POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

WYDZIAŁ MECHANICZNY

KIERUNEK: Automatyka i Robotyka

SPECJALNOŚĆ: Systemy Produkcyjne

PRACA DYPLOMOWA

MAGISTERSKA

TEMAT\_PO\_POLSKU

TEMAT\_PO\_ANG

AUTOR:

Kamil Kozdrowiecki

PROMOTOR:

Dr inż. Krzysztof Chrapek

W10/I24

OCENA PRACY:

WROCŁAW 2016

Spis treści

[1. Cel i zakres pracy 4](#_Toc448825332)

[2. Założenia projektowe 4](#_Toc448825333)

[2.1. Środowisko 4](#_Toc448825334)

[2.2. Funkcjonalność 4](#_Toc448825335)

[3. Teoria stereowizji 4](#_Toc448825336)

[4. Dobór osprzętu 4](#_Toc448825337)

[4.1. Jednostka obliczeniowa 4](#_Toc448825338)

[4.2. Kamery 4](#_Toc448825339)

[5. Protokół komunikacyjny 4](#_Toc448825340)

[5.1. Stawiane wymagania 4](#_Toc448825341)

[5.2. TCP 4](#_Toc448825342)

[6. Oprogramowanie jednostki obliczeniowej 4](#_Toc448825343)

[6.1. Struktura 4](#_Toc448825344)

[6.2. Klasa CStereoCalib 4](#_Toc448825345)

[6.3. Klasa CStereoVision 4](#_Toc448825346)

[6.4. Klasa CTCPConnection 4](#_Toc448825347)

[7. Oprogramowanie robota 4](#_Toc448825348)

[7.1. Struktura 4](#_Toc448825349)

[8. Testowanie oprogramowania 4](#_Toc448825350)

[8.1. Kalibracja 4](#_Toc448825351)

[8.2. Filtrowanie 4](#_Toc448825352)

[8.3. Analiza dokładności 4](#_Toc448825353)

[9. Podsumowanie 4](#_Toc448825354)

[10. Bibliografia 4](#_Toc448825355)

[11. Spis ilustracji 4](#_Toc448825356)

[12. Spis tabel 4](#_Toc448825357)

[13. Spis załączników 4](#_Toc448825358)

# Cel i zakres pracy

Coraz większego znaczenia w przemyśle nabierają układy, które w łatwy sposób można zaadaptować do zmian parametrów procesowych wymuszonych przez modyfikacje wytwarzanego przedmiotu, czy też usprawnień w technologii procesu, montażu. Większość takich elastycznych maszyn wymaga od operatora wiedzy i doświadczenia, nabytych przez kosztowne kursy i szkolenia, aby dostosować nastawy lub programy urządzeń nawet do pomniejszych zmian w procesie. Biorąc pod uwagę powyższe tendencje rozwoju technologii, za cel niniejszej pracy magisterskiej postawiono opracowanie intuicyjnego systemu programowania punktów i prostych funkcji dla robotów przemysłowych. Wprowadzenie takiego rozwiązania przyspieszy procedurę przystosowania elastycznego systemu wytwórczego do nowych produktów, szczególnie w przypadku małoseryjnych produkcji.

# Założenia projektowe

Do rozpoznania i analizy położenia zadanego punktu w przestrzeni wykorzystano dwie jednakowe kamery umieszczone na jednej linii. Wykorzystując technikę stereowizji opisaną w pkt. 3 możliwe jest wyznaczenie głębi z dwóch obrazów, a co za tym idzie, określenie przestrzennej pozycji danego piksela. Korzyści wynikające z zastosowania tej metody to m. in.:

* Względnie ekonomiczne rozwiązanie w porównaniu do innych technik, np. skaner laserowy.
* Niewielki rozmiar urządzenia
* Możliwość dostosowania wykrywanych punktów do urządzenia wskazującego przez duży zakres metod filtrowania
* Możliwość wykorzystania pobranych obrazów do innych operacji np. identyfikacja obiektu, wyznaczenie rozmiaru obiektu

Przyjęto, że urządzeniem wskazującym zadane położenia będzie wskaźnik laserowy o czerwonym świetle. Decyzja ta została podjęta na podstawie kilku czynników:

* Ułatwienie procedury filtrowania i wyłuskania odpowiednich pikseli, ze względu na dużą jasność punktu, charakterystyczny względem tła kolor
* Możliwość wskazania punktu z daleka, nie będą bezpośrednio w strefie roboczej robota
* Łatwo dostępne, tanie, kieszonkowe urządzenie wskazujące, nie wymagające dużej mocy zasilania

