

Opracowanie intuicyjnego interfejsu użytkownika do sterowania manipulatorem robota mobilnego

Tomasz ZWIERZYŃSKI

Kierujący projektem: Dr hab. inż. Wojciech Skarka, prof. Pol. Śl.
Opiekun: dr inż. Piotr PRZYSTAŁKA

Instytut Podstaw Konstrukcji Maszyn
Politechnika Śląska, Gliwice

Gliwice, 09.01.2017

Plan prezentacji

- ① Geneza i cel projektu
- ② Zagadnienia związane z pracą
- ③ Przegląd istniejących rozwiązań
- ④ Opracowanie środowiska symulacyjnego
- ⑤ Projekt i implementacja interfejsu użytkownika
- ⑥ Badania weryfikacyjne
- ⑦ Wnioski
- ⑧ Bibliografia

Geneza i cel projektu

Geneza:

Projekt grupowy budowy Łazika Marsjańskiego na odbywający się w USA konkurs "The University Rover Challange".

Cel projektu:

Opracowanie intuicyjnego interfejsu użytkownika do sterowania manipulatorem Łazika Marsjańskiego z wykorzystaniem myszy 3D.

Projekt Łazika Marsjańskiego (SKN AI-METH)



Źródło: <http://urc.marsociety.org/>

Podstawowe zadania projektowe:

- mechanika podwozia i manipulatora
- sterowanie niskopoziomowe
- **sterowanie wysokopoziomowe oraz interfejs operatora**
- układ zasilania

Intuicja (wg PWN)

Intuicja jest to inaczej pewnego rodzaju przeczucie i zdolność przewidywania działania jakiegoś obiektu, nie poparte świadomą wiedzą.

Intuicyjność interfejsu i sterowania

Intuicyjny interfejs użytkownika to taki, który nie wymaga szczegółowego objaśnienia, w jaki sposób trzeba z niego skorzystać, by osiągnąć za jego pomocą pożądane cele.

Intuicyjne sterowanie oznacza taki system sterowania, który nie wymaga skomplikowanych objaśnień działania, a także w znaczący sposób ułatwiający wykonywanie określonych czynności.

Zagadnienia: kinematyka manipulatora

Proste zadanie kinematyki

Jest to trywialne zadanie, polegające na znalezieniu położenia i orientacji końcówki manipulatora na podstawie znajomości jego ustawienia konfiguracyjnego.

Odwrotne zadanie kinematyki

Jest to zadanie polegające na znalezieniu kątów konfiguracyjnych manipulatora, na podstawie znajomości położenia i orientacji jego końcówki. Zadanie to może posiadać wiele rozwiązań, a z powodu skomplikowanych równań trygonometrycznych opisujących przekształcenia układów współrzędnych, rozwiązania analityczne (jeżeli w ogóle istnieją), rzadko dane są w jawniej postaci.

Przegląd istniejących rozwiązań



Rysunek: Systemu sterowania firmy American Android Corp w akcji



Rysunek: Manipulator dwuramienny jako efekt programu Autonomous Robotic Manipulation

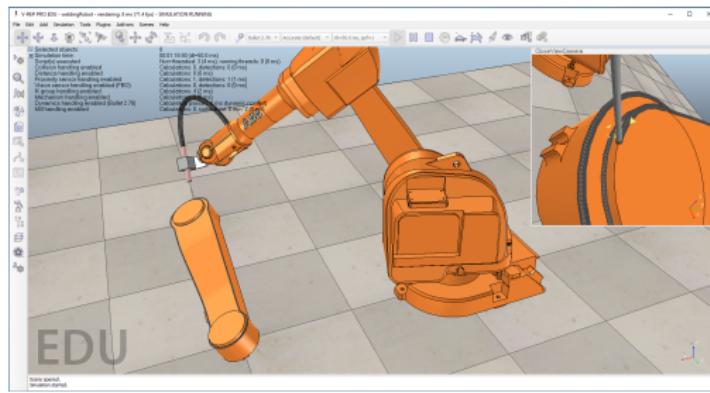
Mysz 3D Space Navigator



3Dconnexion Space Navigator

Jest to kontroler 3D, posiadający sześć analogowych osi oraz dwa przyciski. Używany normalnie do obracania widoku w oprogramowaniu CAD, w tym projekcie używany do sterowania chwytkiem manipulatora.

