

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: FEI-104376-104853

**PLÁNOVANIE TRAJEKTÓRIE PRE ROBOT S
KINEMATICKOU ŠTRUKTÚROU SCARA
DIPLOMOVÁ PRÁCA**

2024

Bc. Michal Bíro

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-104376-104853

PLÁNOVANIE TRAJEKTÓRIE PRE ROBOT S
KINEMATICKOU ŠTRUKTÚROU SCARA
DIPLOMOVÁ PRÁCA

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

Bratislava 2024

Bc. Michal Bíro

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Študijný program:	Robotika a kybernetika
Autor:	Bc. Michal Bíro
Diplomová práca:	Plánovanie trajektórie pre robot s kinematickou štruktúrou SCARA
Vedúci záverečnej práce:	Ing. Michal Dobiš, PhD..
Miesto a rok predloženia práce:	Bratislava 2024

Firma Photoneo vyvinula vlastného robota s kinematickou štruktúrou SCARA umiestneného na mobilnom podvozku, ktorý je určený na rôzne operácie v logistike ako je napríklad vyberanie a prekladanie rozličného tovaru. Robot pozostáva z 3 rotačných kĺbov a jednej posuvnej osi. V praxi je pracovný priestor robota často prispôbený tak, aby pohyb robota nespôsobil kolíziu s prostredím alebo s prenášaným tovarom. V prípade väčších rozmeroch prenášaných predmetov nemusí byť takýto pracovný priestor dosiahnutý a je potrebné riešiť úlohu plánovania trajektórie. Cieľom práce je navrhnúť taký, algoritmus plánovania trajektórie, ktorý bude zohľadňovať prostredie a reálny tvar prenášaného tovaru. Práca bude vypracovaná v spolupráci s firmou Photoneo s.r.o.

Kľúčové slová: SCARA, plánovanie trajektórie, RRT

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

Study Programme:	Robotics and Cybernetics
Author:	Bc. Michal Bíro
Master's thesis:	Trajectory planning for a SCARA kinematic structure robot
Supervisor:	Ing. Michal Dobiš, PhD..
Place and year of submission:	Bratislava 2024

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: SCARA, trajectory planning, RRT

Pod'akovanie

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

Obsah

Úvod	1
1 Ukážka glossaries	2
1.1 Lorem Ipsum	2
2 Recitácia	3
3 Rovnice	4
4 Možnosti anonymizácie	5
4.1 Súkromné prehliadanie	5
4.2 Anonymná sieť	5
4.3 Funkcionalita	5
4.3.1 Funkcionalita2	5
4.4 Vzhľad	5
Záver	9
Resumé	10
Zoznam použitej literatúry	11
Prílohy	11
A Štruktúra elektronického nosiča	12
B Algoritmus	13
C Výpis subline	14

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 4.1	Predpokladaný vzhľad rozšírenia	7
Tabuľka 4.1	Moduly a ich funkcie pri anonymizácii	6

Zoznam algoritmov

1	Ukážka príkazov pre algorithmic	8
B.1	Vypočítaj $y = x^n$	13

Zoznam výpisov

1	Ukážka algoritmu	7
C.1	Ukážka sublime-project	14

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 Ukážka glossaries

Verzia FEIstyle 1.5 používa glossary¹ balík. Code Division Multiple Access (CDMA) je dlhá skratka naopak GSM je skratka v krátkej forme.

1.1 Lorem Ipsum

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

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].

¹<https://www.ctan.org/pkg/glossaries?lang=en>

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:

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{3.1}$$

Dosadenim (3.1) do linearného modelu

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} \tag{3.2}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du} \tag{3.3}$$

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

Najpoužívanjšie 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 Halo Wars 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 Funkcionalita

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 Funkcionalita2

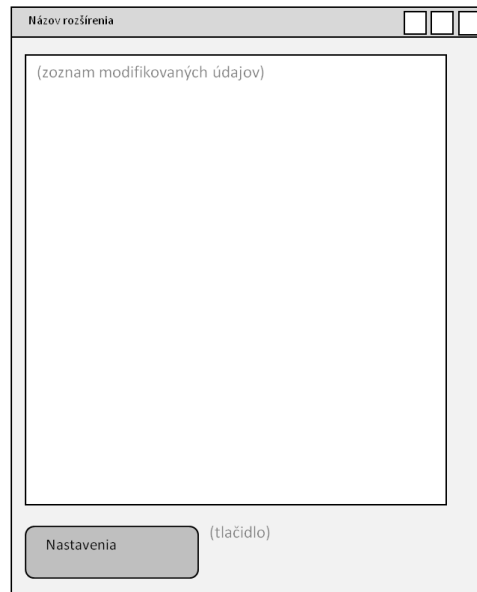
Samozrejmosťou bolo nastavenie zapnutia rozšírenia pri štarte, prípadne interval zmeny odosielaných údajov.

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

Tabulka 4.1: Moduly a ich funkcie pri anonymizácii

Modul	Funkcia													
	zobrazenie hlavičky	blokovanie skriptov	zmena IP	zmena lokalizácie	zmazanie/blokovanie cookies	Modifikácia								
						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

modifikovaných vlastností a tlačidlo pre prístup k nastaveniam rozšírenia v jednoduchej 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.

Resumé

nothing really here

Prílohy

A	Štruktúra elektronického nosiča	12
B	Algoritmus	13
C	Výpis subline	14

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