

# Realizace experimentů pro odhad parametrů dynamického modelu látky

Michal Neoral

3. prosince 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.

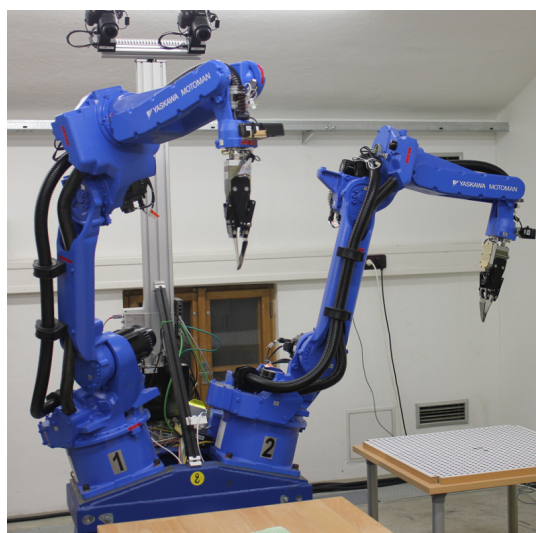
Více informací o projektu CloPeMa na internetových stránkách: <http://clopemaweb.felk.cvut.cz/> a na wikipedii projektu: <http://clopema.felk.cvut.cz/redmine/projects/clopema/wiki>

### 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.

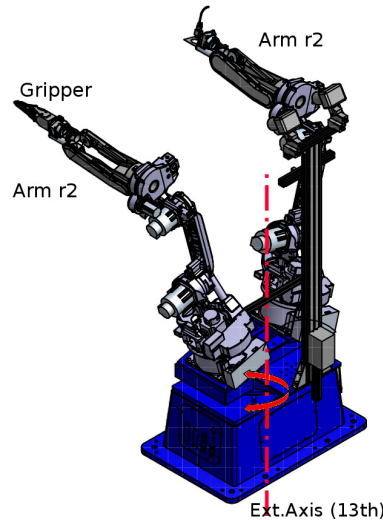


Obrázek 1.1: Manipulátor projektu CloPeMa umístěný na ČVUT v Praze.

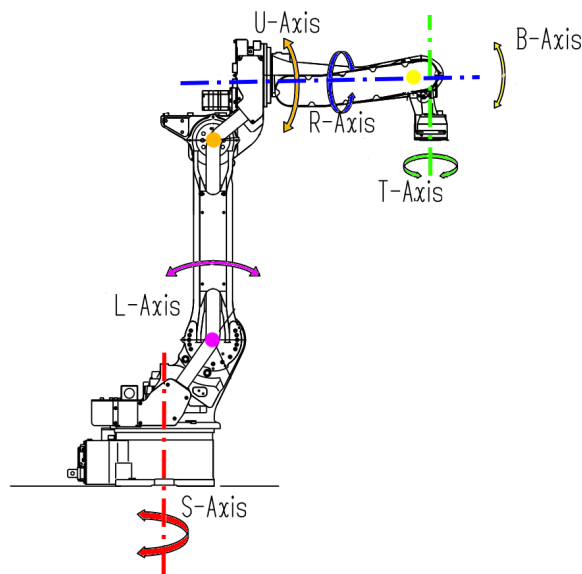
#### 1.3.1 Manipulátor

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.



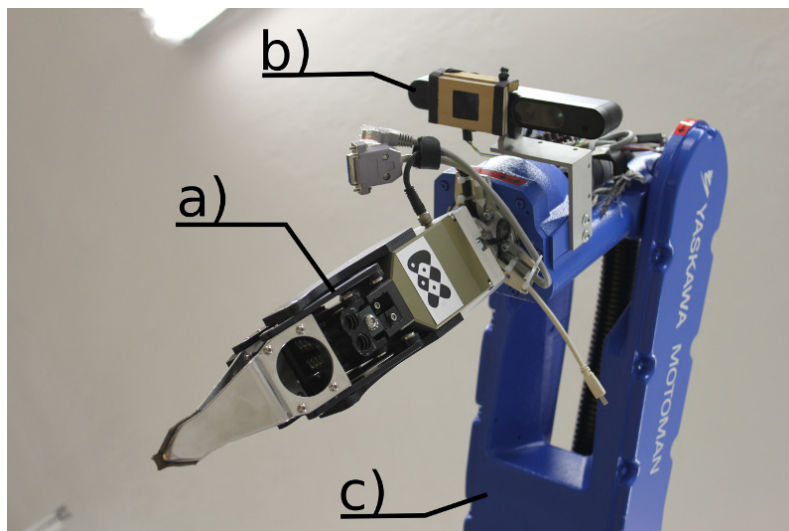
Obrázek 1.2: Označení ramen a umístění Externí osy.  
 Arm r1 - rameno r1, Arm r2 - rameno r2, Gripper - chapadlo, Ext.Axis (13th) - externí (třináctá) osa.