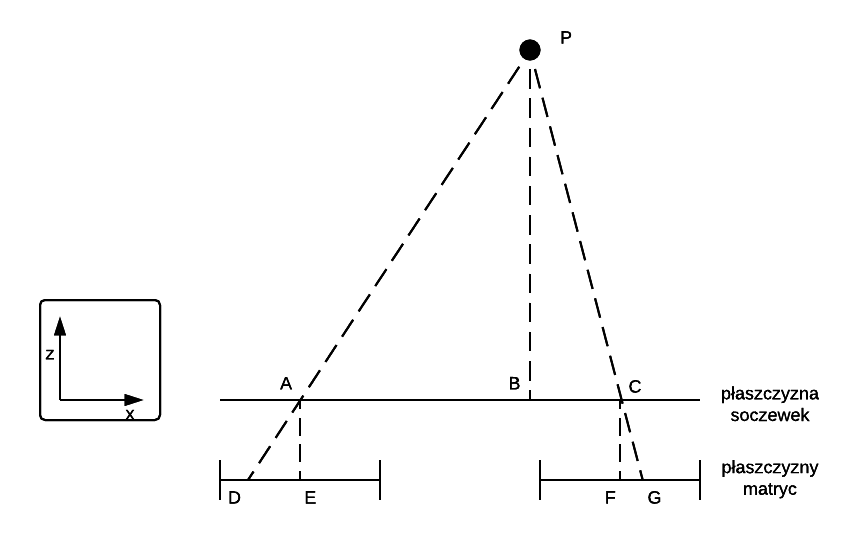
# Teoria stereowizji

Już jako niemowlę człowiek przyswaja sobie praktyczną umiejętność wykorzystania stereowizji do funkcjonowania w naturalnym środowisku. W biologicznym aspekcie znana jest jako „ widzenie binokularne”. Technika, czerpiąc pomysły garściami z przyrody, wykorzystała również i tę metodę określania głębi obrazu.

Analiza głębi w stereowizji opiera się na wyznaczeniu różnicy w horyzontalnym położeniu punktu zainteresowania na obrazach z obu kamer. Wyznaczona głębia danego punktu jest odwrotnie proporcjonalna do uzyskanej różnicy z porównaniu obrazów. Zależność ta wynika z następującego wnioskowania:

Na rys. 3.1 przedstawiono schematycznie zapis jednowymiarowego położenia piksela na matrycach kamer. Różnica w położeniu zrzutowanego punktu P na matrycach kamer wynosi:

Odległości |AE| i |CF| są sobie równę, więc:

Ze względu na kątowe cechy podobieństwa pary trójkątów PBA i AED oraz PBC i CFG są podobne, stąd:

– ogniskowa kamer

– odległość kamer od siebie

– odległość punktu od płaszczyzny kamer

# Dobór osprzętu

## Jednostka obliczeniowa

Wstępny projekt uwzględniał wykorzystanie popularnych w ostatnich latach komputerów jednopłytkowych takich jak: Raspberry Pi, Banana Pi, czy BeagleBone. Przegląd podobnych rozwiązań [wskaż które], w których również wykorzystano podobne jednostki wykazał, że cechują się one za niską mocą obliczeniową, co zmniejszyło liczbę przetwarzanych klatek na sekundę. Z tego powodu porzucono te założenia na korzyść komputera PC. Ostatecznie wszystkie testy zostały przeprowadzane na laptopie HP Pavilion dv6, którego główną specyfikacje przedstawiono w tab. 4.1.

|  |  |
| --- | --- |
| System operacyjny | Windows 7 Home x64 |
| Procesor | 8 x Intel Core i7 2.20 GHz |
| Pamięć | 8 GB |
| Karta graficzna | AMD Radeon HD 6700M |

## Kamery

Dobór kamer był kluczowym elementem przy wstępnych założeniach. Głównymi parametrami kamer, którymi się kierowano są:

* Ilość pikseli
* Maksymalna rozdzielczość
* Liczba klatek na sekundę
* Możliwość konfiguracji parametrów ( ekspozycja, wzmocnienie)
* Typ przewodu

Rozdzielczość obrazu wpływa na dokładność wyznaczanej głębokości punktu ale jednocześnie zwiększa wymaganą moc obliczeniową do przetworzenia większej ilości danych. Istotną i często pomijaną cechą jest możliwość kontrolowania ustawień kamery. Zazwyczaj producenci kamer internetowych wprowadzają automatyczne dopasowanie wzmocnienia lub ekspozycji, którego użytkownik nie może kontrolować. Takie rozwiązanie świetnie sprawdza się przy domowym użytkowaniu ( do tego zostały stworzone), jednak często powoduje pojawianie się szumów. Możliwość sterowania tymi parametrami daje kolejne stopnie swobody np. przy filtrowaniu obrazu. Liczba klatek na sekundę nie jest już tak istotną cechą, ze względu na długi okres przetwarzania pojedynczej klatki, przez co trudno jest wykorzystać całkowity potencjał szybkości pobierania obrazu przez kamerę.

|  |  |
| --- | --- |
| Ilość pikseli | 2 Mpix |
| Maks. rozdzielczość | 1600 x 1200 |
| Liczba klatek na sekundę | 30 |
| Typ przewodu | USB 2.0 |

# Protokół komunikacyjny

## Stawiane wymagania

## TCP

# Oprogramowanie jednostki obliczeniowej

## Struktura

## Klasa CStereoCalib

## Klasa CStereoVision

## Klasa CTCPConnection

# Oprogramowanie robota

## Struktura

# Testowanie oprogramowania

## Kalibracja

## Filtrowanie

## Analiza dokładności

# Podsumowanie

# Bibliografia

# Spis ilustracji

# Spis tabel

# Spis załączników