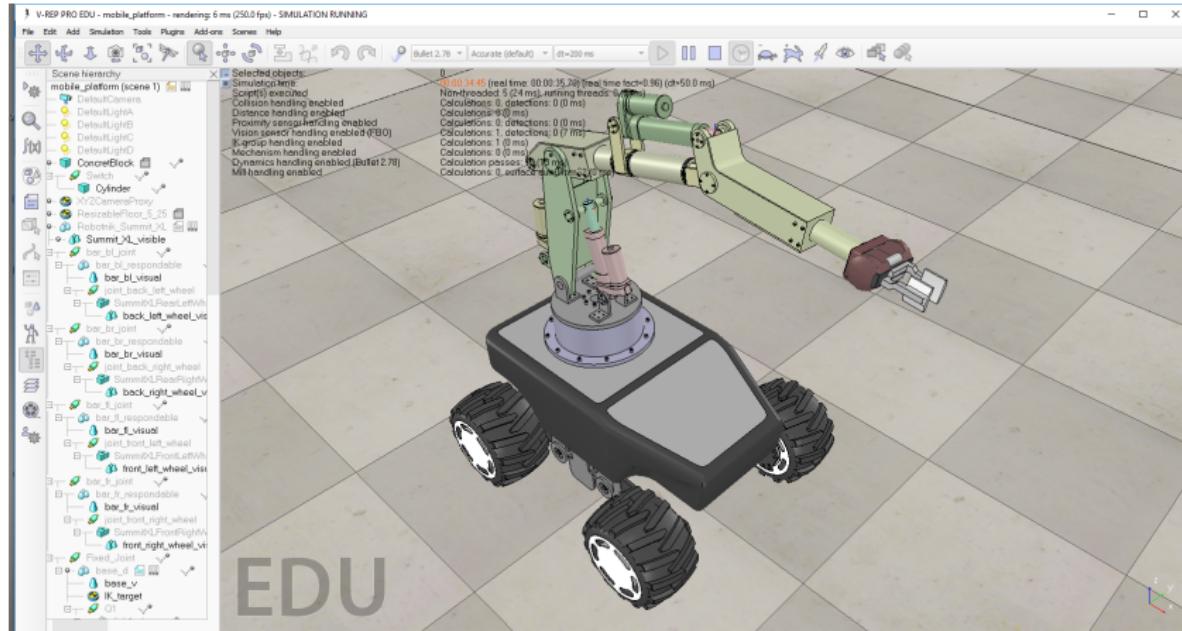
Środowisko symulacyjne: oprogramowanie V-REP



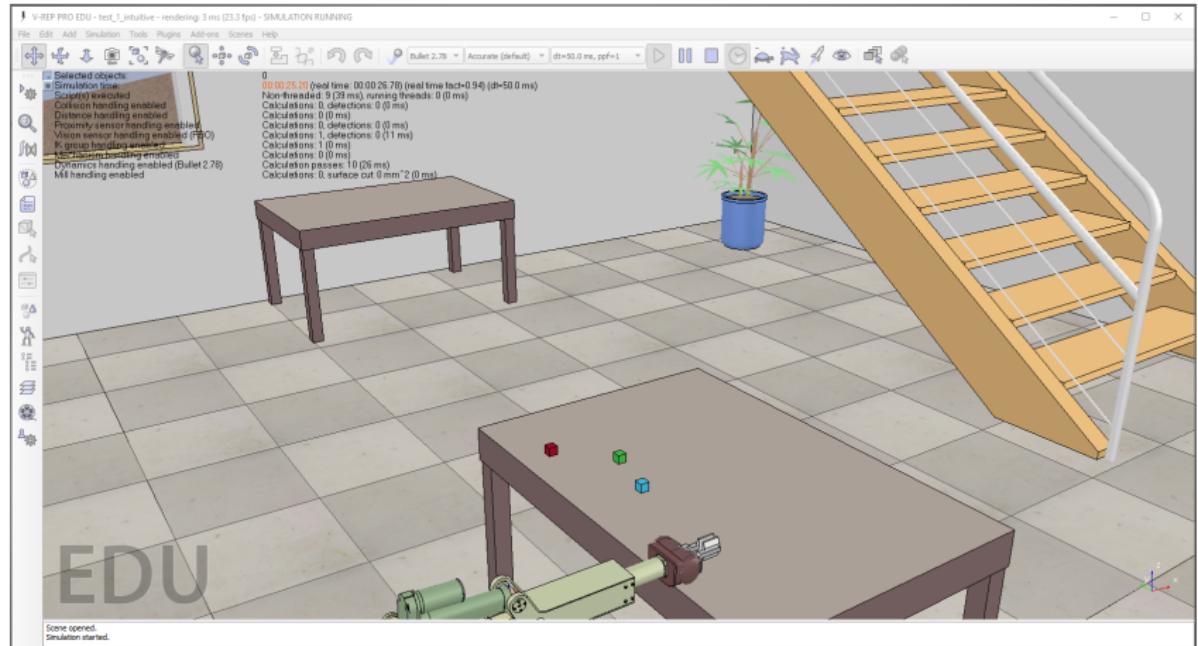
V-REP to:

