



Politechnika Wrocławska

Katedra Cybernetyki i Robotyki

---

**Projekt Przejściowy**  
**Wirtualne Laboratorium L1.5**  
**Technopolis, Wydział Elektroniki**

Instrukcja użytkowania systemu

Prowadzący:  
Janusz Jakubiak  
Robert Muszyński

Autorzy:

Artur Błażejowski  
Kamil Bogus  
Michał Burdka  
Rafał Cymiński  
Paweł Jachimowski  
Krzysztof Kuczyński  
Krzysztof Kwieciński  
Witold Lipieta  
Michał Prędkiewicz  
Jędrzej Stolarz

Rok akademicki 2016/17

Wrocław, luty 2017



# Spis treści

<b>1. O dokumencie</b> . . . . .	5
<b>A. Instrukcja dla użytkownika</b> . . . . .	33
A.1. Wstęp . . . . .	33
A.2.. Przygotowanie systemu do uruchomienia . . . . .	33
A.3.. Obsługa systemu . . . . .	35
A.3.1.. Dodawanie modelu sali . . . . .	35
A.3.2.. Dodawanie modeli robotów . . . . .	35
A.3.3.. Resetowanie robotów i ustawianie ich w zadanych miejscach . . . . .	36
A.3.4.. Wyświetlanie i zapisywanie wyników . . . . .	36
A.3.5.. Wyświetlanie odczytów z czujników . . . . .	37
A.3.6.. Dodawanie i edycja modeli przeszkód na scenie . . . . .	38



# 1. O dokumencie

Niniejsza instrukcja jest dodatkiem do raportu dotyczącego projektu zrealizowanego w ramach przedmiotu „Projekt przejściowy” przez grupę studentów kierunku Automatyka i robotyka, specjalność Robotyka, realizowanego na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej w semestrze zimowym roku akademickiego 2016/17. Zawiera ona podstawowe informacje dla osób, które chciałyby wykorzystać system wirtualnego laboratorium do przeprowadzenia ćwiczeń laboratoryjnych przeznaczonych do realizacji w laboratorium robotów autonomicznych L1.5 C-16 (Technopolis), w ramach takich przedmiotów jak **Robotyka (2)** czy **Systemy autonomiczne**, a także realizować własne doświadczenia na robotach mobilnych Pioneer 3-DX działających pod nadzorem systemu operacyjnego ROS. Kompletny raport można znaleźć pod adresem [http://kcir.pwr.edu.pl/~jjakubia/ProjektPrzejsciowy/docs/raport\\_projprze\\_20170203.pdf](http://kcir.pwr.edu.pl/~jjakubia/ProjektPrzejsciowy/docs/raport_projprze_20170203.pdf).

# A. Instrukcja dla użytkownika

## A.1. Wstęp

W niniejszej instrukcji znajduje się opis czynności potrzebnych do uruchomienia i użytkowania systemu wirtualnego laboratorium.

## A.2. Przygotowanie systemu do uruchomienia

Do uruchomienia systemu wymagane jest zainstalowanie lokalnie Dockera. W przypadku braku tego pakietu na komputerze należy postąpić zgodnie z instrukcją zamieszczoną na stronie Dockera:

<https://docs.docker.com/engine/installation/linux/ubuntu/>

Aby nie musieć za każdym razem używać *sudo* w poleceniach dotyczących Dockera należy po zakończeniu instalacji wykonać polecenie:

```
sudo usermod -aG docker [nazwa twojego użytkownika]
```

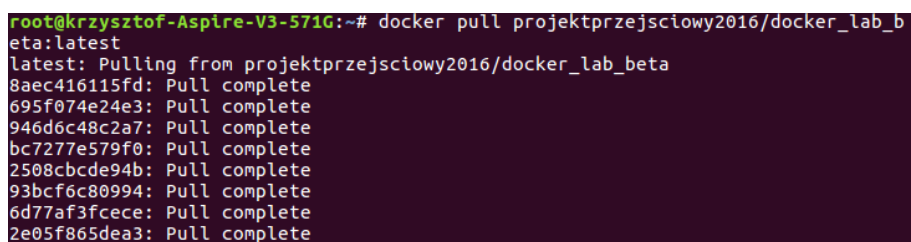
i potwierdzić hasłem użytkownika.

