Sztuczna inteligencja krok po kroku albo: kiedy roboty staną się inteligentne?

JACEK MALEC, DEPARTMENT OF CS, ROBOTICS AND SEMANTIC SYSTEMS GROUP

LU w liczbach

- Założony w 1666 i/lub 1668 (mała wojna w międzyczasie) ⇒

  350-lecie celebrowane od grudnia 2016 do stycznia 2018
- 41 000 studentów
- 8200 pracowników
  - 840 profesorów
  - 4 200 badaczy (wliczając doktorantów)
- Budżet EUR 830 milionów
  - 1/3 edukacja, 2/3 badania
- www.lu.se, www.lth.se, cs.lth.se, rss.cs.lth.se

LUND UNIVERSITY

Czy jestem inteligentny, jeśli potrafię prowadzić samochód?

Oczywiście!

Prowadzenie samochodu wymaga wielu umiejętności zwykle kojarzonych z inteligencją:

- przystosowywanie się do nieoczekiwanych wydarzeń
- uczenie się
- przewidywanie
- rozumowanie logiczne
- planowanie

LUND UNIVERSITY

Czy jestem inteligentny, jeśli potrafię prowadzić samochód?

Oczywiście, że nie!

- istnieją samochody autonomiczne, czyli inteligencja jest niepotrzebna
- prowadzenie samochodu to umiejętność taka, jak jazdy rowerem: robimy to automatycznie
- maszyny potrafią lepiej obserwować otoczenie niż ludzie
- maszyny potrafią lepiej sterować samochodem niż ludzie
- **czy w ogóle jakaś maszyna może być inteligentna?**
- **czy może być świadoma (albo mieć świadomość)?**

LUND UNIVERSITY

Podobne rozumowanie dotyczy innych przypadków

- Samochody autonomiczne jeżdżą bezpiecznie po drogach publicznych
- komputery grają w szachy, go, pokera, starcrafta (Twoją ulubioną grę) lepiej niż ludzie
- maszyny potrafią zgromadzić dużą ilość wiedzy i ją wykorzystać w ograniczonych sytuacjach (IBM Watson @ Jeopardy, IBM Debater)
- maszyny potrafią wytworzyć dużą ilość sensownego tekstu (lub kodu): OpenAI GPT-3
- chatboty potrafią sensownie rozmawiać na zadany temat (support)

LUND UNIVERSITY

Ale wciąż brakuje im zdrowego rozsądku!

Terry
Winograd

SHRDLU
(1972)

schematy (wzorce?) Winograda

- The trophy doesn't fit into the brown suitcase because it's too *large*.
- The trophy doesn't fit into the brown suitcase because it's too *small*.

- Ann asked Mary what time the library closes, *because* she had forgotten.
- Ann asked Mary what time the library closes, *but* she had forgotten.

- The tree fell down and crashed through the roof of my house. Now, I have to get it *removed*.
- The tree fell down and crashed through the roof of my house. Now, I have to get it *repaired*.

- Joan made sure to thank Susan for all the help she had *given*.
- Joan made sure to thank Susan for all the help she had *received*.

LUND UNIVERSITY

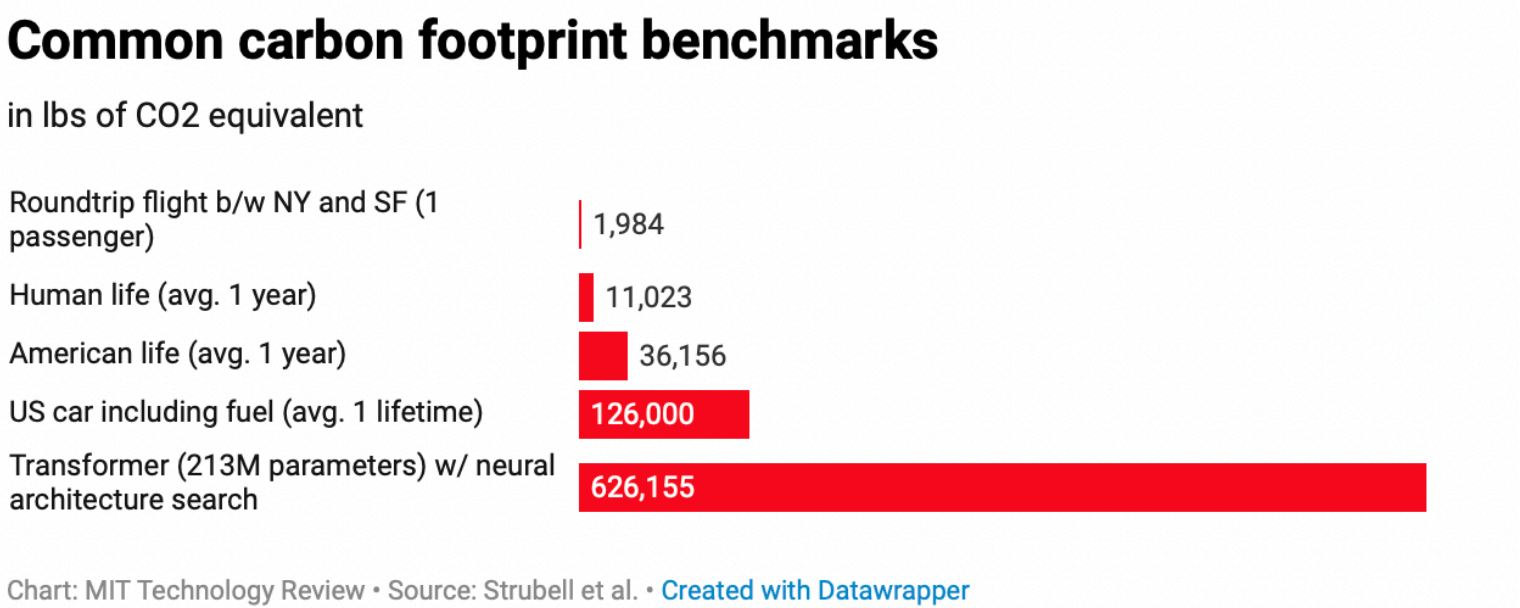
schematy (wzorce?) Winograda

- Rzeźba nie mieści się do żółtej walizki, bo jest za *duża*.
- Rzeźba nie mieści się do żółtej walizki, bo jest za *mała*.
- Po wczorajszej wichurze drzewo się przewróciło i przebiło mi okno. Muszę je usunąć.
- Po wczorajszej wichurze drzewo się przewróciło i przebiło mi okno. Muszę je naprawić.