- darmowe, wieloplatformowe oprogramowanie symulacyjne
- zestaw narzędzi obliczeniowych
- przeprowadzanie dynamicznych symulacji w czasie rzeczywistym
- możliwość integrowania z innymi aplikacjami

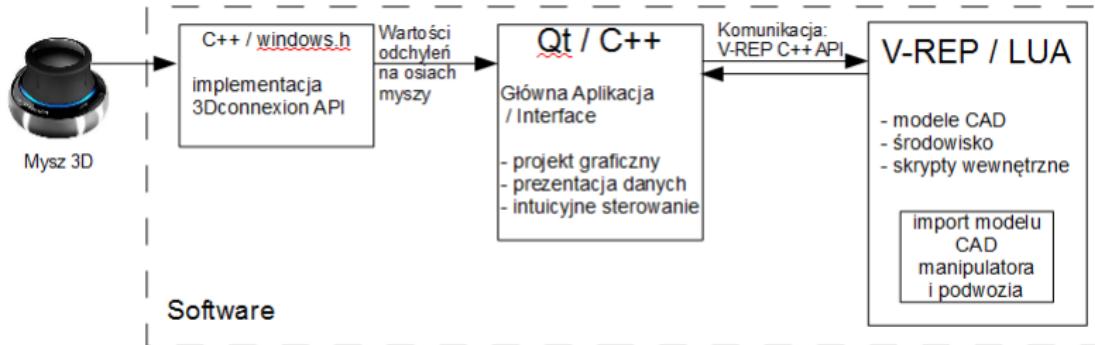
Środowisko symulacyjne: model robota mobilnego



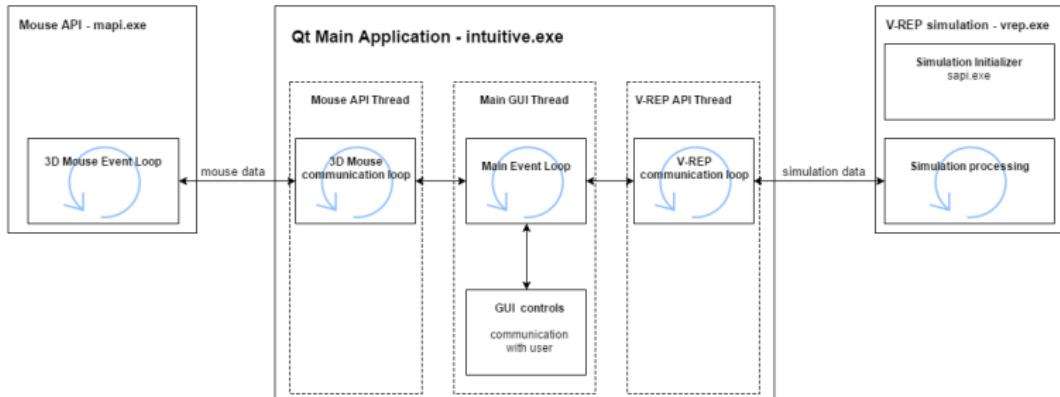
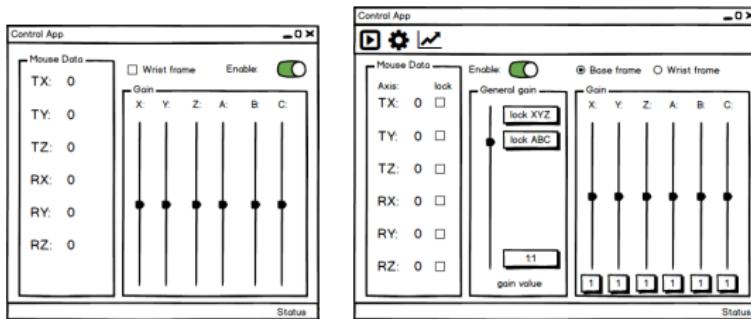
Środowisko symulacyjne: sceny



