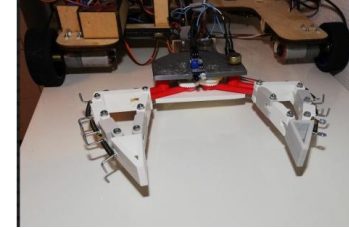


# Qualitative Models for Self-learning Robots (IR, MACS, Bruface and Computer Science)

The goal is to let robots learn themselves starting from an 'empty' brain to control their world. This will make robots more robust and versatile since they will be able to adapt to new environments and changes in their environment. The goal is to achieve a level of self-learning by which the robot:

- learns the effect of its actions on its state and environment
- can distinguish different situations
- can achieve a predefined goal by choosing the right action in a certain situation



Our approach is based on first learning basic qualitative models, such as 'if I touch an object, I can change its position', before learning precise quantitative models. Understanding which actuators affect which state variables and under which conditions (e.g. I first have to grab the object before I can lift it). This will give the causal and contextual structure of the model. Next, it is augmented with how the variables are affected (in which direction) and, finally, how much.

The aim of this thesis is to apply our approach to an existing robot or a simulated one (e.g. Open AI gym), experiment with it, adapt our algorithms to the case, and compare it with existing approaches.



## The work includes

- . Literature study
- . Getting acquainted with our framework (Python code)
- . Learning our dynamic, qualitative model and the learning algorithms
- . Learn the robot & environment
- . Explore, learn, experiment, and evaluate
- . Test in our Learning Robots Lab (Building K, 4th floor)

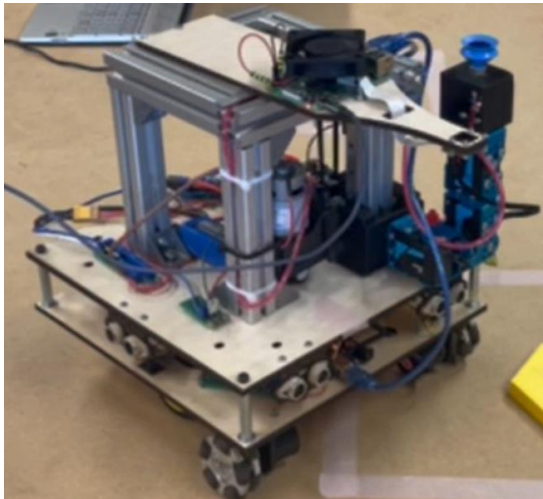
**Supervision** - Jan Lemeire, Marco Van Cleemput

# Zelflerende robots taken succesvol laten uitvoeren (studenten Industriële Wetenschappen)

Om robuust te zijn, moeten robots zich kunnen aanpassen aan (veranderingen in) hun omgeving. Het aanpassingsvermogen bekomen we met een zelflerend systeem. De robot leert welke staatvariabelen worden beïnvloed door de actuatoren, leert relaties zoals “als ik een object raak, kan ik het van plaats doen veranderen” en leert condities zoals “eerst moet ik een object vastpakken voordat ik het kan oppakken”. Deze kennis wordt geïntegreerd in een contextueel causal model.

Eenmaal een model geleerd is, zal de robot het model gebruiken om zijn acties te plannen. Terwijl het model het effect van acties op de staat bepaalt, moeten nu de acties gevonden worden die tot een bepaalde staat leiden (het inverse). Er moet een traject van acties bepaald worden om een doel te bereiken. Eerst op een hoge, abstract niveau (‘rij naar het object, grijp het vast en verplaats het’) waarna de abstract acties worden omgezet in concrete motorinput.

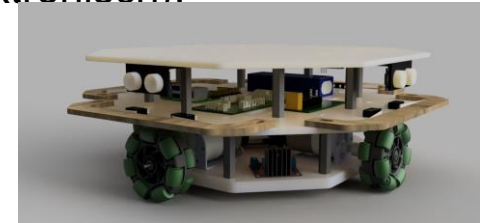
Samen met de student kiezen we een robot en een omgeving waar binnen de robot taken kan uitvoeren. We hebben reeds verschillende robots ter beschikking, maar ze zijn voor verbetering vatbaar (mechanisch en elektronisch).



Robot met arm en zuignap



Robot met gripper



## Het werk omvat

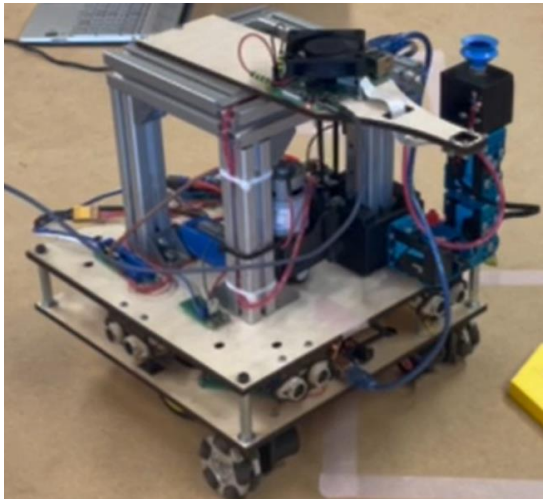
- Literatuurstudie
- De robot en ons framework leren kennen (Python)
- Waar nodig, de mechanica en elektronica van de robot verbeteren
- Software voor zelflerendheid ontwikkelen
- De doeltreffendheid evalueren
- Testen in ons Learning Robots Lab (Gebouw K, 4de verdiep)