LUND UNIVERSITY

GPT-3 na schematach Winograda

Setting	PIQA	ARC (Easy)	ARC (Challenge)	OpenBookQA
Fine-tuned SOTA	79.4	**92.0**[KKS+20]	**78.5**[KKS+20]	**87.2**[KKS+20]
GPT-3 Zero-Shot	**80.5***	68.8	51.4	57.6
GPT-3 One-Shot	**80.5***	71.2	53.2	58.8
GPT-3 Few-Shot	**82.8***	70.1	51.5	65.4



The estimated costs of training a model once

In practice, models are usually trained many times during research and development.

	Date of original paper	Energy consumption (kWh)	Carbon footprint (lbs of CO2e)	Cloud compute cost (USD)
Transformer (65M parameters)	Jun, 2017	27	26	$41-$140
Transformer (213M parameters)	Jun, 2017	201	192	$289-$981
ELMo	Feb, 2018	275	262	$433-$1,472
BERT (110M parameters)	Oct, 2018	1,507	1,438	$3,751-$12,571
Transformer (213M parameters) w/ neural architecture search	Jan, 2019	656,347	626,155	$942,973-$3,201,722
GPT-2	Feb, 2019	-	-	$12,902-$43,008

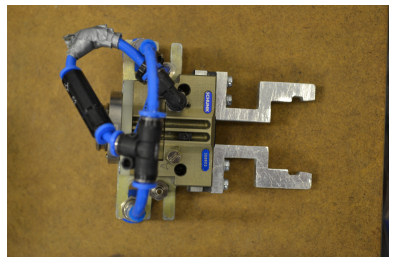
Note: Because of a lack of power draw data on GPT-2's training hardware, the researchers weren't able to

Motywacja

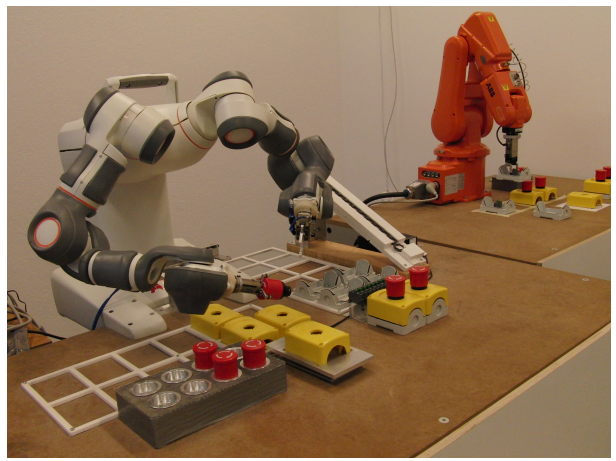
Robot programming is difficult

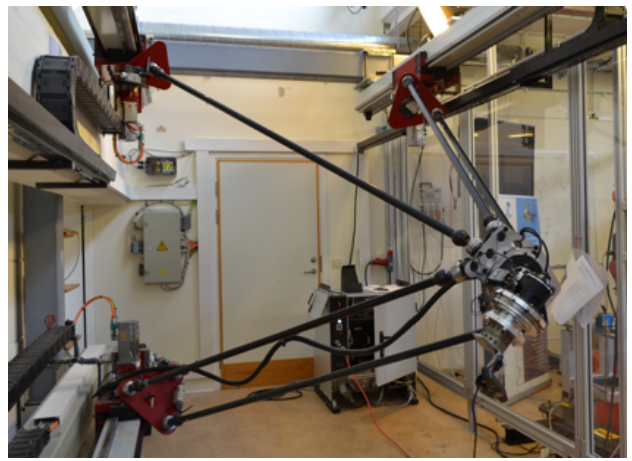
```
PROC RosettaPath0_Approach_PCB()
MoveL RosettaTarget_3,v200,z50,tool0\WObj:=wobj0;

ENDPROC
PROC RosettaPath1_Open_gripper()
IF DOutput(do1)=0 OR DOutput(do2)=1 THEN
Reset do2;
Set do1;
WaitTime 0.5;
ENDIF
```



