

MODEL AND CONTROLLING OF ROBOTIC ARM

Jiří Bílek

Bachelor Degree Programme (4.), FIT BUT

E-mail: xbilek16@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Jaroslav Rozman

E-mail: rozmanj@fit.vutbr.cz

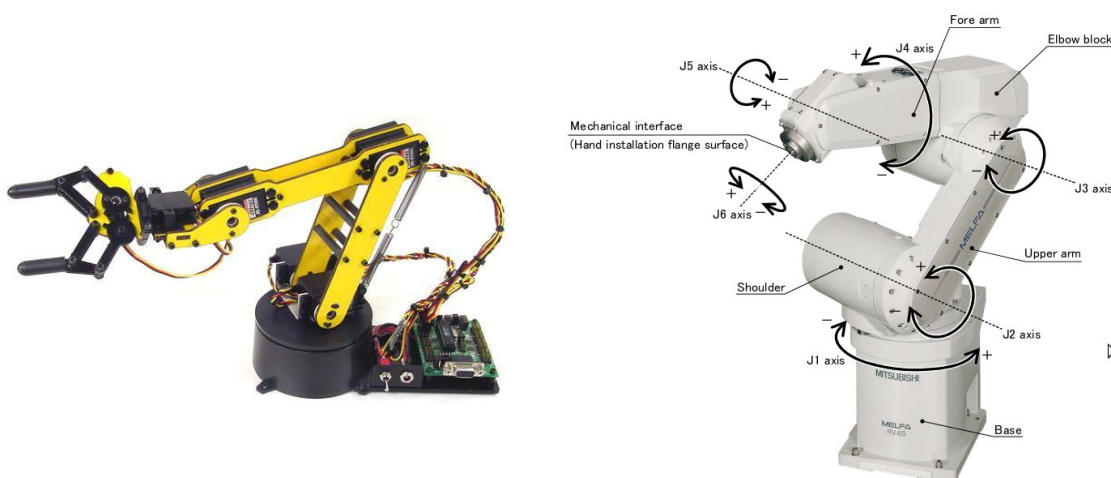
Abstract: This paper deals with robotic arms Lynx 6 and Mitsubishi Melfa RV-6SL. It includes a brief introduction to the program OpenRAVE and inverse kinematics. I describe how to create model in OpenRAVE XML format and how to convert file written in this format to COLLADA format. Document describes possible ways of generating the inverse kinematics.

Keywords: Lynx 6, Mitsubishi Melfa, OpenRAVE, XML, inverse kinematics

1 ÚVOD

Je zřejmé, nakolik jsou robotická ramena důležitá jak pro průmysl, tak pro vědu. S přibýváním kloubů a tedy i stupňů volnosti robotických ramen se zvyšuje i náročnost vývoje programů pro jejich ovládání. Ve své bakalářské práci jsem se věnoval ramenům Lynx 6 a Mitsubishi Melfa RV-6SL. Lynx 6 je robotické rameno určeno pro výuku a bylo vyrobeno firmou Lynxmotion. Rameno má dosah asi 26cm a nosnost je přibližně 150g [4]. Rameno Mitsubishi Melfa je od formy Mitsubishi. Dosah ramene je 90cm a nosnost 6kg [2].

Inverzní kinematika je základní kámen programů pro řízení robotických ramen. Převádí souřadnice kartézské soustavy souřadnic do úhlů kloubu tak, aby efektor ramene dosáhl cílové souřadnice [3]. Rameno Lynx 6 má pouze 4 DOF (stupně volnosti), proto jsem si s odvozením inverzní kinematiky vystačil s Pythagorovou větou a goniometrickými funkcemi. Problém nastává u ramene Mitsubishi Melfa, které má již 6 DOF. Pro tvorbu programu pro řízení tohoto ramene nám může pomoci program OpenRAVE [1].



Obrázek 1: Lynx 6 (vlevo) a Mitsubishi Melfa RV-6SL (vpravo)

2 OPENRAVE

Tento program dovede simulovat robotická ramena. Chování modelu ramene a případně i ovládacího programu lze otestovat při působení několika fyzikálních zákonů jako je gravitace, dynamika ramene a další. Další schopností OpenRAVE, pro mně nejdůležitější, je vygenerování analytického řešení inverzní kinematiky.

Jak již bylo zmíněno, inverzní kinematika převádí souřadnice do úhlů kloubů. Pro vytvoření inverzní kinematiky je potřeba znát délku částí ramena, počet kloubů, omezení kloubů a osu otáčení kloubů. Tyto parametry bývají u každého ramene rozdílné, proto je potřeba pro každé rameno vygenerovat inverzní kinematiku zvlášť. Protože je numerické řešení inverzní kinematiky časově náročnější, program OpenRAVE vytváří analytické řešení.

