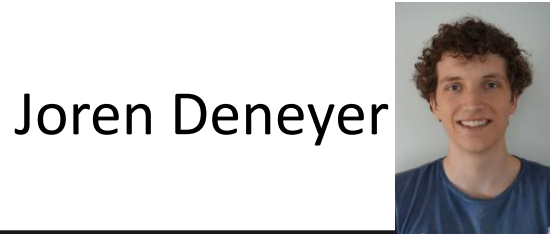


## Gerandomiseerde padplanningsalgoritmen voor opnemen van willekeurig geplaatste werkstukken met zesassige robot in simulatie



Academiejaar: 2013-2014

2013-2014

### Probleemstelling

- Geïndividualiseerde producten
- Kleine seriegroottes

Eis: flexibilisering van productiemachines

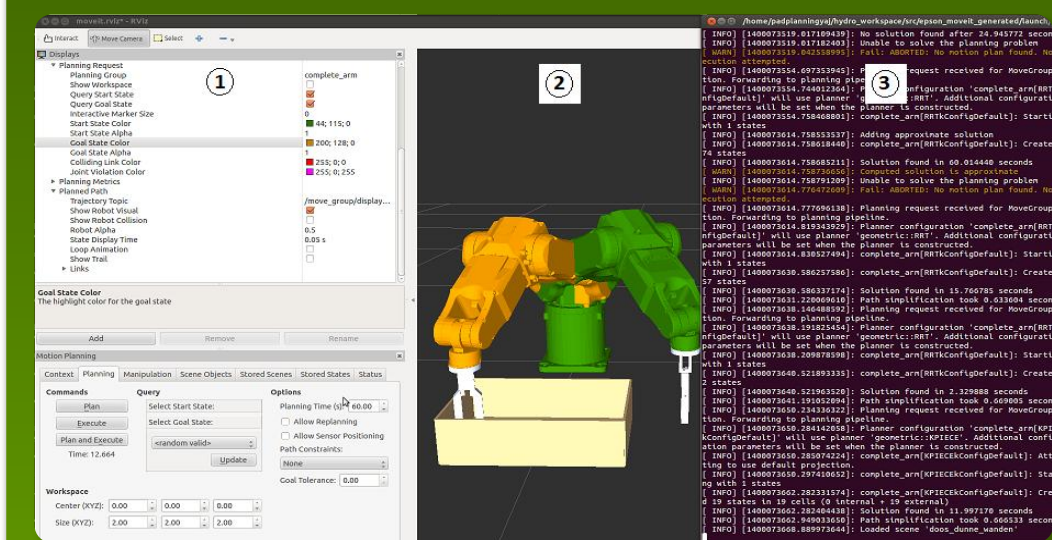
- Verhoogde loonkost
- Globale prijsdruk

Eis: automatisering van productiemachines

Oplossing: nieuwe technieken als padplanners & (3D) machinevisie

Welke padplanner en welke parameters zijn het meest performant voor een 3D-binpicking installatie die automatisch een bak moet kunnen leegmaken met willekeurig geplaatste werkstukken?

### Testomgeving

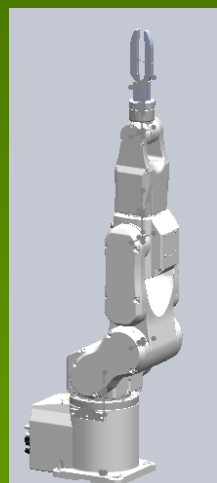


1. **Open Motion Planning Library (OMPL) en MoveIt!:** padplanningssoftware voor het aanpassen van de omgeving, parameters en algoritmen
2. **Rviz (ROS):** visualiseren van het berekende pad tussen begin- en eindconfiguratie
3. **Linux terminal (Ubuntu 12.04):** uitlezen van resultaten en installeren en opstarten van programma's

### Resultaten

#### 1. Modelleren van Epson C3 robot

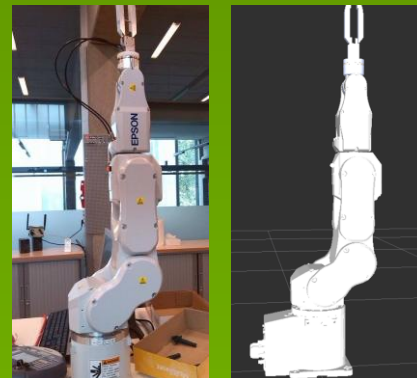
a. Vertrekken vanuit CAD-bestanden van fabrikant:



b. Configureren van de assen, toevoeging van gripper:



c. Genereren URDF-bestand (Unified Robot Description Format) voor gebruik in MoveIt! software:



