

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-100863-111124

VYTVORENIE OVLÁDAČA V PROSTREDÍ ROS PRE
MOBILNÉHO ROBOTA
BAKALÁRSKA PRÁCA

2023

Filip Lobpreis

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-100863-111124

VYTVORENIE OVLÁDAČA V PROSTREDÍ ROS PRE
MOBILNÉHO ROBOTA
BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program:	Robotika a kybernetika
Názov študijného odboru:	kybernetika
Školiace pracovisko:	Ústav robotiky a kybernetiky
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Michal Dobiš
Konzultant:	Ing. Michal Dobiš

Bratislava 2023

Filip Lobpreis



ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Autor práce: Filip Lobpreis
Študijný program: robotika a kybernetika
Študijný odbor: kybernetika
Evidenčné číslo: FEI-100863-111124
ID študenta: 111124
Vedúci práce: Ing. Michal Dobiš
Vedúci pracoviska: prof. Ing. Jarmila Pavlovičová, PhD.
Miesto vypracovania: Ústav robotiky a kybernetiky

Názov práce: **Vytvorenie ovládača v prostredí ROS pre mobilného robota**

Jazyk, v ktorom sa práca
vypracuje: slovenský jazyk

Špecifikácia zadania: Mobilná robotika využívaná v kombinácii s logistickými alebo servisnými úkonmi sa stáva čoraz viac populárnejšou. Úlohou študenta je naštudovať si mobilné robotické zariadenie, ktoré bude mať k dispozícii na Národnom centre robotiky a k nemu príslušné materiály. Študent bude pracovať s reálnym hardvérom a otvoreným systémom, ktorý bude potrebné preštudovať a pochopiť jeho fungovanie. Cieľom práce bude následne vytvoriť nadradený ovládač implementovaný v ROS (Robotickom operačnom systéme), ktorý bude schopný riadiť daného robota.

Úlohy:

1. Analyzujte súčasný stav riešenia a prostredie Robotického operačného systému.
2. Analyzujte možnosti a metodiku implementácie riadiaceho balíka pre daný robot
3. Navrhnite spôsob implementácie a architektúru riešenia
4. Implementujte riadiaci systém pre mobilného roba
5. Vypracujte dokumentáciu k dosiahnutým výsledkom.
6. Vyhodnoťte dosiahnuté výsledky.

Termín odovzdania práce: 02. 06. 2023

Dátum schválenia zadania
práce:

Zadanie práce schválil:

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Robotika a kybernetika
Autor:	Filip Lobpreis
Bakalárska práca:	Vytvorenie Ovládača v prostredí ROS pre mobilného robota
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Michal Dobiš
Konzultant:	Ing. Michal Dobiš
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2023

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean et est a dui semper facilisis. Pellentesque placerat elit a nunc. Nullam tortor odio, rutrum quis, egestas ut, posuere sed, felis. Vestibulum placerat feugiat nisl. Suspendisse lacinia, odio non feugiat vestibulum, sem erat blandit metus, ac nonummy magna odio pharetra felis. Vivamus vehicula velit non metus faucibus auctor. Nam sed augue. Donec orci. Cras eget diam et dolor dapibus sollicitudin. In lacinia, tellus vitae laoreet ultrices, lectus ligula dictum dui, eget condimentum velit dui vitae ante. Nulla nonummy augue nec pede. Pellentesque ut nulla. Donec at libero. Pellentesque at nisl ac nisi fermentum viverra. Praesent odio. Phasellus tincidunt diam ut ipsum. Donec eget est. A skúška mäččėňov a dĺžnov.

Kľúčové slová: kľúčové slovo1, kľúčové slovo2, kľúčové slovo3

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Robotics and cybernetics
Author:	Filip Lobpreis
Bachelor's thesis:	Implementation of ROS Driver for Mobile Robot
Supervisor:	Ing. Michal Dobiš
Consultant:	Ing. Michal Dobiš
Place and year of submission:	Bratislava 2023

On the other hand, we denounce with righteous indignation and dislike men who are so beguiled and demoralized by the charms of pleasure of the moment, so blinded by desire, that they cannot foresee the pain and trouble that are bound to ensue; and equal blame belongs to those who fail in their duty through weakness of will, which is the same as saying through shrinking from toil and pain. These cases are perfectly simple and easy to distinguish. In a free hour, when our power of choice is untrammelled and when nothing prevents our being able to do what we like best, every pleasure is to be welcomed and every pain avoided. But in certain circumstances and owing to the claims of duty or the obligations of business it will frequently occur that pleasures have to be repudiated and annoyances accepted. The wise man therefore always holds in these matters to this principle of selection: he rejects pleasures to secure other greater pleasures, or else he endures pains to avoid worse pains.

