

Realizace experimentů pro odhad parametrů dynamického modelu látky

Michal Neoral

28. listopadu 2013

Kapitola 1

Úvod

1.1 O projektu

Tato práce je součástí mezinárodního projektu CloPeMa (Clothes Perception Manipulation). Tento dokument popisuje sběr dat a postup realizace experimentů pro odhad parametrů dynamického modelu textilie.

Více informací o projektu CloPeMa na internetových stránkách: <http://clopemaweb.felk.cvut.cz/> a na wikipedii projektu: <http://clopema.felk.cvut.cz/redmine/projects/clopema/wiki>

1.2 Aktuální verze tohoto návodu

[https://github.com/michalneoral/collect_data_documentation/raw/master/manual_collect_data\(cze\).pdf](https://github.com/michalneoral/collect_data_documentation/raw/master/manual_collect_data(cze).pdf)

1.3 Popis manipulátoru a robotického pracoviště

V této části jsou popsány nejdůležitější části manipulátoru pro tento experiment.

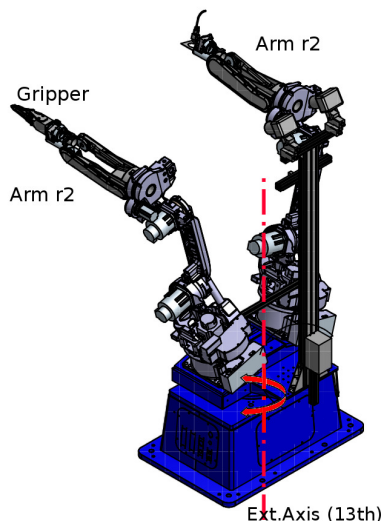
Zde bude umístěn obrázek manipulátoru v pracovním prostoru. Fotografi si pořídím sám, jelikož fotografie dostupné na internetu jsou buď staré (neúplný robot nebo staré chapadla) nebo nemají zobrazeno, co bych si přál, aby na nich bylo.

Obrázek 1.1: Manipulátor projektu CloPeMa umístěný na ČVUT v Praze.

1.3.1 Manipulátor

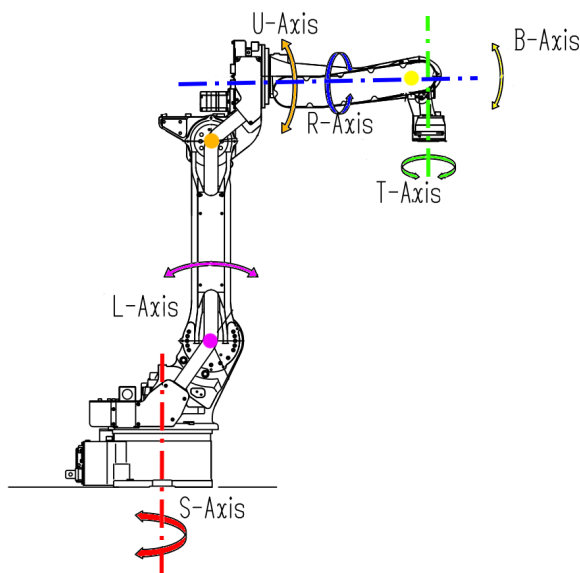
Základ manipulátoru tvoří dvě robotická ramena Motoman MA1400. Rameno jedna je označeno jako **r1** (nebo se také objevuje **R1**). Rameno dvě je obdobně značeno **r2** (**R2**). Ramena **r1** a **r2** jsou umístěna na

otočném stole. Otočný stůl se otáčí kolem osy označované jako **Externí osa** (nebo také **Ext.** případně jako **13 osa**). Umístění ramen a otáčení **Ext.** osy lze lépe vyčíst z obrázku 1.2. Každé rameno manipulátoru má 6 os, okolo kterých je schopen se otáčet. Osy jsou nazvány písmeny **S, L, U, R, T a B** (obrázek 1.3). Toto označení nestačí a k písmennému názvu je třeba přiřadit i číslo ramena, na kterém se tato osa nachází. Např.: osa **S** nacházející se na rameni **r1** se bude nazývat **S1** apod. Obdobně jako u označení ramen se můžeme setkat i s použitím malých písmen.