Następnie należy pobrać na dysk lokalny obraz systemu znajdujący się w repozytorium DockerHub. Należy pobrać najnowszy obraz wersji beta o nazwie :

```
projektprzejsciowy2016$/docker_lab_beta:latest
```

Możliwe jest to za pomocą polecenia:

```
docker pull projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta:latest
```



```
root@krzysztof-Aspire-V3-571G:~# docker pull projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta:latest
latest: Pulling from projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta
8aec416115fd: Pull complete
695f074e24e3: Pull complete
946d6c48c2a7: Pull complete
bc7277e579f0: Pull complete
2508cbcde94b: Pull complete
93bcf6c80994: Pull complete
6d77af3fcede: Pull complete
2e05f865dea3: Pull complete
```

Przed uruchomieniem obrazu należy zezwolić wszystkim aplikacjom działającym z poziomu Dockera na uruchamianie się w trybie graficznym:

```
xhost +
```

Powinien pojawić się następujący komunikat: "access control disabled, clients can connect from any host"

Uruchomienie obrazu systemu odbywa się poprzez wpisanie w konsoli polecenia (powoduje stworzenie nowego kontenera, na podstawie wywołanego i otwiera go - wszelkie zmiany będą zapisywane w nowym kontenerze) :

```
docker run -it -e DISPLAY=unix$DISPLAY -v=/tmp/.X11-unix:/tmp/.X11-unix:rw \
projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta:latest
```

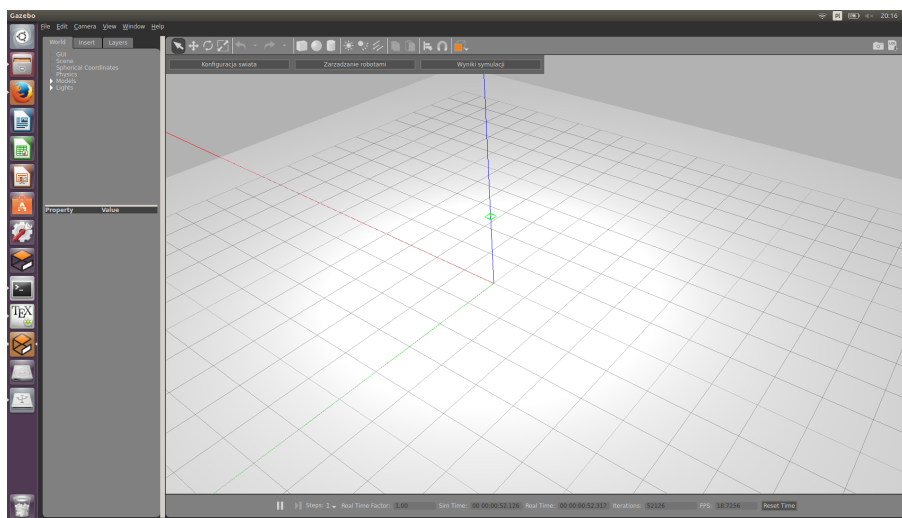
W przypadku gdy potrzebujemy współdzielić pewne katalogi lokalne z Dockerem należy w poleceniu uruchamiającym obraz systemu "docker run" skorzystać z opcji -v:

```
docker run -it -e DISPLAY=unix$DISPLAY -v=/tmp/.X11-unix:/tmp/.X11-unix:rw \
-v[ścieżka_do_katalogu_lokalnego]:[ścieżka_gdzi_ma_być_montowany_w_obrazie] \
projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta:latest
```

System ROS wraz z symulatorem - Gazebo, uruchamiany jest poleceniem wykonywanym już z poziomu obrazu Dockera:

```
roslaunch projekt_przejsciowy 115.launch &
```

Po chwili powinien uruchomić się symulator Gazebo:



Aby przetestować czy wszystko działa poprawnie należy dodać na scenę robota jak w punkcie 3.2.