Keywords: ROS, BlackMetal

Pod'akovanie

I would like to express a gratitude to my thesis supervisor.

Obsah

Úvod	1
1 ROS	2
1.1 ROS	2
1.1.1 Topiky	2
1.1.2 Služby	2
1.1.3 Akcie	2
1.2 ROS1	2
1.3 ROS2	3
1.4 Lorem Ipsum	4
2 Recitácia	5
3 Rovnice	6
4 Možnosti anonymizácie	7
4.1 Súkromné prehliadanie	7
4.2 Anonymná sieť	7
4.3 Funkcionalita	7
4.3.1 Funkcionalita2	7
4.4 Vzhľad	7
Záver	11
Zoznam použitej literatúry	12
Prílohy	12
A Štruktúra elektronického nosiča	13
B Algoritmus	14
C Výpis subline	15

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 4.1	Predpokladaný vzhl'ad rozšírenia	9
Tabuľka 4.1	Moduly a ich funkcie pri anonymizácii	8

Zoznam algoritmov

1	Ukážka príkazov pre algorithmic	10
B.1	Vypočítaj $y = x^n$	14

Zoznam výpisov

1	Ukážka algoritmu	9
C.1	Ukážka sublime-project	15

Úvod

Ukazka upraveného šablony FEIStyle.cls (<https://github.com/Kyslik/FEIStyle>) s použitím Times New Roman fontu. Nastavenie fontov som prebral z oficiálneho IEEE šablony, vložil som ho do FEIStyle.cls na riadky 228-230.

Tu bude krásny úvod s diakritikou atď.

A možno aj viac riadkový úvod.

1 ROS

Robotický operačný systém (Robot Operating System) je súbor voľne dostupných softvérových knižníc a nástrojov, ktoré nám vytvárajú vhodné podmienky na písanie aplikácií pre mnohé druhy robotov. ROS má dve verzie. Vo všeobecnosti sa stretáme s tým, že pod názvom ROS1 alebo ROS sa myslí ROS verzie 1. Pod názvom ROS2 sa myslí ROS verzie 2. Aby nenastali nejasnosti budeme v tomto dokumente označovať ROS verzie 1 ako ROS1 a ROS verzie 2 ako ROS2. V prípade, keď budeme hovoriť o spoločných vlastnostiach a funkcionalitách, ROS1 a ROS2 budeme označovať dokopy ako ROS.

1.1 ROS

Komunikácia v ROSe je zabezpečená cez IPC (Inter Process Communication) a TCP/IP komunikáciou pomocou troch základných metód: topiky (Topics), služby (Service) a akcie (Actions)

1.1.1 Topiky

Topiky (IPC) sú najjednoduchší spôsob komunikácie. Vieme si ich prirovnať k UDP/IP protokolu. Definujeme si jedného poskytovateľa (publisher) a jedného príjemcu (subscriber). Medzi týmito dvoma účastníkmi sa následne posielajú správy (messages), ktoré sme si dopredu definovali.

1.1.2 Služby

Služby (TCP/IP) nám poskytujú rovnaký spôsob komunikácie ako topiky, až na to, že sa správy medzi servisom a klientom posielajú cez LAN (Local Area Network). Služby sa využívajú pri komunikácii medzi viacerými zariadeniami.

1.1.3 Akcie

Akcie (TCP/IP) sú najzložitejším spôsobom komunikácie. Sú založené na službách a majú 3 stavy. Najprv pošle klient serveru akú akciu má vykonať, server mu potvrdí, že túto požiadavku dostal. Server začne následne vykonávať danú akciu a posielat' klientovi priebežné správy o priebehu. Keď server skončí pošle klientovi výsledok akcie a klient mu obratom potvrdí obdržanie výsledku.