Obrázek 1.2: Označení ramen a umístění Externí osy.

Arm r1 - rameno r1,
 Arm r2 - rameno r2,
 Gripper - chapadlo,
 Ext.Axis (13th) - externí (třináctá) osa.

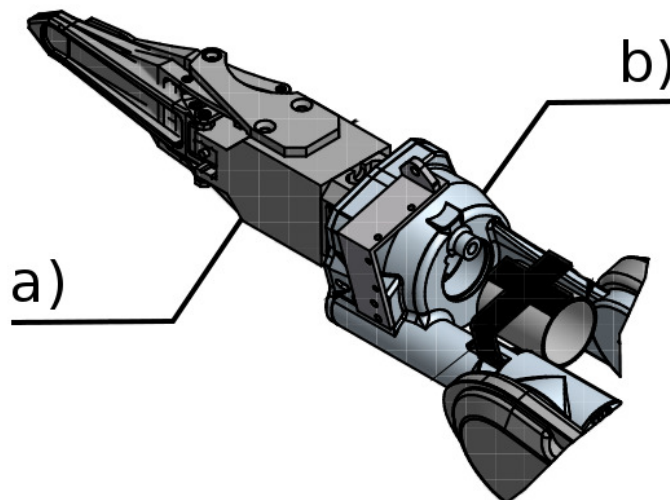


Obrázek 1.3: Popis os robotického ramena Motoman MA1400.

S-Axis (červená) - osa S,
 L-Axis (fialová) - osa L,
 U-Axis (oranžová) - osa U,
 R-Axis (modrá) - osa R,
 T-Axis (zelená) - osa T,
 B-Axis (žlutá) - osa B.

1.3.2 Chapadlo

Každé z ramen r_1 i r_2 je zakončeno elektrickým chapadlem obrázek 1.4. Chapadla slouží k držení textilií.



Obrázek 1.4: Chapadlo.

- a) Chapadlo,
- b) Konec ramena, na kterém je chapadlo namontováno.

1.3.3 Kamera

Další důležitou částí manipulátoru je pro nás 3D kamera Asus Xtion. Jedná se kameru, která je schopná zaznamenávat jak obrazové snímky (označované taky jako RGB snímky), tak i mapu vzdáleností - hloubkové snímky (**depth**). Kamera namontovaná na ramenu r_1 nese označení **xtion1**, kamera namontovaná na ramenu r_2 nese označení **xtion2**.

Zde bude obrázek/fotografie
Asus Xtion nasazeného na
robotovi. Vyfotím si ho při
nejbližší možné příležitosti.
Fotografie nalezené na
internetu nevyhovavalo
potřebám

Obrázek 1.5: Asus Xtion namontovaný na ramenu manipulátoru.

Tento popis obsahuje pouze vybrané části, které jsou důležité pro tento experiment. Podrobnější popis robota naleznete na http://clopema.felk.cvut.cz/redmine/projects/clopema/wiki/Technical_Stuff.

1.4 Požadavky na experiment

Pro zjištění parametrů, které budou sloužit k odhadu parametrů dynamického modelu látky, jsme se rozhodli sledovat pohyb a chování textilie při známém a opakovatelném pohybu. Podle našeho názoru máme dvě možnosti snímání pohybu.

1.4.1 Vodorovný pohyb známé délky - kolmo k optické ose.

Standardní kamerou sledujeme siluetu, případně samotnou látku proti stálému pozadí.

1.4.2 Vodorovný pohyb známé délky - podél optické osy.

Při tomto pohybu by standardní kamera viděla jen vzdalující se (přibližující se) siluetu, proto použijeme hloubkovou mapu.