Communication with effectors and sensors



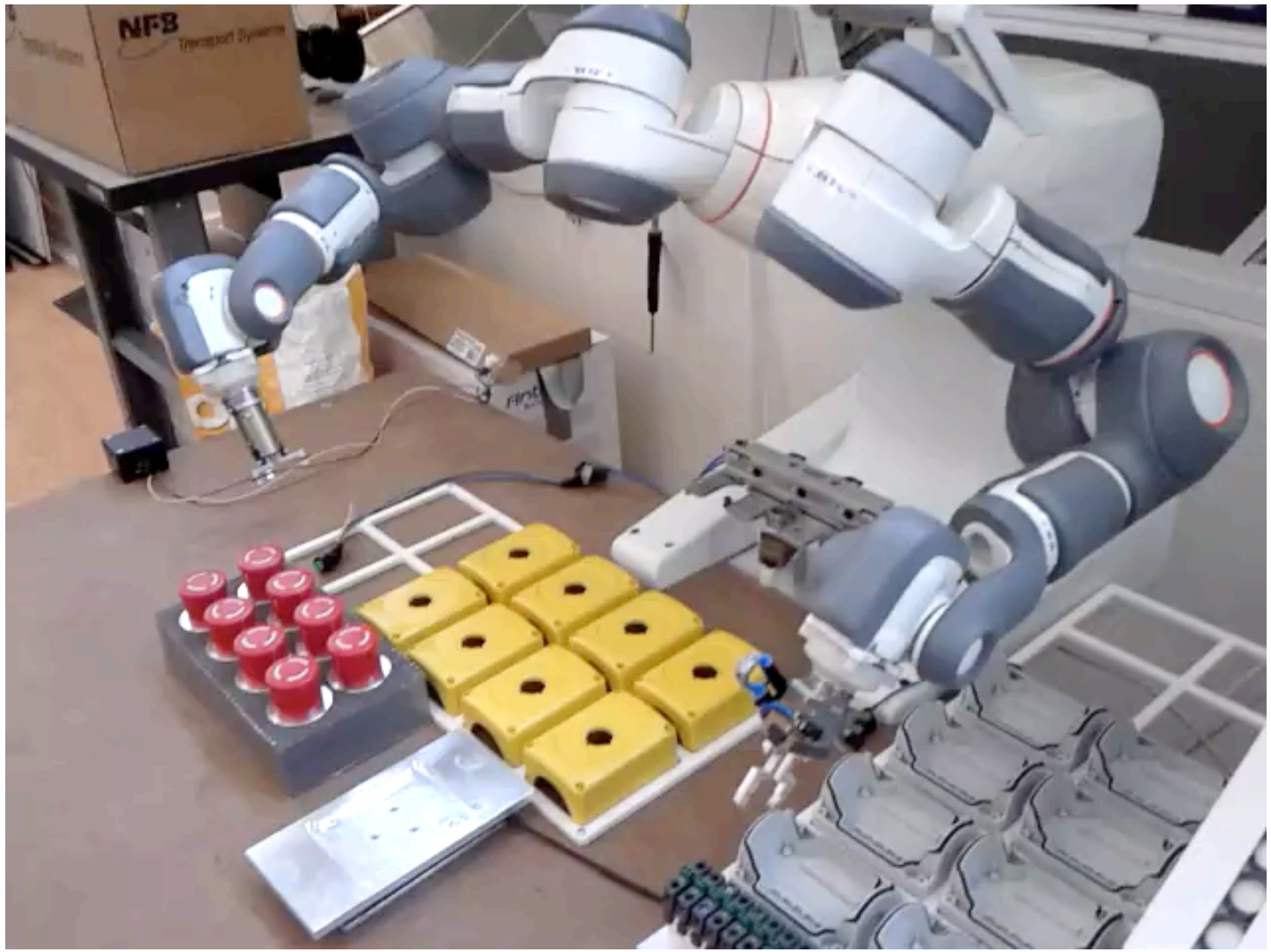


Heterogeneous hardware

Uncertainties and errors

LUND UNIVERSITY

Flagowy przykład procesu montażu :-)



LUND UNIVERSITY

Przecież mamy głębokie uczenie!

https://www.youtube.com/watch?v=V05SuCSRAtg

LUND UNIVERSITY

Wiedza o montażu

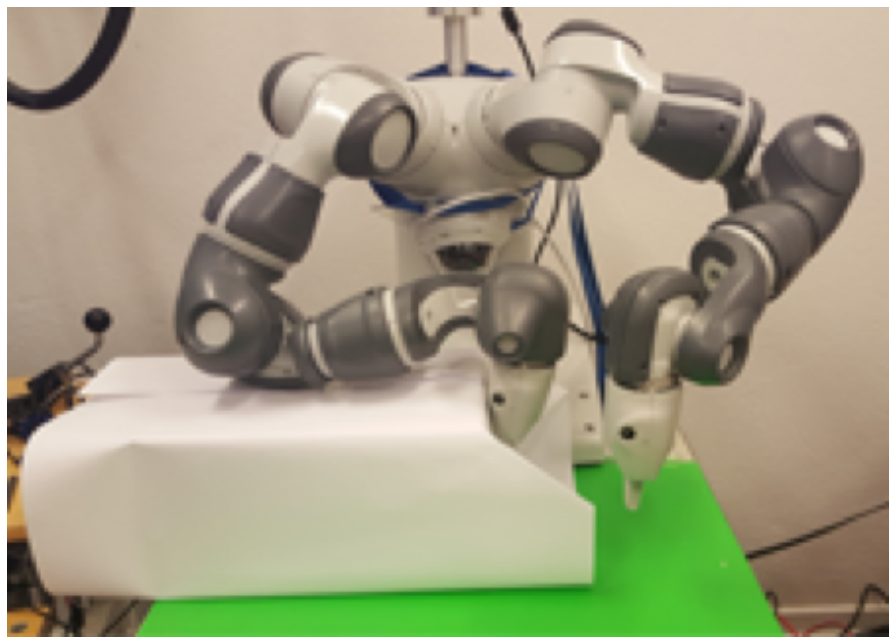
Parameterized primitives: free motion (joint, Cartesian, relative to objects), contact motions, gripper actions, sensor communication, synchronization.

Control flow (branching, repetition).

Skill: State machine of primitives.

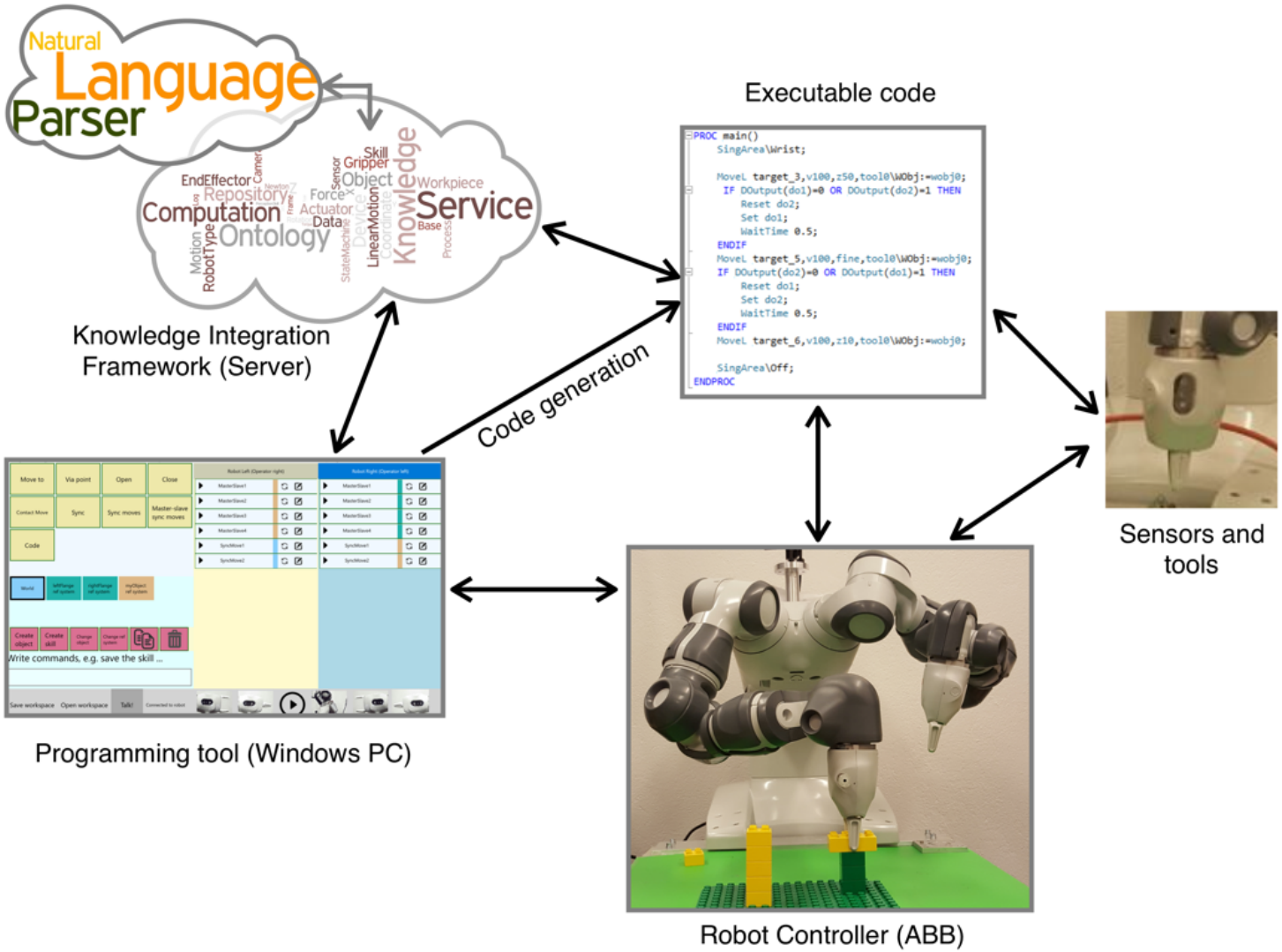
Task: State machine of skills.