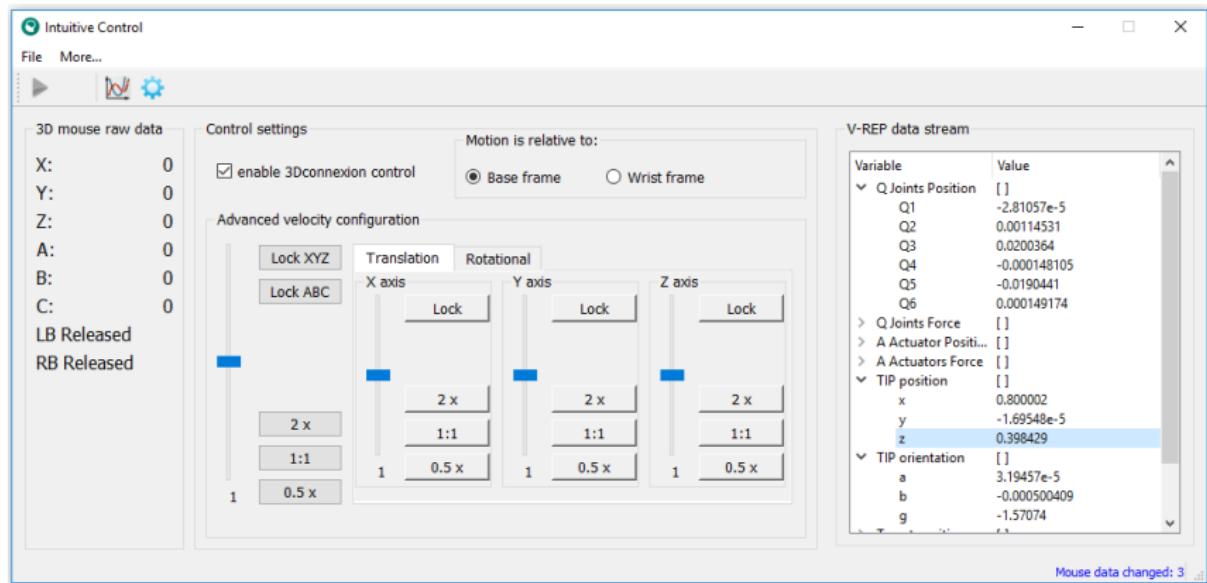
Koncepcja działania aplikacji



Koncepcja interfejsu aplikacji



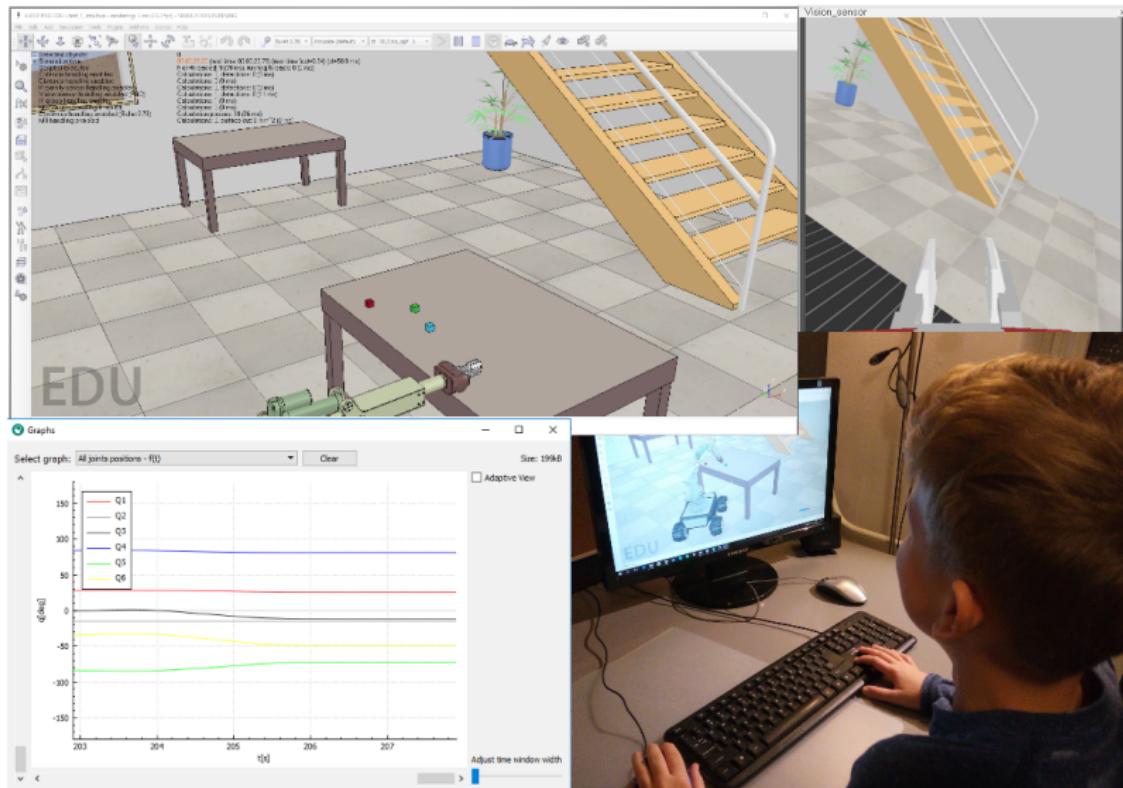
Wykonanie interfejsu: okno główne aplikacji