Kapitola 2

Způsob pořízení dat

2.1 Realizace

Už při prvních pokusech jsme zjistili, že dynamika manipulátoru není natolik rychlá, aby s ním bylo možné provádět požadované pohyby (kapitola 1.4) po úsečce potřebnou rychlostí. Proto jsme s omezením robota museli požadavky z kapitoly 1.4 realizovat tak, že pohyb po úsečce je aproximován pohybem po obloučku.

2.2 Pozice ramen

Abychom mohli provést experiment musíme chapadlem jednoho ramena držet textilii a kamerou druhého ramena pozorovat a nahrávat data.

2.2.1 Rameno s textilií

Textilie je držena pomocí chapadla namontovaného na ramenu **r2**. Rameno **r2** nabývá dvou základních poloh.

Poloha pro měření

Rameno **r2** je v poloze, ve které je připraveno k provedení experimentu. Rameno **r2** drží textilii v chapadle. Rameno **r2** je výšce, ve které je kamerou **xtion1** zaznamenán ten kus textilie, který nás zajímá nejvíce. Rameno **r2** je také v pozici, aby mohlo provádět pohyb potřebný pro experiment (kapitola 1.4 a kapitola 2.3).

Poloha pro referenční snímek

Tato poloha slouží k záznamu referenčního snímku pozadí. Slouží k odfiltrování rušivého pozadí pro zlepšení přesnosti výsledků experimentu. V této poloze je rameno **r2** zcela mimo oblast záznamu kamery **xtion1**.

2.2.2 Rameno s kamerou

Záznam je pořízen kamerou namontovanou na ramenu **r1**. Rameno **r1** najede do polohy, ve které je optická osa kamery **xtion1** rovnoběžná s podlahou. Zároveň je optická osa kamery **xtion1**...

nevím, jak korektně popsat, že snímek není přetočen a látka je ve středu snímku

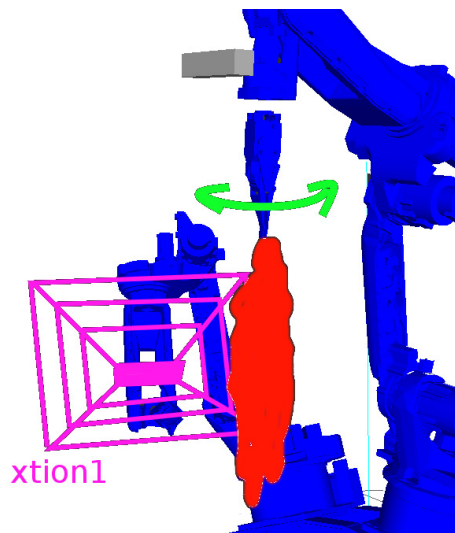
2.2.3 Otočení Ext.osy

Externí osa (osa č.: 13) je otočena tak, aby v pozadí snímané textilie bylo co nejméně rušivých předmětů. Nejlépe jednobarevný rovný povrch.

2.3 Pohyby ramen

2.3.1 Pohyb ramena kolmo k optické ose

[pohyb + odkaz](#)



Obrázek 2.1: Nastínění pohybů chapadla s textilií.

2.3.2 Pohyb ramena podél optické osy

[pohyb + odkaz](#)



Obrázek 2.2: Nastínění pohybů chapadla s textilií.

Po skončení snímání je možné vyměnit látku a postup zopakovat.

Kapitola 3

Pořízení dat

3.1 Předpoklady

1. Nainstalovaný ROS Hydro a balíčky CloPeMa:
 - http://clopema.felk.cvut.cz/redmine/projects/clopema/wiki/CloPeMa_Packages
2. Stáhnutý archiv se zdrojovými kódy:
 - `git clone https://github.com/michalneoral/clopema_collect_model_data.git`
3. V balíčku `clopema_collect_model_data` ve složce `src` uprav script `local_options.py` pro místní nastavení počítače. Po otevření v příslušném textovém editoru upravte obsah proměnných pro Vaše umístění.
 - `pcglocate` pro umístění složky se zdrojovými kódy
 - `savefolder` umístění složky, kam se budou ukládat získaná data.