Semantically annotated!



LUND UNIVERSITY

System



LUND UNIVERSITY

Programowanie w języku naturalnym

	Create	a	small	Lego	piece	.
create.01		A1				

Predicate-argument structures

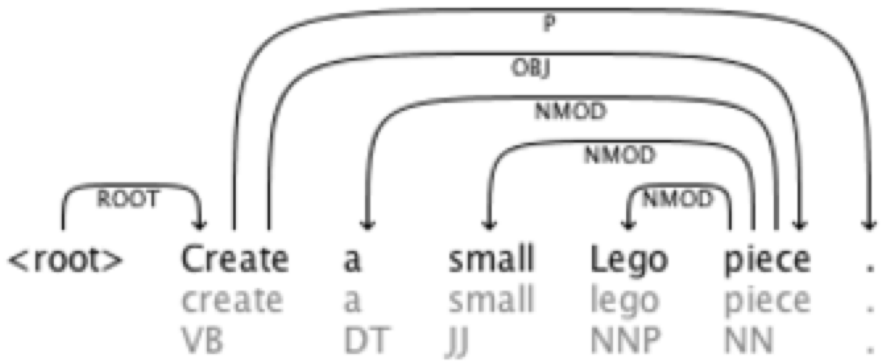
Reference:
Anders Björkelund, Love Hafdell, and Pierre Nugues.
Multilingual semantic role labeling.
In Proc. of The Thirteenth Conference on Computational Natural Language Learning (CoNLL-2009), pages 43--48, Boulder, June 4--5 2009.

LUND UNIVERSITY

Programowanie w języku naturalnym

	Create	a	small	Lego	piece	.
create.01		A1				

Odpowiada istniejącym komendom lub programom



Stenmark, M & Malec, J 2014, 'Describing constraint-based assembly tasks in unstructured natural language' Paper presented at 19th IFAC World Congress, 2014, Cape Town, South Africa, 2014/08/24 - 2014/08/29, .

LUND UNIVERSITY

Ontologie

Urządzenia

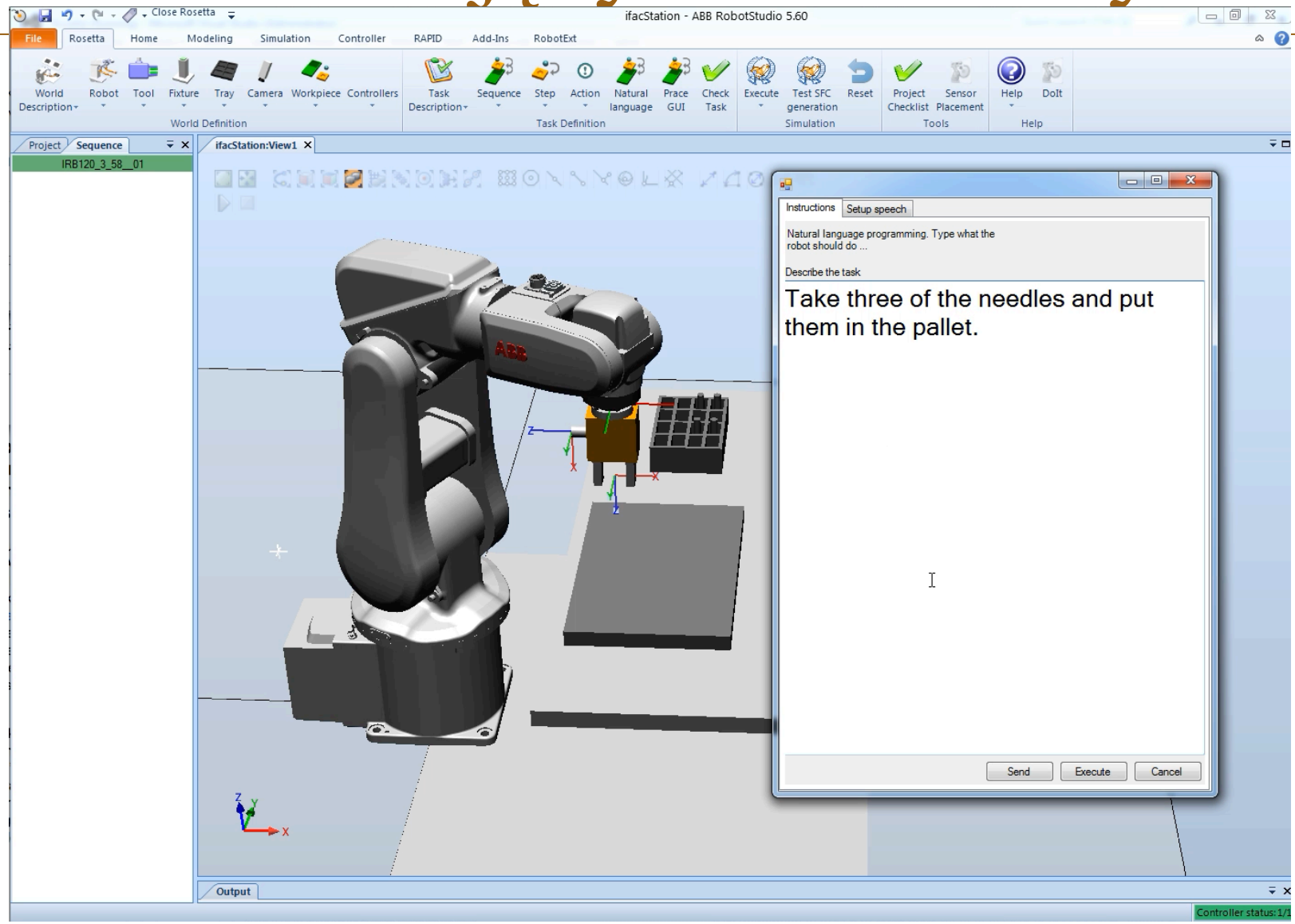
- PhysicalObject
  - Device
    - Actuator
      - Motor
    - Communication
    - CommunicationPort
    - CompoundDevice
    - Computer
    - Controller
    - EnvironmentDevice
    - ManipulationAndHandlingDevice
      - Displacement
      - Fixture
      - Gripper
      - Robot
        - ArticulatedRobot
        - CartesianRobot
        - HexapodRobot
        - MobileRobot
        - ParallelKinematicRobot
        - ScaraRobot
        - SimpleKinematicRobot
        - SpecialKinematicRobot
      - ToolChanger