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,  
 B-Axis (žlutá) - osa B, T-Axis (zelená) - osa T.

### 1.3.2 Chapadlo

Každé z ramen **r1** i **r2** je zakončeno elektrickým chapadlem obrázek 1.4. Chapadla slouží k držení textilií.



Obrázek 1.4: Čapadlo.

a) čapadlo, b) kamera Asus Xtion, c) konec ramena, na kterém je čapadlo 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 *r1* nese označení *xtion1*, kamera namontovaná na ramenu *r2* nese označení *xtion2*. Umístění kamery je patrné na obrázku 1.4.

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](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.

### Vodorovný pohyb známé délky - kolmo k optické ose.

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

### 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

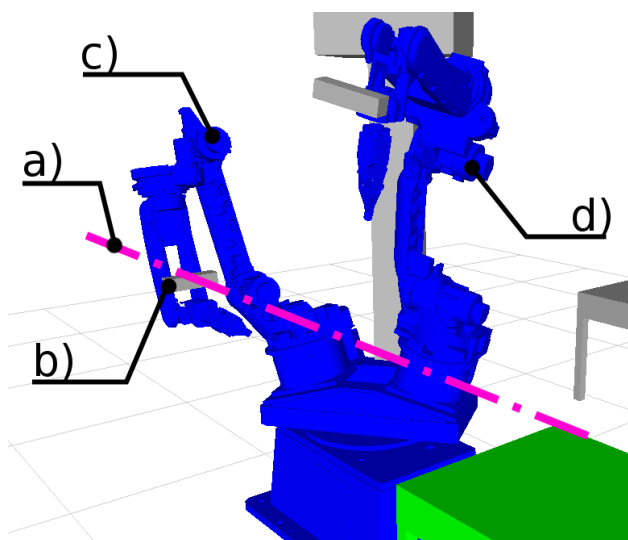
Už při prvních pokusech jsme zjistili, že dynamika manipulátoru není natolik rychlá, aby s ním bylo možné provádět požadované pohyby (kapitola 1.4) po úsečce potřebnou rychlostí. Proto jsme s omezením robota museli požadavky z kapitoly 1.4 realizovat tak, že pohyb po úsečce je aproximován pohybem po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

Záznam je pořízen kamerou `xtion1` 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` orientovaná směrem k ramenu `r2` (obrázek 2.1).



Obrázek 2.1: Pozice ramena s kamerou.

a) Optická osa kamery `xtion1`, b) Kamera `xtion1`, c) rameno `r1`, d) rameno `r2`.

#### 2.2.2 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 ve 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**.

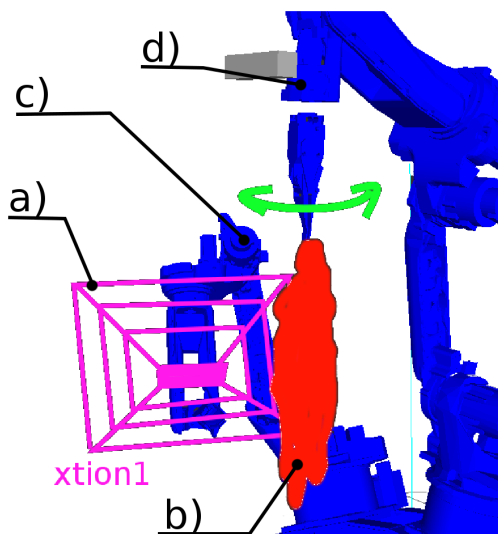
### 2.2.3 Otočení Ext.osy

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

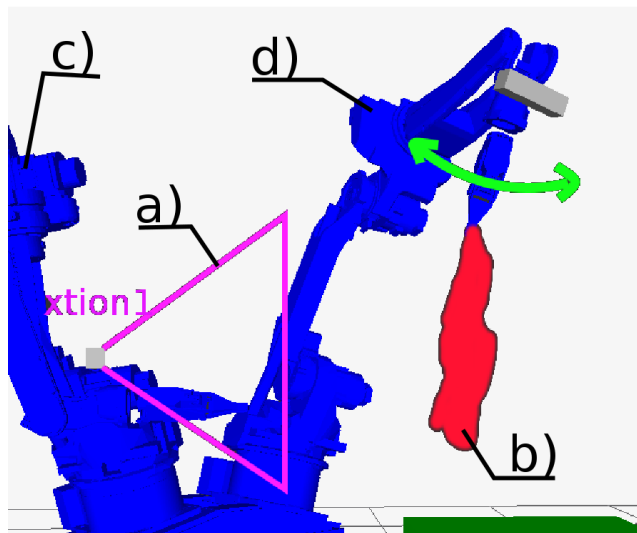
Rameno **r1** neprovádí žádný pohyb a je v poloze popsané v kapitole 2.2.1. V chapadle ramena **r2** je držena textilie. Rameno **r2** provede požadovaný pohyb s touto textilií tak, že se otočí okolo osy **B** o určitý úhel a vrátí se zpátky do výchozí polohy. Pro lepší popsání pohybu je pohyb naznačen i na obrázku 2.2.