3.2 Postup spouštění

1. Odstranění omezení rychlosti robota
 - **tato kapitola bude dopsána po konzultaci s panem Wágnerem**
2. Spustíme robota:
 - `roslaunch clopema_launch start_robot.launch`
3. Spustíme kameru na ramenu `r1`:
 - `roslaunch clopema_launch xtion1.launch`
4. Poté, co se body 2 a 3 úspěšně spustí můžeme spustit vlastní skript pro sběr dat:
 - `roslaunch clopema_collect_model_data collect_data.py`
5. Program je ovládán z příkazové řádky.

3.3 Ovládání skriptu `collect_data.py` pro snímání dat

3.3.1 Popis ovládání

Skript již máme spuštěn podle návodu v kapitole 3.2. Po spuštění se nám zobrazí úvodní menu zobrazené na obrázku 3.1. Čísla v závorkách (**číslo**) značí pozici funkce v menu programu. Např. funkci **(4) Open Gripper** (otevření chapadla) spustíme vepsáním čísla 4 a potvrzením klávesy **Enter**. Obdobně postupujeme při spouštění i dalších funkcí. Pro ukončení programu vepíšeme slovo **stop** a potvrdíme klávesou **Enter**. Program **nedoporučuji** ukončit stiskem **ctrl+c**.


```
...1...Move to the HOME position (home)
...2...Move to READY TO MEASURE position (mpos)
...3...Move and record (action)
...4...Open Gripper (open)
...5...Close Gripper (close)
...6...Camera default record (camdef)
..stop..EXIT
```

Obrázek 3.1: Náhled menu skriptu

3.3.2 Postup pro nasnímání obrazu pro odfiltrování pozadí

1. Využijeme funkci **(6)** – *Camera default record*.

3.3.3 Postup pořízení dat – manuální vkládání textilie:

1. Umístíme robota do polohy, ve které je připraven k měření **(2)** - *Move to READY TO MEASURE position*.
2. Otevřeme chapadlo **(4)** – *Open Gripper*.
3. Zavřeme chapadlo **(5)** – *Close Gripper*. Po stisknutí máme 5 vteřin pro vložení textilie do chapadla než se chapadlo sevře.
4. Po sevření chapadlo ustoupíme do bezpečné vzdálenosti od robota.
5. Zahájíme měření a záznam **(3)** - *Move and record*.
6. Budeme vyzváni k pojmenování souboru. Doporučuji nazývat souboru názvem textilie, případně i pořadovým číslem.
7. Po schválení názvu souboru bude provedeno měření způsobem, který je popsán v předchozí kapitole (*Způsob pořízení dat*).
8. Postup 2. až 7. můžeme opakovat pro další měření.
9. Před ukončením programu můžeme pomocí **(1)** umístit robota do výchozí polohy.
10. Program ukončíme pomocí **(exit)**.

Kapitola 4

Uložení dat

4.1 Formát dat

Data se ukládají pomocí rosbag ve formátu “.bag“ do předem určené složky uložené v souboru `local_options.py` (`path_to_workspace/clopema_collect_model_data/src/local_options.py`).

4.2 Témata (topic)

Z důvodu úspory místa a kapacity přenosového kanálu jsou zaznamenány pouze témata (topic), která jsou uložena v souboru `topics.txt` (`path_to_workspace/clopema_collect_model_data/matlab/topics.txt`). Pro tento experiment jsem vybral tyto témata (topic):

```
/joint_states
/tf
/xtion1/depth/camera_info
/xtion1/depth_registered/camera_info
/xtion1/projector/camera_info
/xtion1/rgb/camera_info
/xtion1/depth/image_raw
/xtion1/rgb/image_raw
/xtion1/depth/disparity
/xtion1/depth/points
```

