

Technická univerzita v Košiciach  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
umelej inteligencie

# **Simulácia kooperácie multi-robotického systému**

Bakalárska práca

## **Proces multi-robotického lovu**

Používateľská príručka

Vedúci bakalárskej práce:

doc. Dr. Ing. Ján Vaščák

Author:

Bohdan Tanasov

Košice 2021

## Obsah

<b>Zoznam obrázkov</b>	<b>3</b>
<b>1 Funkcia programu</b>	<b>1</b>
<b>2 Inštalácia programu</b>	<b>1</b>
2.1 Požiadavky na technické prostriedky . . . . .	1
2.2 Požiadavky na programové prostriedky . . . . .	2
2.3 Vlastná inštalácia . . . . .	2
2.4 Popis štruktúry programu . . . . .	6
<b>3 Použitie programu</b>	<b>6</b>
3.1 Running procedure . . . . .	7
3.2 Simulation control . . . . .	7
3.3 Error Messages . . . . .	8

## Zoznam obrázkov

3–1 Panel nástrojov Webots. . . . .	7
-------------------------------------	---

## 1 Funkcia programu

Tento program je súčasťou bakalárskej práce a týka sa experimentov s kooperatívnymi úlohami vykonávaných rôznymi typmi robotov. Toto riešenie obsahuje projekt, ktorý simuluje proces lovu so skupinou multi-robotov pripravených v ROS2 a simulovaných v prostredí Webots. Simulácia je plocha s modelmi rôznych fyzických objektov, robotov a algoritmov na ich riadenie.

Používateľ má možnosť sledovať experiment v reálnom čase pomocou grafického okna a ovládať simulačný čas pomocou ovládacích tlačidiel a klávesnice. Webots umožňuje vytvoriť zo simulácie applet alebo video HTML.

## 2 Inštalácia programu

### 2.1 Požiadavky na technické prostriedky

Na spustenie projektu je potrebný nasledujúci hardvér:

- Pomerne nedávny počítač typu PC alebo Mac s minimálne dvojjadrovým taktom procesora 2 GHz a 2 GB pamäte RAM je minimálnou požiadavkou. Odporúča sa však štvorjadrový procesor. Minimalne 4 GB diskového priestoru.
- Vyžaduje sa grafický adaptér s podporou NVIDIA alebo AMD OpenGL (minimálna verzia 3.3) s minimálne 512 MB RAM. Neodporúča sa žiadne ďalšie grafické adaptéry, vrátane grafických adaptérov Intel, pretože im často chýba dobrá podpora OpenGL, čo by mohlo spôsobiť problémy s 3D vykresľovaním a zlyhania aplikácií. Napriek tomu v niektorých prípadoch môže inštalácia najnovšieho grafického ovládača Intel tieto problémy vyriešiť a umožniť vám používať Webots. Na toto však neposkytujeme žiadnu záruku. Pre systémy Linux odporúčam iba grafické karty NVIDIA. Project funguje dobre na všetkých grafických kartách obsiahnutých v pomerne nedávnych počítačoch Apple.

## 2.2 Požiadavky na programové prostriedky

1. Webots – R2020a revision 1. Toto riešenie bolo vyvinuté a spustené na verzii We-bots: R2020a revízia 1. Webots je možné prevádzkovať na systémoch Ubuntu Linux LTS 18.04, Windows 8.1 alebo Windows 10 a Mac OS 10.15 „Catalina“ a 10.14 „Mojave“.
2. Python – 3.6.9. Toto riešenie obsahuje programy (radiče) Pythonu, takže sa vyžaduje aj prostredie Pythonu.
3. Pip – 9.0.1. Toto je správca balíkov Python na inštaláciu ďalších knižníc.
4. NumPy – 1.18.4. Je to knižnica Pythonu pre matematické operácie a v tomto riešení sa používajú niektoré funkcie.
5. ROS - 2. ROS, robotický operačný systém, je platformou voľby pre vývoj robotov.
6. OpenCV – 4.5.2. OpenCV poskytuje knižnicu, nástroje a hardvér počítačového videnia optimalizovaných v reálnom čase.