Umiejętności

- Skill
  - AdditionalFunction
  - DiagnosticFunction
  - MainFunction
    - LightingFunction
    - ManipulationAndHandlingFunction
      - Move
      - Secure
        - Attach
        - ChangeTool
        - Clamp
        - Detach
        - Grasp
        - Release
        - Unclamp
    - ManufacturingFunction
    - OpticFunction
      - AcquireImage
      - Focalize
    - Processing
      - ProcessImages
    - SensorFunction

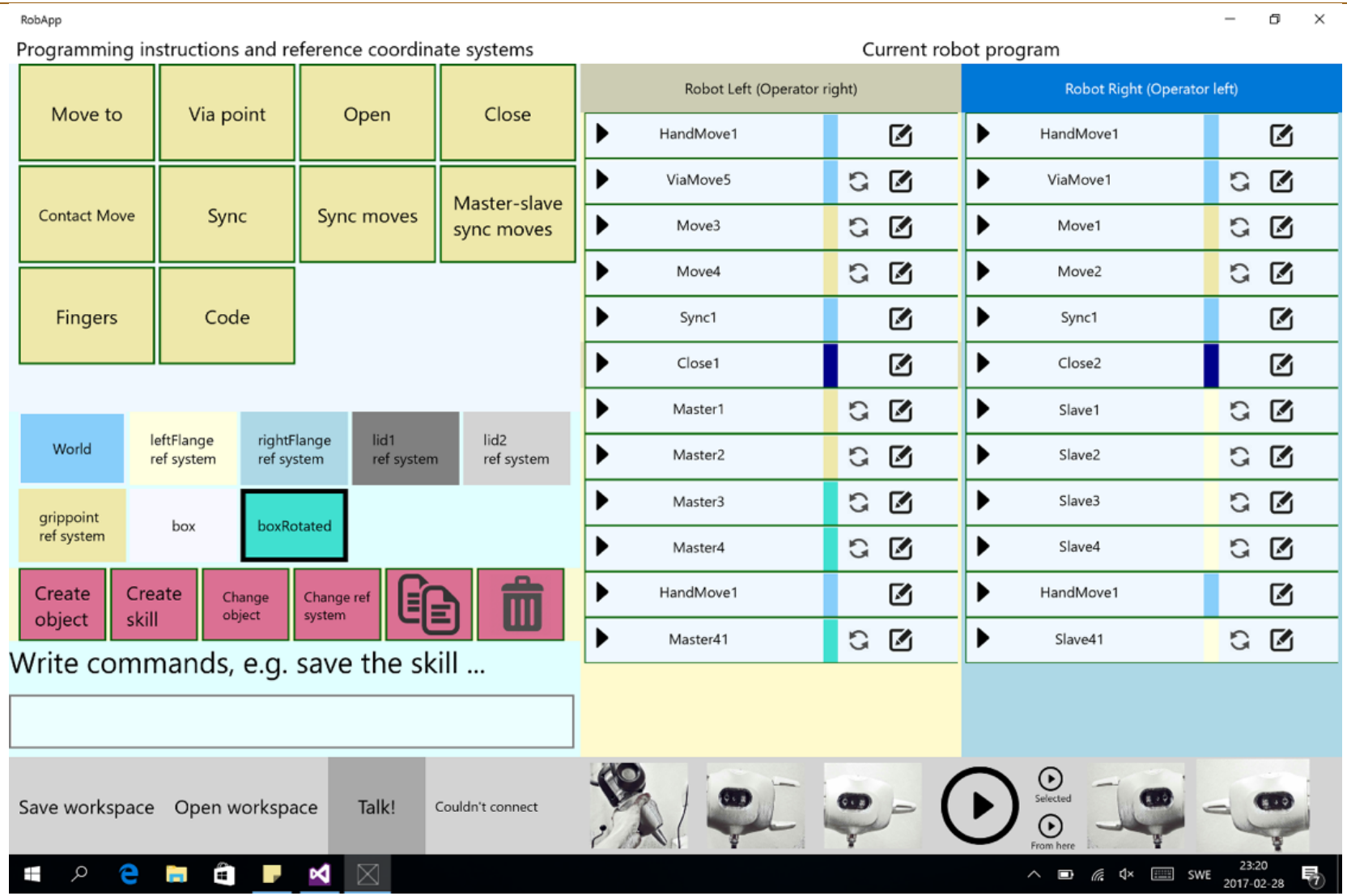
LUND UNIVERSITY

Programowanie w języku naturalnym



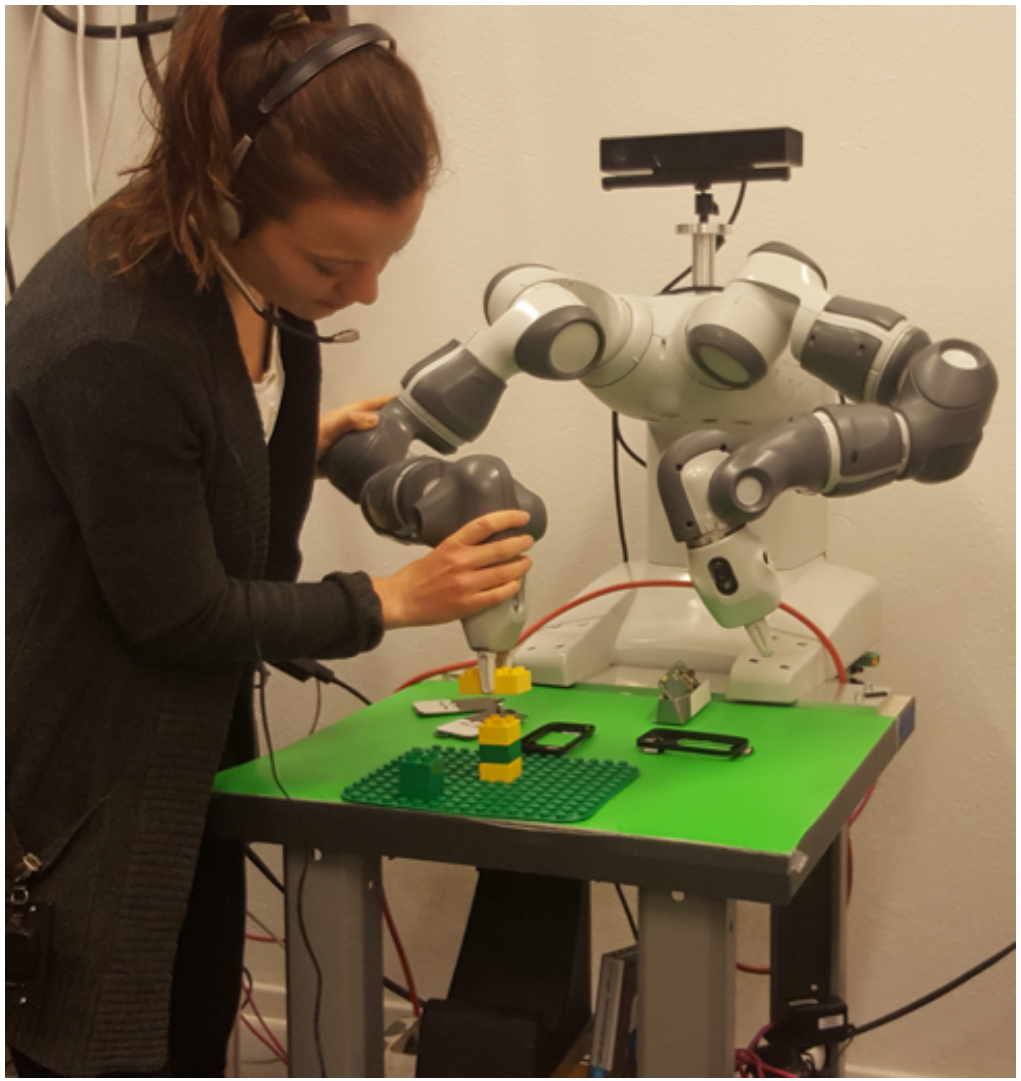
LUND UNIVERSITY

Uczenie nowych uniejętności



LUND UNIVERSITY

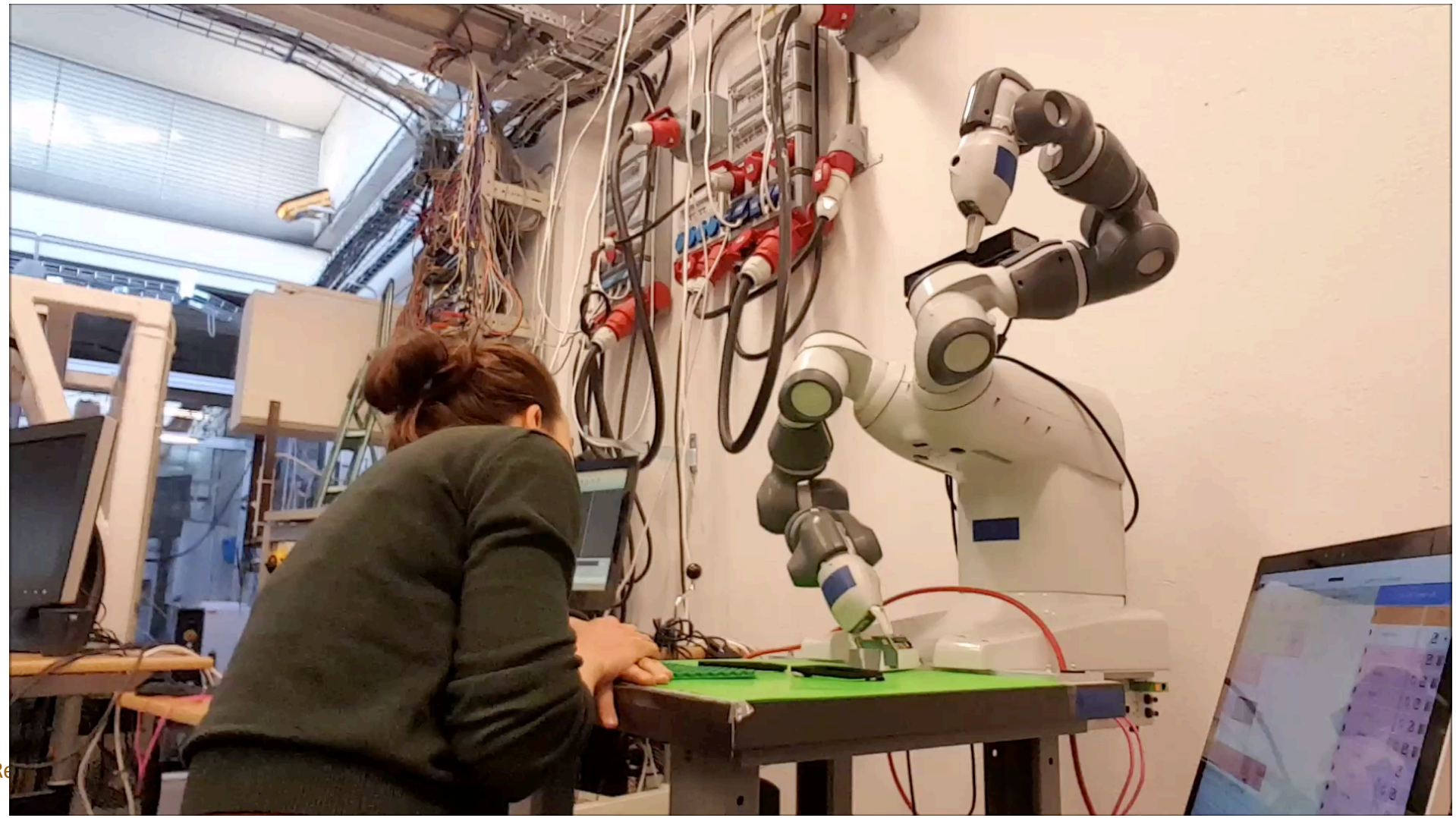
Niedawne eksperymenty



- Built-in NL commands for adding actions, debug, create new objects and save programs.