Seznam témat je možné libovolně měnit. Zaznamenáno je 7 vteřin dat. **Popsat proč 7 vteřin**

4.3 Formát názvu

Zaznamenané soubory jsou ve tvaru: `name_speed_AX.bag`

- name vámi zadaný název
- speed nastavená rychlost manipulátoru
- A osa, kterou bylo vykonáno ”třepání” - R nebo B
odkaz na popis robota v úvodu
- X číslo souboru s tématy, která jsou zaznamenána

Kapitola 5

Načtení dat pro další zpracování

5.1 Předpoklady:

- Stahnutý archiv se zdrojovými kódy
 - `git clone https://github.com/michalneoral/clopema_collect_model_data.git`
- Nainstalovaný Matlab (odzkoušeno ve verzi 2012b i 2013a).
- Nainstalovaný toolbox pro matlab „rosbag“ a přidána cesta pro tento toolbox. Toolbox je dostupný i s návodem k instalaci na adrese:
 - `https://github.com/bcharrow/matlab_rosbag`
- Nacházet se ve složce se zdrojovými kódy pro Matlab.
- Soubor `topics.txt` musí být stejný jako v době nahrávání `.bag` souboru.

V proměnné `path_to_bag_files` je potřeba mít uloženou cestu k uloženým `.bag` souborům s daty a v proměnné `topics` je načten soubor `topics.txt` s názvy požadovaných témat (viz. `startup.m`).

Načítání souborů spustíte příkazem `loader`, který vypíše soubory v zadané složce (`path_to_bag_files`) a nechá vybrat soubor pro načtení do Matlabu a vypíše informace o souboru. Pro správnou funkci tohoto skriptu je třeba mít nasnímáno a uloženo „čisté“ pozadí (popsáno v kapitole *Návod na pořízení dat*).

Tento příkaz dále spustí skript `reader`, který převede soubor `.bag` na čitelnější strukturu `msgs` (provede rovněž i pro „čisté“ pozadí `msgs_bag`) a předpřipraví RGB obrázek „čistého“ pozadí - `rgb_back` (takto předpřipravené data lze zobrazovat pomocí `imshow(data)` nebo `image(data)` jako 2D obrazy).

Příkaz `loader` dále předpřipraví data z RGB i hloubkové kamery do zásobníku obrazu `front`, která je seřazená tak, aby si obrazy odpovídaly časovými značkami. První řádek obsahuje původní RGB obrazy, druhý řádek obsahuje RGB obrazy s odfiltrovaným pozadím a třetí řádek obsahuje data z hloubkové kamery v metrech. Spolu se strukturou `front` se tvoří i struktura `queue`, jenž v obsahuje tyto údaje:

pořad. číslo hloubkového snímku	čas od začátku měření	pořad. číslo tématu v msgs
pořad. číslo rgb snímku	časový rozdíl mezi snímky	pořad. číslo tématu v msgs

Další pokračování existuje, ale je potřeba ho konzultovat.

Literatura

- [1] Neovision: *Industrial Vision System* [online]. [cit. 2013-11-12].
Dostupné z: <http://www.neovision.cz/cz/sols/clopema.html>
- [2] Václav Jahoda: *CloPeMa* [online]. [cit. 2013-11-27].
Technický výkres 12010_00_04_Robot.pdf - UPRAVENO
Dostupné z: clopema.felk.cvut.cz/redmine/attachments/download/121/12010_00_04_Robot.pdf
- [1] Motoman: *YASKAWA Electric Corporation* [online]. [cit. 2013-11-27].
Technický výkres robotického ramena MA1400 - UPRAVENO Dostupné z:
[http://www.motoman.com.tr/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=uploads/
tx_catalogrobot/MA1400_15.pdf&t=1385654785&hash=ba1cae139705f02080bcf1f7c60f741c8df7434c](http://www.motoman.com.tr/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=uploads/tx_catalogrobot/MA1400_15.pdf&t=1385654785&hash=ba1cae139705f02080bcf1f7c60f741c8df7434c)