Jeśli potrzebujemy uruchomić drugą konsolę działającą na tym samym kontenerze to należy uruchomić drugą konsolę (można to wykonać skrótem klawiszowym "shift" + "ctrl" + "t", a następnie sprawdzamy nazwę kontenera, który mamy już uruchomiony:

```
docker ps -a
```

Powyższe polecenia wyświetli listę wszystkich dostępnych lokalnie kontenerów, w której można sprawdzić nazwy poszczególnych kontenerów:

```
micha@micha-X550JK:~$ docker ps -a
```

CONTAINER ID	IMAGE	STATUS	COMMAND
d68060f00592	projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta	Exited (0) 6 seconds ago	"/ros_entryp oint.sh b"
41c7481247b4	projektprzejsciowy2016/docker_lab_beta	Up 7 minutes	"/ros_entryp oint.sh b"

```

NAME          goofy_varahamihira
NAME          stupefied_tesla

```

Na przedstawionej na rysunku liście przykładowe nazwy to goofy\_varahamihira oraz stupefied\_tesla. Podpięcie się konsolą pod otwarty już kontener opiera się o polecenie:

```
docker exec -it Nazwa_Kontenera bash
```

Uruchamiając kontener po raz kolejny mamy możliwość zachowania historii wykorzystywanych poleceń. Przy uruchamianiu kontenera odwołujemy się do ostatniego otwartego dockera:

```
docker start -i $(docker ps -q -l)
```

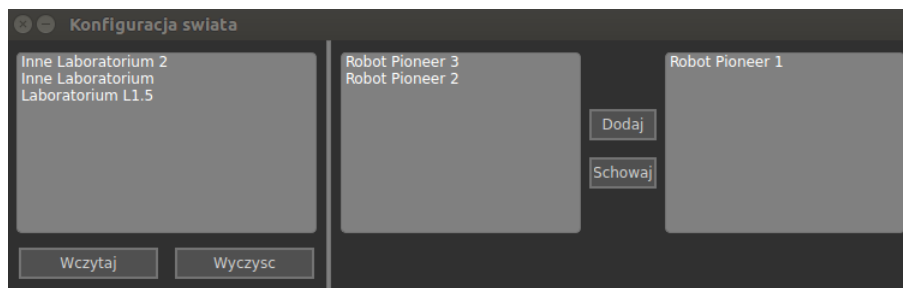
## A.3. Obsługa systemu

### A.3.1. Dodawanie modelu sali

Na obrazie systemu, w chwili obecnej, znajdują się trzy przykładowe modele świata:
 

- model sali L1.5 w budynku C-16
- dwa dodatkowe modele składające się z ułożonych w pewien sposób mebli

Dodanie jednego z tych światów możliwe jest z poziomu okna "Konfiguracja Świata". Dostęp do wspomnianego okna jest z poziomu widoku głównego Gazebo pod przyciskiem umieszczonym z lewej strony listwy na górze ekranu.



W oknie tym, po lewej stronie, znajduje się lista dostępnych światów oraz dwa przyciski "Wczytaj" i "Wyczyść". Wybraną salę można dodać wybierając ją z lisy i klikając pierwszy przycisk. Jeśli wczytamy inną salę w momencie, gdy jakaś jest już wczytana, scena zostanie automatycznie wyczyszczona i wczytany aktualnie wybrany świat. Przycisk "Wyczyść" służy do usunięcia wszystkich obiektów ze sceny z wyjątkiem robotów.