Obrázek 2.2: Nastínění pohybů chapadla s textilií kolmo k optické ose.  
a) naznačení zorného pole kamery **xtion1**, b) textilie, c) rameno **r1**, d) rameno **r2**.

### 2.3.2 Pohyb ramena podél optické osy

Rameno  $r1$  neprovádí žádný pohyb a je v poloze popsané v kapitole 2.2.1. V chapadle ramena  $r2$  je držena textilie. Rameno  $r2$  provede požadovaný pohyb s touto textilií tak, že se otočí okolo osy  $R$  o určitý úhel a vrátí se zpátky do výchozí polohy. Pro lepší popsání pohybu je pohyb naznačen i na obrázku 2.3.



Obrázek 2.3: Nastínění pohybů chapadla s textilií podél optické osy  
a) naznačení zorného pole kamery xtion1, b) textilie, c) rameno  $r1$ , d) rameno  $r2$ .

Po skončení snímání je možné vyměnit látku a postup zopakovat.

Přesné polohy a pohyby ramen je možné vyčíst ze souboru:

`path_to_workspace/clopema_collect_model_data/src/_pos.py`. Pro nahlédnutí do tohoto souboru je nutné splnit předpoklady z kapitoly 3.1.

# 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](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. Před měřením odstraňte omezení rychlosti robota na TEACH-PENDANTu na 10000 dle návodu:
  - [http://clopema.felk.cvut.cz/redmine/projects/clopema/wiki/Robot\\_configuration](http://clopema.felk.cvut.cz/redmine/projects/clopema/wiki/Robot_configuration)
  - Po měření uveďte do původního stavu.
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* (obrázek 3.1).

### 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* (obrázek 3.1).
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 chapadla 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 (kapitola 2).
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 (nástroj ROSu) 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 `path_to_workspace/clopema_collect_model_data/matlab/topics/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
```

Seznam témat je možné libovolně měnit. Zaznamenáno je 7 vteřin dat.

### 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 (obrázek 1.3).
- X                            číslo souboru s tématy, která jsou zaznamenána

## Kapitola 5

# Načtení dat pro další zpracování

### 5.1 Předpoklady

1. Stahnutý archiv se zdrojovými kódy

- `git clone https://github.com/michalneoral/clopema_collect_model_data.git`

2. Nainstalovaný Matlab (odzkoušeno ve verzi 2012b i 2013a).

3. Nainstalovaný toolbox pro matlab „robag“ a přidána cesta pro tento toolbox. Toolbox je dostupný i s návodem k instalaci na adrese:

- [https://github.com/bcharrow/matlab\\_robag](https://github.com/bcharrow/matlab_robag)

4. Nacházejte se ve složce se zdrojovými kódy pro Matlab.

5. Soubor `topics/topics.txt` musí být stejný jako v době nahrávání .bag souboru.

6. Soubor `local_options.m` přizpůsobte nastavení Vašemu nastavení (blíže popsáno přímo v souboru po otevření souboru v editoru).

### 5.2 Načtení souborů

1. Spusťte skript `startup.m`. Skript připraví prostředí a načte proměnné ze souboru `local_options.m`.

- `startup`

2. Pomocí funkce `loadBagFile()` načtěte požadovaný .bag soubor.

- `msgs = loadBagFile( path_to_bag_files, topics, bagfile)`

Vstupy do funkce

- `path_to_bag_files` (*řetězec*) - obsahuje umístění složky ve které jsou uloženy .bag soubory.
- `topics` (*matice buněk s řetězci*) - obsahuje názvy témat (topic), která se mají vybrat z .bag souboru pro zpracování.
- `bagfile` (*řetězec*) - název požadovaného .bag souboru. Způsob nazývání souborů byl popsán v kapitole 4.3.

Výstupy z funkce

- `msgs` (*matice buněk*) - obsahuje témata (topic) z požadovaného .bag souboru (data a informace).

3. Pomocí funkce `loadBackgroundRGB()` načtěte referenční snímek pro odfiltrování pozadí při snímání RGB kamerou.

- `rgb_back = loadBackgroundRGB( path_to_bag_files, bagfile_backgroung)`

Vstupy do funkce

- `path_to_bag_files` (*řetězec*) - obsahuje umístění složky ve které jsou uloženy .bag soubory.
- `bagfile_backgroung` (*řetězec*) - název požadovaného .bag souboru s nasnímaným pozadím. Název pro výchozí souboru je `camera_default_0.bag`.

Výstupy z funkce

- `rgb_back` (*matice*) - obsahuje RGB obrázek pozadí ve formátu *double*. Možno zobrazit pomocí `image(rgb_back)`.

Funkce z bodu 2 a 3 lze také spustit pomocí příkazu `loader`.

## 5.3 Předzpracování dat

**Dále budu pokračovat po konzultaci**

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](http://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)