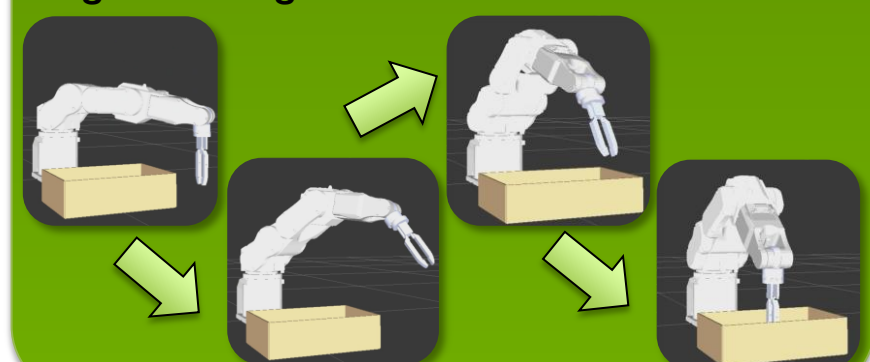
#### 2. Toepassen padplanners op robot setup

a. Lijst mogelijke planners uit OMPL in Rviz (links) en enkele aanpasbare parameters (rechts)

```
<unspecified>
BKPIECEKConfigDefault
ESTkConfigDefault
KPIECEKConfigDefault
LBKPIECEKConfigDefault
PRMkConfigDefault
PRMstarConfigDefault
RRTConnectConfigDefault
RRTkConfigDefault
RRTstarkConfigDefault
SBLkConfigDefault
TRRTkConfigDefault
```

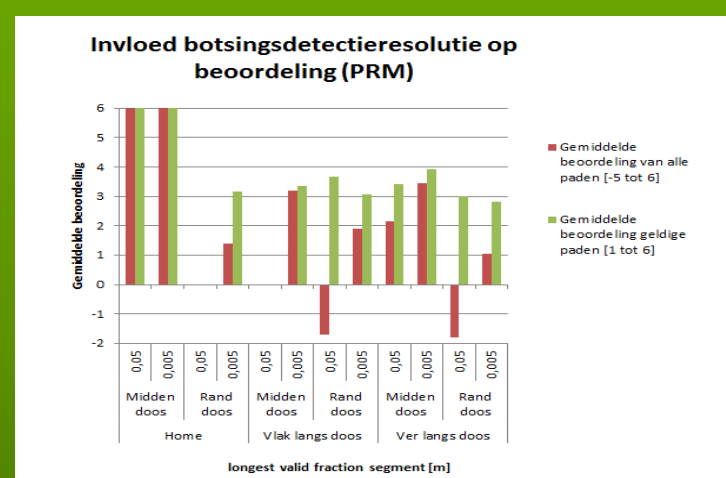
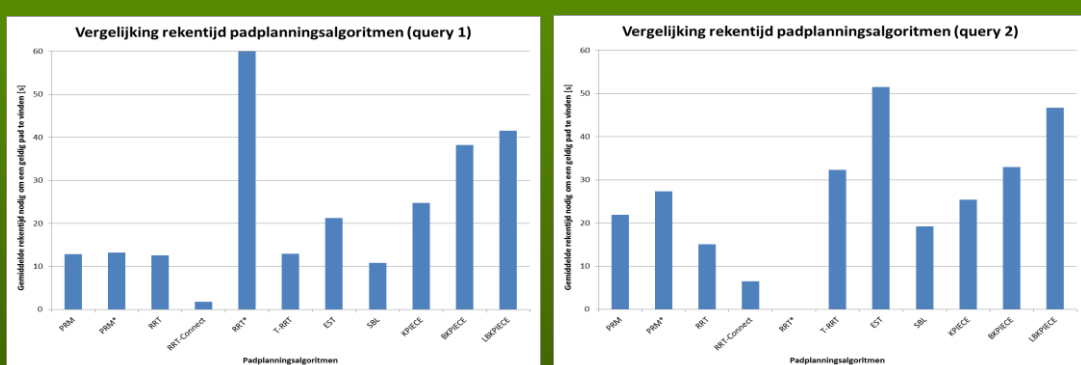
```
planner_configs:
  RRTkConfigDefault:
    type: geometric::RRT
    range: 2.0
    goal_bias: 0.05
  PRMkConfigDefault:
    type: geometric::PRM
    max_nearest_neighbours: 100
  projection_evaluator: joints(joint1, joint2)
  longest_valid_segment_fraction: 0.005
```

b. Uitvoering van een pad bepaald door het gekozen algoritme:



#### 3. Vergelijking van padplanners en evaluatie van de invloed van plannerparameters

- Evaluatiecriteria:** (1) rekentijd, (2) betrouwbaarheid (aantal geldige/foutieve/niet-gevonden paden), (3) optimaliteit (lengte pad, onnodige bewegingen)
- De vergelijking van de verschillende padplanners gebeurt m.b.v. twee verschillende *query's* waarvan de resultaten in grafiek worden gebracht. **Voorbeeld 1:** in volgende twee grafieken staan de gemiddelde rekentijden voor zowel *query1* als *query2* afgebeeld.



c. **Voorbeeld 2:** analyse invloed botsingsdetectieresolutie op kwaliteit van het pad

### Conclusies

- de algoritmen PRM, PRM\*, RRT-Connect en SBL behalen de beste individuele performantie bij deze probleemstelling.
- Een beter alternatief: combinatie van RRT-Connect tot boven de bak en daarna PRM tot in de bak.
- Botsingsdetectieresolutie moet aangepast worden aan de bakwand- en productdikte.

Promotoren / Copromotoren: **prof.dr.ir. E. Demeester**  
**prof.dr.ir. J. Baeten**