### A.3.2. Dodawanie modeli robotów

Z okna konfiguracji świata można również dodawać na scenę roboty (jak narazie dostępne są trzy roboty Pioneer). Służą do tego listy na środku oraz z prawej strony okienka. Lista środkowa zawiera roboty, które są dostępne do dodania, a prawa te, które są już dodane. Aby dodać robota, należy wybrać go z listy środkowej i kliknąć przycisk "Dodaj". Roboty dodane pojawią się na scenie w momencie kliknięcia przycisku "Zatwierdź". W tym samym momencie pojawiają się w systemie ROS topiki związane z dodawanymi robotami. Listę topików można zobaczyć wpisując w terminalu:

```
rostopic list
```

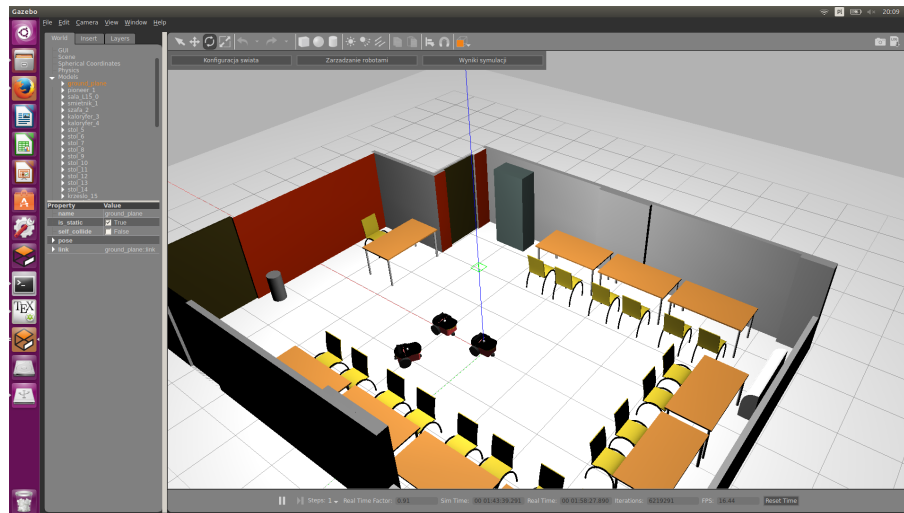
Przycisk "Schowaj" umieszcza wybranego robota poza salą w tak zwanym schowku.

Aby przetestować czy Gazebo dobrze współpracuje z systemem ROS należy dodać robota a następnie w konsoli wydać polecenie publikujące w topicu ROSa odpowiadającym za prędkość dodanego robota:

```
rostopic pub /pionner_1/RosAria/cmd_vel geometry_msgs/Twist \
-- '[1.0, 0.0, 0.0]' '[0.0, 0.0, -0.5]
```

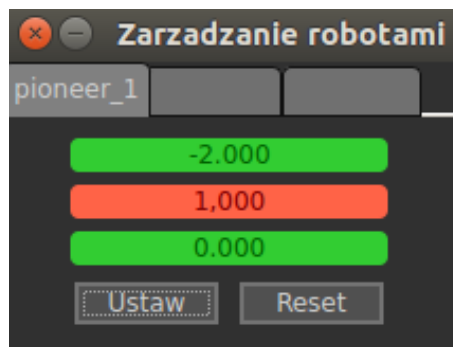
W efekcie robot powinien zacząć poruszać się po okręgu.





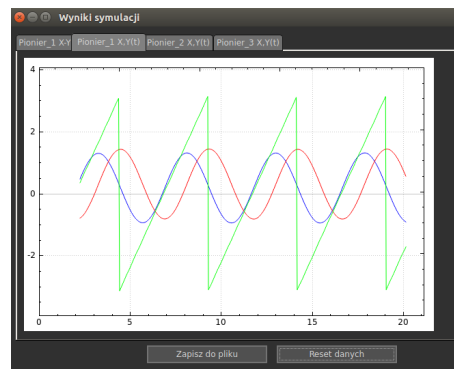
### A.3.3. Resetowanie robotów i ustawianie ich w zadanych miejscach

Do resetowania i ustawiania w zadanej pozycji robotów służy okno "Zarządzanie robotami". Okno podzielone jest na zakładki - każda z nich dotyczy osobnego robota. Umieszczony w każdej zakładce przycisk "Reset" ustawia odpowiedniego robota w punkcie (0,0) sali z orientacją równą 0. Pola tekstowe służą do zadawania pozycji (X,Y) i orientacji robota. Wartości z tych pól są wykorzystywane przy używaniu przycisku "Ustaw". W trakcie kliknięcia wartości te są sprawdzane i ich ewentualna niepoprawność jest sygnalizowana czerwonym podświetleniem pola. Dopiero po sprawdzeniu robot przemieszczany jest na ustaloną pozycję.