Mouse data changed: 3



Efekt końcowy pracy



Badania weryfikacyjne

Przebieg badań

Badania polegały na wykonywaniu przez wybranych uczestników, o różnym stopniu obycia z komputerami, zestawu trzech zadań. Każde zadanie wykonywane było dwukrotnie - z intuicyjnym sterowaniem i konwencjonalnym sterowaniem. Mierzony był czas wykonania każdego z zadań.

Zadania do wykonania

Zadania wykonywane przez uczestników:

- ① Przemieszczanie obiektów z jednego miejsca na drugie
- ② Przemieszczanie obiektów z użyciem kamery na manipulatorze
- ③ Obsługa panelu operatorskiego

Rezultaty badań weryfikacyjnych

Uczestnik:	Sterowanie					
	intuicyjne			konwencjonalne		
Zadanie:	1	2	3	1	2	3
1	4m 03s	2m 02s	2m 14s	>5m	4m 16s	3m 28s
2	4m 52s	3m 10s	2m 24s	>5m	3m 27s	4m 13s
3	>5m	>5m	>5m	>5m	>5m	>5m
4	>5m	4m 10s	3m 47s	>5m	>5m	>5m
5	3m 58s	1m 58s	1m 30s	>5m	3m 22s	2m 42s

Wyniki badań sugerują, że utworzone w czasie prac, intuicyjne sterowanie pomaga szybciej wykonywać czynności związane z manipulacją obiekttami.

Wnioski

- cel i założenia projektu zostały osiągnięte - powstał intuicyjny interfejs do sterowania manipulatorem
- wykorzystano zadanie kinematyki odwrotnej i kontroler 3D
- badania weryfikacyjne wykazały przewagę sterowania intuicyjnego nad konwencjonalnym
- mysz 3D z powodzeniem może zostać wykorzystana do sterowania manipulatorem łazika marsjańskiego
- oprogramowanie V-REP to przyjemna w użytkowaniu i rozbudowana platforma symulacyjna

Kierunek dalszych prac

Ulepszenie systemu sterowania oraz wykorzystanie do sterowania rzeczywistym robotem mobilnym.

Bibliografia

- John J. Craig. *Wprowadzenie do robotyki, mechanika i sterowanie*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1995.
- Piotr Przystałka. *Autonomia manipulatorów*. Opracowanie własne, Politechnika Śląska, 2013.
- PWN. *Słownik języka polskiego PWN*, 2012.
- Jenifer Tidwell. *Projektowanie interfejsów. Sprawdzone wzorce projektowe*. Helion S.A, 2012.
- Qt. *Dokumentacja dla qt 5*. <https://doc.qt.io/qt-5/>.
- Coppelia Robotics. *Dokumentacja dla v-rep 3*.
<http://www.coppeliarobotics.com/>.
- Strona internetowa konkursu „The University Rover Challenge”.
<http://urc.marssociety.org/>.

Opracowanie intuicyjnego interfejsu użytkownika do sterowania manipulatorem robota mobilnego

Cele projektu:

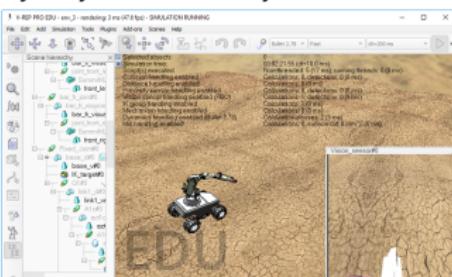
- utworzenie środowiska symulacyjnego
- przygotowanie modelu robota mobilnego
- intuicyjne sterowanie modelem za pomocą kontrolera 3D
- wykonanie interfejsu graficznego aplikacji sterującej

Koncepcja działania



Badania weryfikacyjne wykazały, że czas wykonywania zadań z zastosowaniem intuicyjnego sterowania jest znacznie krótszy niż za pomocą sterowania konwencjonalnego.

Symulacja w środowisku marsjańskim



Okno główne aplikacji sterującej



Model wizualny i dynamiczny



Projekt Łazika Marsjańskiego

- mechanika podwozia z manipulatorem
- sterowanie niskopoziomowe
- sterowanie wysokopoziomowe oraz interfejs operatora
- układ zasilania

Zródło: <https://www.nasa.gov/>