- The user extends the vocabulary by adding NL labels to objects and skills.

LUND UNIVERSITY

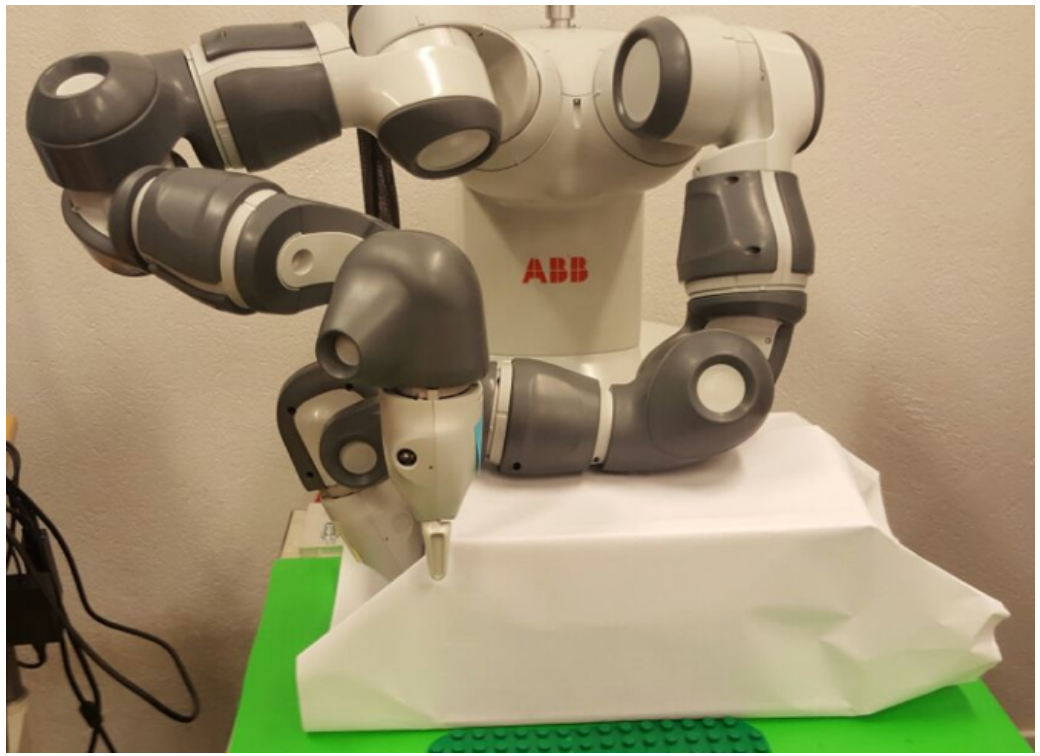
Programowanie kinestetyczne (???)



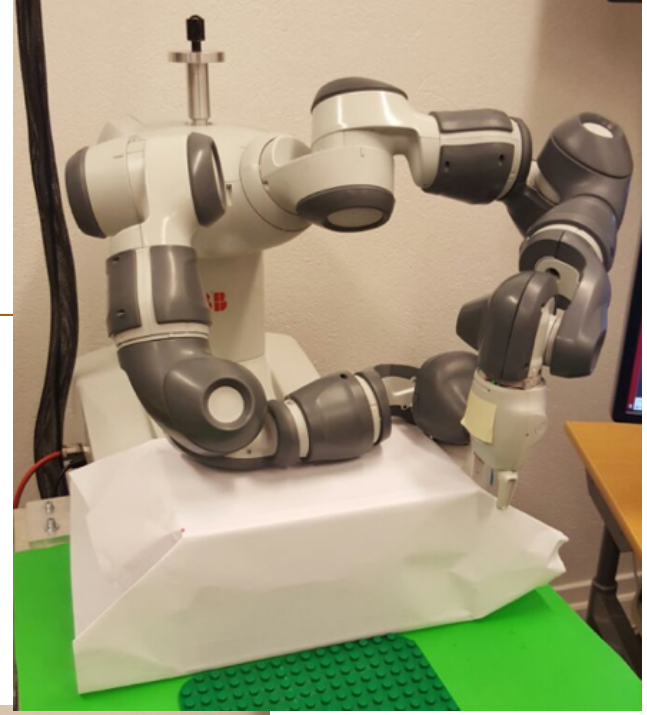
LUND UNIVERSITY

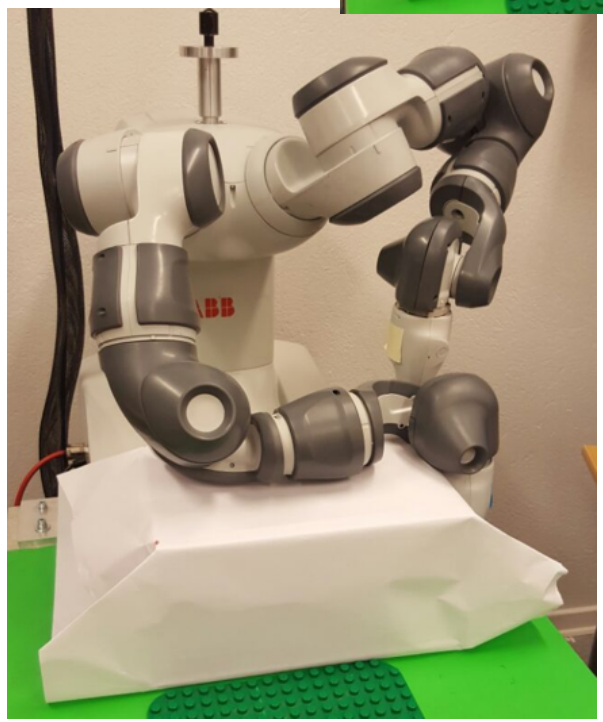
MediaMarkt
ABB
MERRY CHRISTMAS
ARETS JULKU
JURA

Wnioski na przyszłość



?