1.2 ROS1

ROS bol prvýkrát vydaný v roku 2010. Ide o softvér, ktorý sa začal vyvíjať so zámerom zjednotiť programovanie a ovládanie robotov. Od doby, kedy vznikol prešiel mnohými verziami a úpravami. Jeho neoddeliteľnou súčasťou sú štrukturalizovanie programu do uzlov (nodov), komunikácia medzi uzlami, podpora viacerých programovacích jazykov ako sú C++, Python alebo Java a vytváranie balíčkov dostupných širokej verejnosti.

Štrukturalizovanie ROS1 je spravené čo najstabilnejším spôsobom. Na počiatku programu musíme spustiť hlavný program (roscore), ktorý zabezpečuje vytváranie jednotlivých uzlov. Komunikácia medzi uzlami je zabezpečená prostredníctvom prepojenia uzlov cez LAN. Uzly môžu byť spustené aj na iných zariadeniach. Roscore ďalej poskytuje parametre jednotlivým uzlom z parametrového servera. Bez roscore-u by ROS1 nebol spustiteľný.

Aj napriek mnohým výhodám má ROS aj nedostatky, ktoré sa ťahajú už od jeho počiatkov. Sú to napríklad:

- Nepostačujúca distribuovanosť systému. Ak prestane fungovať roscore, prestane ísť celý program.
- ROS1 je písaný v starom štandarde. Ráta s tým, že aj programátor bude v tom štandarde písať.
- Kvalita komunikácie sa nedá ovplyvniť

Kvôli takýmto problémom sa začala vyvíjať nová verzia ROSu, ROS2. V roku 2025 sa skončí podpora poslednej distribúcie ROSu menom Noetic. Preto je odporúčané začínať nové projekty v ROS2.

1.3 ROS2

Ako už bolo spomenuté zámerom vývoja ROS2 je zlepšenie funkcionality a bezpečnosti ROSu. ROS2 nie je spätne kompatibilný. Podstata toho, ako sú zoskupované uzly a ako spolu komunikujú je diametrálne odlišná od ROS1. Z tohto dôvodu bol vyvinutý takzvaný rosbriedge, ktorý zabezpečuje kompatibilitu medzi verziami. Nie je to ale trvalé riešenie. Odporúčané je nástroj využívať a počas toho prepisovať kód z verzie 1 do verzie 2. Komunikácia prebieha v ROS2 rovnakým spôsobom ako v ROS1. Pomocou topikou, služieb a akcií.

Pri spúšťaní programov už nie je potrebné mať spustený roscore. Preto je štruktúra vykonávania uzlov plne decentralizovaná. Ak teda spadne jeden proces druhé budú fungovať naďalej. V ROS1 sme vedeli ovplyvniť počet uchovaných správ pokým nepretiekol zásobník. V ROS2 vieme zmeniť kvalitu komunikácie. Vieme si zadať, či by sme radšej stratili niektoré správy, ale dostali by sme všetky rýchlo. Alebo aby sa zabezpečilo, že dostaneme všetky správy, ktoré boli vyslané, aj keby to trvalo dlhšie. Dokonca si vieme zadať maximálny čas, ktorý budeme čakať na ďalšiu správu.

Pri všetkých týchto zlepšeniach nemôžeme zabudnúť aj nasledovný nedostatok. Keďže ROS2 je mladší ako ROS1 nájdeme k nemu menej dokumentácie. Pridaním veľkého počtu funkcionalít začal vznikať problém pre začiatočníkov s porozumením niektorých kódov. Avšak tento problém je nedostatkom, ktorý časom zanikne.

1.4 Lorem Ipsum

Tento text bol prevzatý zo stránky www.lipsum.com [lipsum], preto ho treba riadne odčitovať.

Lorem Ipsum is simply dummy text of the printing and typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's standard dummy text ever since the 1500s, when an unknown printer took a galley of type and scrambled it to make a type specimen book. It has survived not only five centuries, but also the leap into electronic typesetting, remaining essentially unchanged. It was popularised in the 1960s with the release of Letraset sheets containing Lorem Ipsum passages, and more recently with desktop publishing software like Aldus PageMaker including versions of Lorem Ipsum [lipsum].