3 VYTVÁŘENÍ MODELŮ

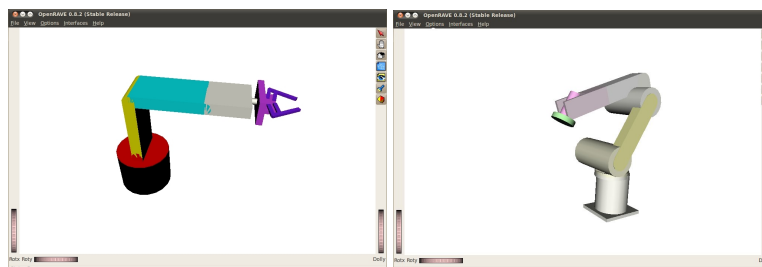
Pro vytváření robotických ramen a robotů je v programu OpenRAVE určen především formát COLLADA. Vytváření v tomto formátu bez použití programů pro 3D konstruování je náročné. Program OpenRAVE ale umožňuje vytvářet modely robotických ramen ve vlastním jednodušším formátu OpenRAVE XML.

Tento formát definuje základní elementy *Environment*, *Robot* a *KinBody*. Element *Environment* definuje prostředí tedy překážky, předměty k uchopení a také samotného robota. Element *Robot* definuje robota nebo robotické rameno od základny po koncový efektor s chapadlem a element *KinBody* definuje části robota nebo robotických ramen. Každá část robotického ramene se skládá z těles (element *Body*) a jejich vzájemného spojení (element *Joint*).

Robotické rameno se skládá z více těles (základna, nadloktí, předloktí). Každé z těchto těles může být složeno z několika geometrických objektů (koule, válec, kvádr). Definice geometrických objektů se zadává v elementu *Geom*, kde lze objektu určit také polohu, natočení, barvu a další. Elementem *Mass* můžeme tělesu určit váhu a těžiště.

Vytvořeným kloubům (*Joint*) se určuje úhel otáčení, pozice, rozsah otáčení a dále je možno nastavit vlastnosti serv jako je točivý moment a setrvačnost. Při vytváření kloubů ramene se nám naskytuje možnost některé klouby spolu propojit. Natočením jednoho kloubu se tak změní natočení i druhého kloubu. Této vlastnosti jsem využil u ramena Lynx 6, kde je chapadlo složeno z šesti částí a jsou navzájem propojené tak, že se při natočení serva pohnou všechny části.

OpenRAVE poskytuje možnost konvertovat mezi formáty OpenRAVE XML a COLLADA (komprimovaným i nekomprimovaným souborem). Pro tento účel slouží příkaz:
`openrave -save myrobot.zae myrobot.xml.`



Obrázek 2: Modely robotických ramen zobrazené programem OpenRAVE (Lynx 6 vlevo a Mitsubishi Melfa RV-6SL vpravo)

4 GENEROVÁNÍ INVERZNÍ KINEMATIKY

Knihovnu inverzní kinematiky můžeme vygenerovat dvěma způsoby:

- *příkazem v terminálu* - příkaz může vypadat například takto:
openrave.py --database inversekinematics --robot=mitsubishi.xml
--manipname=leftarm --iktype=transform6d, kde atribut robot určuje adresu souboru s modelem ramene, manipname určuje název manipulátoru ramene (v případě, že má rameno jenom jeden manipulátor, není nutno uvádět) a atribut iktype určuje typ inverzní kinematiky, v našem případě se jedná o 6 DOF rameno.
- *programem* - je možno použít jazyka C++ nebo python. V jazyce python může kód vypadat takto:

```
1. robot.SetActiveManipulator("arm")
2. ikmodel = openravepy.databases.inversekinematics.
   InverseKinematicsModel(robot, iktype=IkParameterizationType.
   Transform6D)
3. if not ikmodel.load():
4.     ikmodel.autogenerate()
```

Program OpenRAVE v linuxu vygeneruje inverzní kinematiku do skryté složky:

/home/user/.openrave.

Je vytvořena složka s názvem kinematics.hash, kde hash je hash vytvořená z modelu ramene. Tato složka obsahuje hlavičkový soubor knihovny, vygenerovaný zdrojový kód a přeloženou knihovnu inverzní kinematiky.

5 ZÁVĚR

Pro simulování v programu OpenRAVE jsem vytvořil modely robotických ramen Lynx 6 a Mitsubishi Melfa RV-6SL. Modely odpovídají rozměrům ramene, váze jednotlivých částí, točivému momentu a setrvačnosti serv. Vygeneroval jsem pro ramena inverzní kinematiku a vyzkoušel ji na jednoduchých testech.

REFERENCE

- [1] Rosen, D.: Automated Construction of Robotic Manipulation Programs, Pittsburgh, Pennsylvania 15213, 26. srpen 2010,
Dostupný na URL http://openrave.org/docs/latest_stable/robots_overview
(21. březen 2013)
- [2] Mitsubishi, Tokyo, Japonsko,
URL <http://www.consys.ru/sites/default/files/documents/rv-6s-12s.pdf>
(21. březen 2013)
- [3] Manseur, R.: Robot Modeling and Kinematics, 1. vydání, Charles River Media 13. Duben 2006
ISBN 978-1584508519
- [4] Lynxmotion, Swanton, Vermont, USA,
URL <http://www.lynxmotion.com/> (21. březen 2013)