**Supervisie** - Jan Lemeire & Marco Van Cleemput

# Exploratiestrategieën voor een zelflerende robot (studenten Industriële Wetenschappen)

Zoals de naam doet vermoeden, kunnen zelflerende robots zaken leren met minimale tussenkomst van een externe leraar. Denk aan het uitvoeren van taken, het navigeren in een onbekende ruimte, of zelfs het begrijpen van fysische wetten. Om voldoende kennis op te doen, moeten deze robots de wereld eerst verkennen (exploratiefase). Nadien kunnen ze de opgedane kennis gebruiken om een doel te bereiken (exploitatiefase). In deze masterproef bouwen jullie mee aan het exploratie-algoritme van een zelflerend systeem. Wij ontwikkelen een leermethodologie gebaseerd op kwalitatieve, gestructureerde modellen. De robot onderzoekt hoe hij met zijn omgeving kan interageren, maar ook moet hij leren zijn motoren te controleren. Dit gebeurt bijvoorbeeld door ze willekeurig aan te sturen ('babbelen') en te observeren wat er verandert. De opgedane ervaring wordt geïntegreerd in het model zodat dit verfijnd wordt.

Samen met de student kiezen we een robot en een omgeving waar binnen de robot taken kan uitvoeren. We hebben reeds verschillende robots ter beschikking, maar ze zijn voor verbetering vatbaar (mechanisch en elektronisch).



Robot met arm en zuignap



Robot met gripper

## Het werk omvat

- Literatuurstudie
- De robot en ons framework leren kennen (Python)
- Waar nodig, de mechanica en elektronica van de robot verbeteren
- Ontwikkelen van een exploratie-algoritme
- Testen in ons Learning Robots Lab (gebouw K, 4de verdiep)
- De doeltreffendheid evalueren

**Supervisie** - Jan Lemeire & Marco Van Cleemput

# Maak een zelflerend systeem voor een OpenAI gym-probleem (studenten IR en IW)

OpenAI gym (<https://gymnasium.farama.org/>) is een simulatieframework waarbinnen uitdagingen voor zelflerende systemen gedefinieerd zijn: een *agent* kan interageren met zijn *environment*. Hij moet *leren* zijn wereld te controleren en zo een bepaald *doel* te bereiken. OpenAI gym laat toe om verschillende methodes te testen en te vergelijken

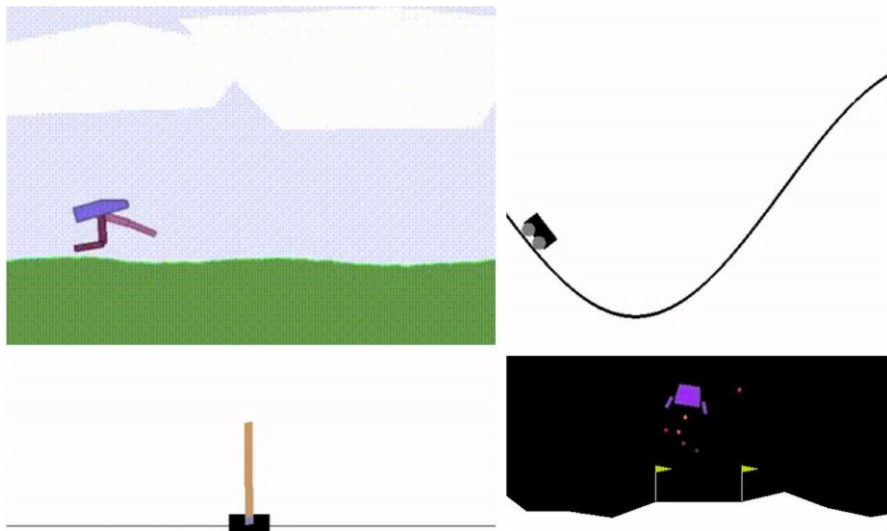
Wij ontwikkelen een leermethodologie gebaseerd op kwalitatieve, gestructureerde modellen. Het doel van deze masterproef is om deze methodologie toe te passen op een OpenAI gym-probleem, uittesten en aan te passen waar nodig.

In onze aanpak gaan we eerst na welke staatvariabelen worden beïnvloed door de actuatoren, leren relaties zoals “als ik een object raak, kan ik het van plaats doen veranderen” en leren condities zoals “eerst moet ik een object vastpakken voordat ik het kan oppakken”. Dit levert een contextueel causal model op. Daarna leren we in welke richting variabelen beïnvloed worden (kwalitatief) en in welke mate (kwantitatief).

Deze nieuwe aanpak zou effectiever moeten zijn dan traditionele reinforcement learning en deep learning.

Meer info: <https://towardsdatascience.com/reinforcement-learning-with-openai-d445c2c687d2>

<https://blog.paperspace.com/getting-started-with-openai-gym/>



## Het werk omvat:

- Literatuurstudie
- OpenAI gym en ons framework leren kennen (Python)
- Studie en keuze van probleem
- Implementatie, experimenteren en evalueren
- Onze aanpak verfijnen en uitbreiden indien nodig
- Vergelijken met andere methodes zoals reinforcement learning

**Supervisie** - Jan Lemeire, Marco Van Cleemput