Why do we use it? It is a long established fact that a reader will be distracted by the readable content of a page when looking at its layout. The point of using Lorem Ipsum is that it has a more-or-less normal distribution of letters, as opposed to using 'Content here, content here', making it look like readable English [lipsum]. Many desktop publishing packages and web page editors now use Lorem Ipsum as their default model text, and a search for 'lorem ipsum' will uncover many web sites still in their infancy. Various versions have evolved over the years, sometimes by accident, sometimes on purpose (injected humour and the like).

Where does it come from? Contrary to popular belief, Lorem Ipsum is not simply random text. It has roots in a piece of classical Latin literature from 45 BC, making it over 2000 years old. Richard McClintock, a Latin professor at Hampden-Sydney College in Virginia, looked up one of the more obscure Latin words, *consectetur*, from a Lorem Ipsum passage, and going through the cites of the word in classical literature, discovered the undoubtable source [lipsum]. Lorem Ipsum comes from sections 1.10.32 and 1.10.33 of "de Finibus Bonorum et Malorum" (The Extremes of Good and Evil) by Cicero, written in 45 BC. This book is a treatise on the theory of ethics, very popular during the Renaissance. The first line of Lorem Ipsum, "Lorem ipsum dolor sit amet..", comes from a line in section 1.10.32 [lipsum].

2 Recitácia

Citujem všetky zdroje v **bibliography.bib**, [**t00, t01, t02, t03, kniha, kniha2, kniha3, small, big, cs, koll, kap, tug, knuth, zbornik, prispevok**].

Good luck.

3 Rovnice

Pytagorova veta je definovana vzťahom:

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (3.1)$$

Dosadenim (3.1) do lineárneho modelu

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} \quad (3.2)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du} \quad (3.3)$$

zistíme, že tento L^AT_EXtemplate funguje, dokonca môžeme vkladať aj inline rovnice $D = b^2 - 4ac$.

4 Možnosti anonymizácie

Anonymizácia znamená zmena alebo úprava údajov tak, aby sa podľa nich nedala jednoznačne určiť osoba, ktorej tieto údaje patria [t01]. Existuje niekoľko spôsobov, ktorými môžeme dosiahnuť rôznu úroveň anonymizácie na internete: od mazania cookies súborov po ukončení prehliadania webových stránok až po používanie operačných systémov, ktoré sú na anonymite založené; od bezplatných možností až po komerčné verzie.

Nasleduje priblíženie niektorých možností anonymizácie.

4.1 Súkromné prehliadanie

Najpoužívanejšie internetové prehliadače súčasnosti majú v sebe zabudovanú funkcionality, ktorá dokáže čiastočne anonymizovať prístup na internet. Táto funkcionality blokuje ukladanie navštívených stránok do histórie a nezaznamenáva súbory, ktoré sa stiahnu z internetu. sw a hw sú skratky.

4.2 Anonymná sieť

Anonymná sieť je sieť serverov, medzi ktorými dáta prechádzajú šifrované. V anonymných sieťach dáta prechádzajú z počítača používateľa, odkiaľ bola požiadavka poslaná, cez viaceré proxy smerovače, z ktorých každý správu doplní o smerovanie a zašifruje vlastným kľúčom. Cesta od ...

4.3 Funkcionality

Rozšírenie tiež okrem splnenia špecifikácie malo pre prehľadnosť a overenie funkčnosti zobrazovať údaje, ktoré boli na server odoslané. Zoznam údajov odoslaných na server, sa mal ukladať do krátkodobej histórie, aby nemal používateľ k dispozícii len najnovšie údaje, ale aj údaje odoslané v nejakom časovom období. Nejaký listing z príloh C.1.

4.3.1 Funkcionality2

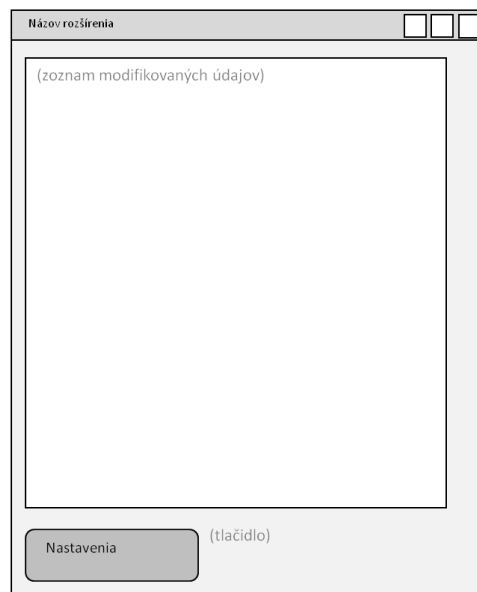
Samozrejmosťou bolo nastavenie zapnutia rozšírenia pri štarte, prípadne interval zmeny odosielaných údajov.