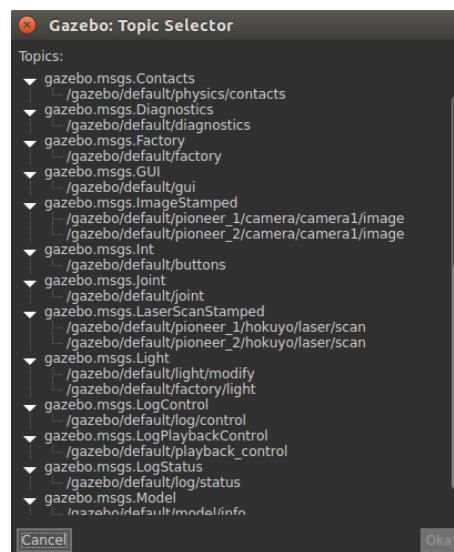
### A.3.4. Wyświetlanie i zapisywanie wyników

Do wizualizacji i zapisu danych z eksperymentu przygotowano zostało okno "Wyniki symulacji". Okno podzielone jest na zakładki, w których można otrzymać podgląd trajektorii wszystkich robotów oraz przebiegi położenia X, Y i orientacji. W pierwszej zakładce są trasy przebyte przez wszystkie roboty a każda kolejna zakładka odnosi się do konkretnego robota prezentując jego położenie i orientację. Przycisk "Reset danych" pozwala wyczyścić wykresy i zacząć zbierać je od nowa. Okno daje możliwość zapisania przebiegów do plików, które znajdują się potem w folderze /root/. Ważne jest też aby przed rozpoczęciem zbierania danych do konkretnego wykresu za pomocą przycisku z dolnego paska Gazebo "PLAY/PAUSE" zatrzymać czas symulacyjny następnie przyciskiem "Reset Time" aby wykres był czytelny.

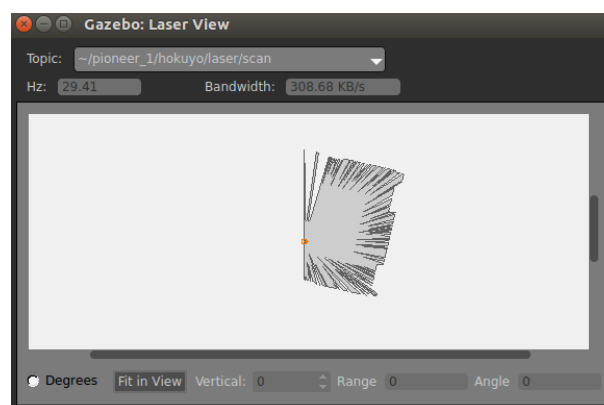


### A.3.5. Wyświetlanie odczytów z czujników

Aby uzyskać dostęp do pomiarów z czujników należy z paska narzędzi Gazebo wybrać zakładkę *Window >> Topic Visualization*. Uruchomi się okno:



Następnie wybieramy topic czujnika, z którego chcemy wyświetlać dane. Dla skanera laserowego wykres wygląda następująco:



### A.3.6. Dodawanie i edycja modeli przeszkód na scenie

Aby dodać przeszkodę na scenę należy z lewej strony ekranu wejść w zakładkę "Insert", wybrać kliknięciem model i kliknąć na miejsce na scenie, w którym chcemy postawić przeszkodę. Proste modele przeszkód dostępne są z paska narzędzi Gazabo. Aby zmienić statyczność przeszkody należy kliknąć na nią prawym przyciskiem myszy (PPM) a następnie z rozwiniętego menu wybrać opcję "Edit Model". Gazebo przejdzie do trybu edycji modelu. Wybieramy zakładkę "Model" i zaznaczamy lub odznaczamy opcję "Static":