LUND UNIVERSITY

Wnioski na przyszłość

- Język jest niejednoznaczny
- Kontekst może pomóc w zrozumieniu, ale musimy go rozumieć
- Uczenie przez demonstrację
- Mieszana inicjatywa: robot się wtrąca, gdy widzi, że może pomóc
- Zawsze będą błędy!
- Uczenie się na błędach
- Zrozumienie błędów

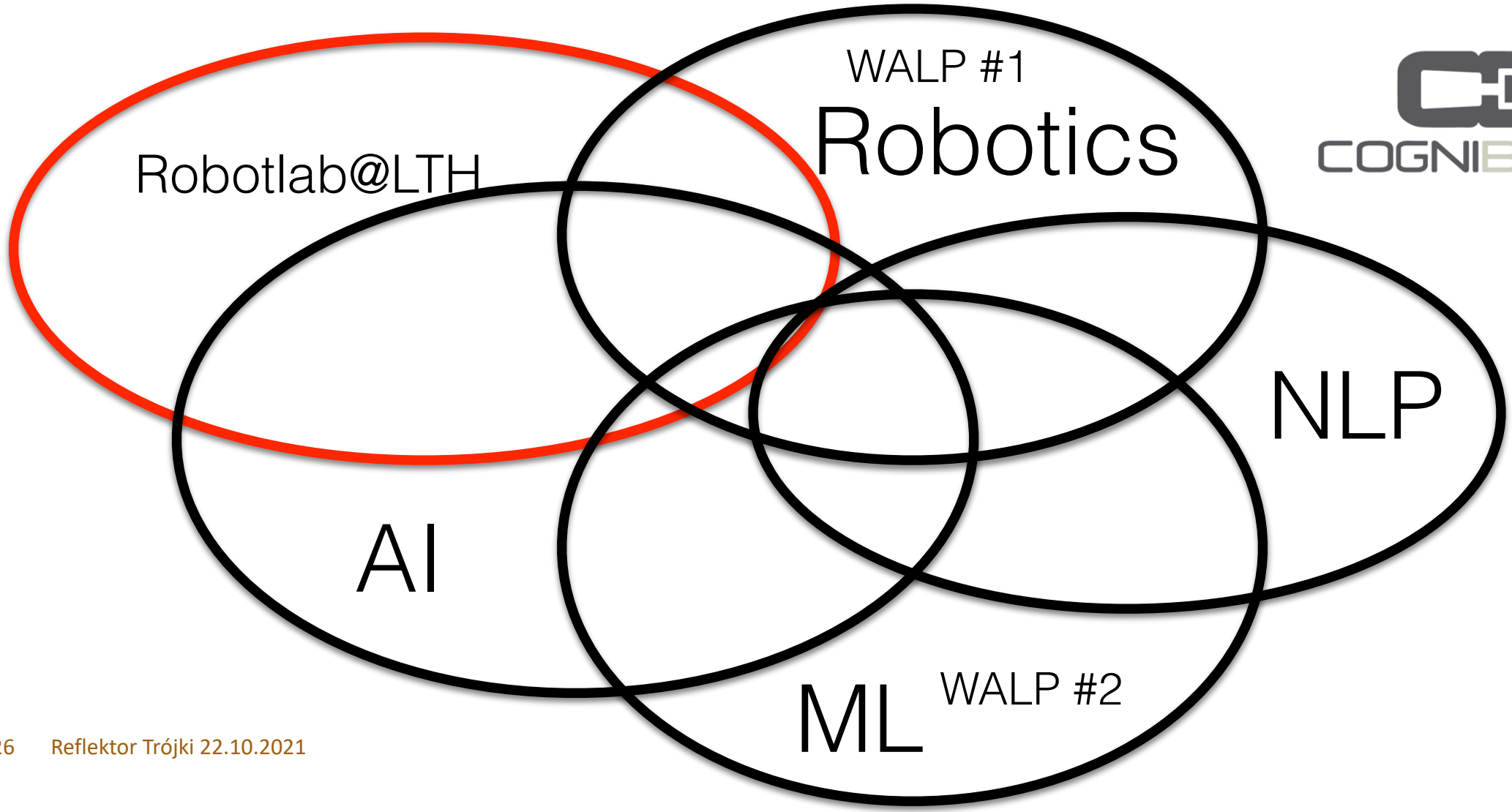
LUND UNIVERSITY

Przyszłość

- Ogólne uczenie maszynowe w zastosowaniach przemysłowych nie jest realistyczne;
- Najpierw roboty muszą **zrozumieć** błędy (swoje i innych), aby móc pójść dalej;
- Uczenie musi prowadzić do **zrozumiałych** i **wiarygodnych** wyników;
- Dużo za nami, dużo więcej przed nami (**i Wami!**)

LUND UNIVERSITY

Robotics and Semantic Systems Group



COGNIBOTICS

LUND UNIVERSITY

Robotics and Semantic Systems Group

Faculty

- Mathias Haage
- Marcus Klang
- Volker Krueger
- Jacek Malec
- Luigi Nardi
- Klas Nilsson
- Pierre Nugues
- Sven Robertz
- Elin Anna Topp

Postdocs & PhD students

- Maike Klockner
- Erik Hellsten
- Kenan Sehic
- Matthias Mayr
- Alexander Dürr
- Faseeh Ahmed
- Momina Rizwan
- Hampus Åström

Alumni

- Sławomir Nowaczyk (HHalmstad)
- Maj Stenmark (ULund)
- Mårten Lager (SAAB Kockums)

Heron

LUND UNIVERSITY

LUND
UNIVERSITY