4.4 Vzhľad

Dôležitou požiadavkou kladenou na rozšírenie bolo príjemné používateľské rozhranie. Z tohto dôvodu malo rozšírenie obsahovať zoznam modifikovaných vlastností a tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchšej a praktickej forme. Predpokladaný vzhľad je zobrazený na obrázku č. 4.1. Dôležitou požiadavkou kladenou na rozšírenie bolo príjemné používateľské rozhranie.[t00] Z tohto dôvodu malo rozšírenie obsahovať zoznam modifikovaných vlastností a

Tabuľka 4.1: Moduly a ich funkcie pri anonymizácii

Modul	Funkcia													
	zobrazenie hlavičky	blokovanie skriptov	zmena IP	zmena lokalizácie	zmazanie/blokovanie cookies	blokovanie trackerov	popis	používateľský agent	kódové označenie prehliadača	názov prehliadača	verzia prehliadača	platforma	výrobca prehliadača	označenie výrobcu prehliadača
User agent switcher							X	X	X	X	X	X	X	X
Ghostery					X	X								
Better privacy					X									
Anonymox			X	X	X		X	X						
Modify headers					X			X						
Request policy						X								
Live HTTP headers	X													
User agent awitcher for chrome							X	X						
Header hacker							X	X	X	X	X	X	X	X
Mod header							X	X	X	X	X	X	X	X
Script no		X												
No script		X												
Proxify it			X	X										
I'm not here				X										
Get anonymous personal edition		X	X	X	X	X								
Anonymous browsing toolbar			X	X										
Easy hide your IP and surf anonymously			X	X				X	X	X	X			



Obr. 4.1: Predpokladaný vzhľad rozšírenia

tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchnej a praktickej forme. Predpokladaný vzhľad je zobrazený na obrázku č. 4.1.

```
/* Hello World program */

#include<stdio.h>

struct cpu_info {
    long unsigned utime, ntime, stime, itime;
    long unsigned iowtime, irqtime, sirqtime;
};

main()
{
    printf("Hello World");
}
```

Výpis 1: Ukážka algoritmu

Algoritmus 1 Ukážka príkazov pre algorithmic

```
<text>
if <condition> then
    <text>
else
    <text>
end if
if <condition> then
    <text>
else if <condition> then
    <text>
end if
for <condition> do
    <text>
end for
for <condition> to <condition> do
    <text>
end for
for all <condition> do
    <text>
end for
while <condition> do
    <text>
end while
repeat
    <text>
until <condition>
loop
    <text>
end loop
Require: <text>
Ensure: <text>
return <text>
print <text> {<text>} and , or , xor , not , to , true, false
```

Záver

Conclusion is going to be where?

Here.

Prílohy

A	Štruktúra elektronického nosiča	13
B	Algoritmus	14
C	Výpis subline	15

A Štruktúra elektronického nosiča

/CHANGELOG.md

- file describing changes made to FEIstyle

/example.tex

- main example *.tex* file for diploma thesis

/example_paper.tex

- example *.tex* file for seminar paper

/Makefile

- simply Makefile – build system

/fei.sublime-project

- is project file with build in Build System for Sublime Text 3

/img

- folder with images

/includes

- files with content

/bibliography.bib

- bibliography file

/attachmentA.tex

- this very file

B Algoritmus

Algoritmus B.1 Vypočítaj $y = x^n$

Require: $n \geq 0 \vee x \neq 0$

Ensure: $y = x^n$

$y \leftarrow 1$

if $n < 0$ **then**

$X \leftarrow 1/x$

$N \leftarrow -n$

else

$X \leftarrow x$

$N \leftarrow n$

end if

while $N \neq 0$ **do**

if N is even **then**

$X \leftarrow X \times X$

$N \leftarrow N/2$

else { N is odd }

$y \leftarrow y \times X$

$N \leftarrow N - 1$

end if

end while

C Výpis sublime

```
../.. ./ fei .sublime-project
```

Výpis C.1: Ukážka sublime-project