje między członem nr *i-1* a *i.* Macierz Ai jest macierzą przekształcenia jednorodnego transformującą współrzędne punktu z układu *i-1* do układu *i*. Wówczas całe przekształcenie może być opisane za pomocą czterech przekształceń podstawowych[[3]](#footnote-3):

1. Obrót o kąt θi wokół osi Zi-1
2. Przesunięcie o odcinek di wzdłuż osi Zi
3. Przesunięcie o odcinek ai wzdłuż osi Xi
4. Obrót o kąt αi wokół osi Xi

Macierz przekształcenia jednorodnego Ai ma wówczas postać[[4]](#footnote-4):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

## Zadanie proste i odwrotne kinematyki

## Wyznaczenie rozwiązań kinematyki prostej i odwrotnej

# Budowa prototypu żurawia

## Część mechaniczna

## Część elektroniczna układu sterowania

## Część programowa układu sterowania

# Badanie właściwości ramienia żurawia

## Dokładność pozycjonowania

## Powtarzalność pozycjonowania

# Koncepcja wdrożenia rozwiązania

## Hydrauliczny układ wykonawczy

## Elektroniczny układ sterowania

# Podsumowanie

# Zakończenie

1. Jezierski E.: *Dynamika robotów*. Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2006 s.22 [↑](#footnote-ref-1)
2. Ibidem s.25 [↑](#footnote-ref-2)
3. Ibidem s.40 [↑](#footnote-ref-3)
4. Buratowski T.: *Podstawy robotyki*. Kraków, Katedra Robotyki i Dynamiki Maszyn, 2004 s.80 [↑](#footnote-ref-4)