## 2.3 Vlastná inštalácia

Táto časť obsahuje proces inštalácie systému Ubuntu Linux (18.04) pomocou nástroja Advanced Package Tool. Prosím, otvorte terminál a postupne spustíte nasledujúce príkazy na inštaláciu Webots:

```
1 $ wget -qO- https://cyberbotics.com/Cyberbotics.asc
2 | sudo apt-key add -
3
4 $ sudo apt-add-repository
5     "deb https://cyberbotics.com/debian/ binary-amd64/"
6
7 $ sudo apt-get update
8
```

```
9 $ sudo apt-get install webots
```

Listing 1 Python example

Potom spustíte nasledujúce príkazy na inštaláciu Pythonu a požadovaných knižníc:

```
1 $ sudo apt-get update
2
3 $ sudo apt install software-properties-common
4
5 $ sudo add-apt-repository ppa:deadsnakes/ppa
6
7 $ sudo apt-get update
8
9 $ sudo apt-get install python3
10
11 $ sudo apt-get install pip3
12
13 $ pip install numpy
14
15 $ pip install opencv-python
```

Ďalším krokom je inštalácia ROS2.

#### Krok 1. Set locale

```
1 $ locale # check for UTF-8
2
3 $ sudo apt update && sudo apt install locales
4 $ sudo locale-gen en_US en_US.UTF-8
5 $ sudo update-locale LC_ALL=en_US.UTF-8 LANG=en_US.UTF-8
6 $ export LANG=en_US.UTF-8
7
8 $ locale # verify settings
```

#### Krok 2. Add the ROS 2 apt repository

```
1 $ sudo apt update && sudo apt install curl gnupg2 lsb-release
```

```
2
3 $ sudo curl -sSL https://raw.githubusercontent.com/ros/rosdistro
4   /master/ros.key -o /usr/share/keyrings/ros-archive-keyring.gpg
5
6 $ echo "deb [arch=$(dpkg --print-architecture)
7   signed-by=/usr/share/keyrings/ros-archive-keyring.gpg]
8   http://packages.ros.org/ros2/ubuntu $(lsb_release -cs) main" |
9   sudo tee /etc/apt/sources.list.d/ros2.list > /dev/null
```

### Krok 3. Install development tools and ROS tools

```
1 $ sudo apt update && sudo apt install -y \
2   build-essential \
3   cmake \
4   git \
5   libbullet-dev \
6   python3-colcon-common-extensions \
7   python3-flake8 \
8   python3-pip \
9   python3-pytest-cov \
10  python3-rosdep \
11  python3-setuptools \
12  python3-vcstool \
13  wget
14
15 $ python3 -m pip install -U \
16   argcomplete \
17   flake8-blind-except \
18   flake8-builtins \
19   flake8-class-newline \
20   flake8-comprehensions \
21   flake8-deprecated \
22   flake8-docstrings \
23   flake8-import-order \
24   flake8-quotes \
```

```
25  pytest-repeat \
26  pytest-rerunfailures \
27  pytest
28
29 $ sudo apt install --no-install-recommends -y \
30  libasio-dev \
31  libtinyxml2-dev
32
33 $ sudo apt install --no-install-recommends -y \
34  libcunit1-dev$
```

#### Krok 4. Get ROS 2 code

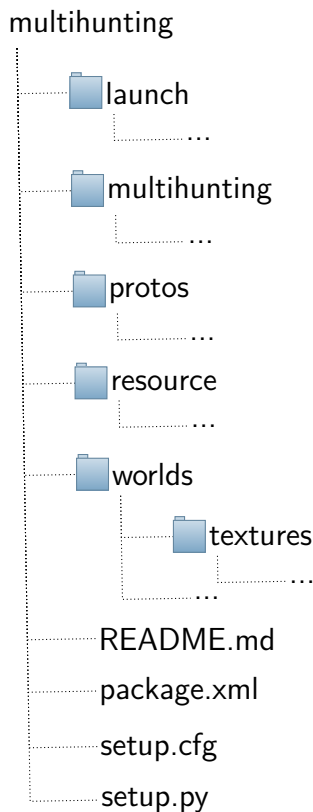
```
1 $ mkdir -p ~/ros2_foxy/src
2
3 $ cd ~/ros2_foxy
4
5 $ wget https://raw.githubusercontent.com/ros2/ros2/foxy/ros2.repos
6
7 $ vcs import src < ros2.repos
```

#### Krok 5. Install dependencies using rosdep and build the code in the workspace

```
1 $ sudo rosdep init
2
3 $ rosdep update
4
5 $ rosdep install --from-paths src --ignore-src --rosdistro foxy
6   -y --skip-keys "console_bridge fastcdr fastrtps
7   rti-connext-dds-5.3.1 urdfdom_headers"
8
9 $ cd ~/ros2_foxy/
10
11 $ colcon build --symlink-install
```



## 2.4 Popis štruktúry programu



The start point of this simulation is `ar-detection-launch.py` file located in `launch` directory. Popis hlavných priečinkov v balíku:

`worlds`: miesto pre svetové súbory Webots (`.wbt`), ktorý definuje jedného alebo viacerých robotov a ich prostredie. Súbor `.wbt` niekedy závisí od externých súborov (`.proto`), ktore sa nachadza v `protos` a textúr, ktore v `textures`;

`protos`: miesto pre prototypy robotov pre svetový súbor Webots;

`multihunting`: umiestnene skripty Pythonu, ktoré je možné spustiť priamo a aj so spúšťacím súborom;

`launch`: miesto pre všetky spúšťacie súbory v balíku;

## 3 Použitie programu

Táto časť obsahuje popis postupu na otvorenie a spustenie simulácie.

### 3.1 Running procedure

Po inštalácii požadovaného softvéru môžete spustiť simuláciu. Otvorte terminál v priečinku pracovného priestoru a spustíte nasledujúci príkaz:

```
1 $ colcon build
2 $ . install/setup.bash
3 $ ros2 run multihunting ar-detection-launch.py
```

Potom uvidíte, že táto platforma ROS2 spúšťa Webots a simulácia začne. Informácie o simulácii môžete sledovať v termináli.

### 3.2 Simulation control

Užívateľ môže pomocou panela nástrojov riadiť proces simulácie. Panel s nástrojmi sa nachádza v hornej časti hlavného okna Webots.



**Obr. 3–1** Panel nástrojov Webots.

Obsahuje nasledujúce prvky (obrazok 3-1.):

1. Časová os simulácie a rýchlostná stupnica.
2. Resetovacie tlačidlo simulácie. Obnoviť počiatočný stav simulácie.
3. Vykonajte jeden krok.
4. Spustite simuláciu v reálnom čase.
5. Spustite simuláciu.
6. Spustite simuláciu čo najrýchlejšie bez grafiky.
7. Spustiť videozáznam aktuálnej simulácie.

8. Spustíte záznam animácie HTML5.

9. Uložte aktuálny obrázok simulácie.

### 3.3 Error Messages

Môžu sa zobrazíť nasledujúce varovania. V prvom prípade jednoducho upozorní na zmenu mierky textúry. Druhý a tretí typ varovaní sa vyskytujú, keď nastane problém s inicializáciou ovládača pre konkrétneho robota. Problém je vyriešený jednoduchým reštartovaním simulácie. Príklad:

```
1  WARNING: Texture image size of '/home/bohdan/ros2_ws/install/  
    mybachelorproject/share/mybachelorproject/worlds/textures/loop.jpg'  
    is not a power of two: rescaling it from 1080x1080 to 2048x2048.  
2  WARNING: Failed to attach extern robot controller: no available "<  
    extern>" robot controller named "follower_Robot_sense" found.  
3  WARNING: WARNING: Failed to attach extern robot controller: no  
    available "<extern>" robot controller named "follower_Robot_sense"  
    found.
```