



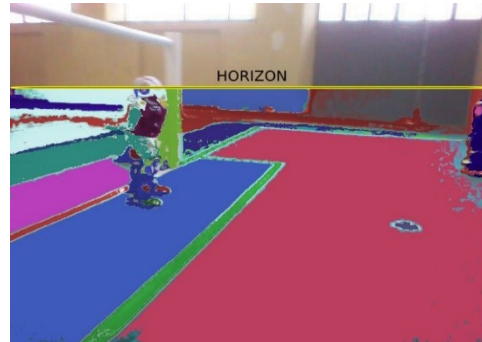
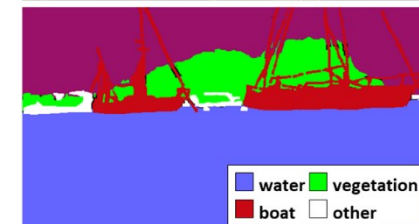
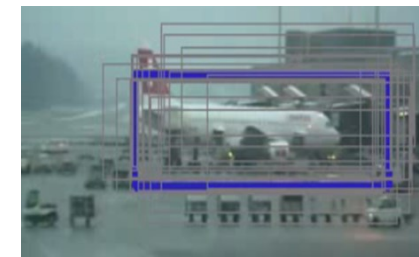
UNIVERSITÀ
di **VERONA**

Dipartimento
di **INFORMATICA**

*Corso di Laboratorio Ciberfisico
Modulo di Robot Programming with ROS*

Introduzione

Docente:
**Domenico Daniele
Bloisi**



Marzo 2018

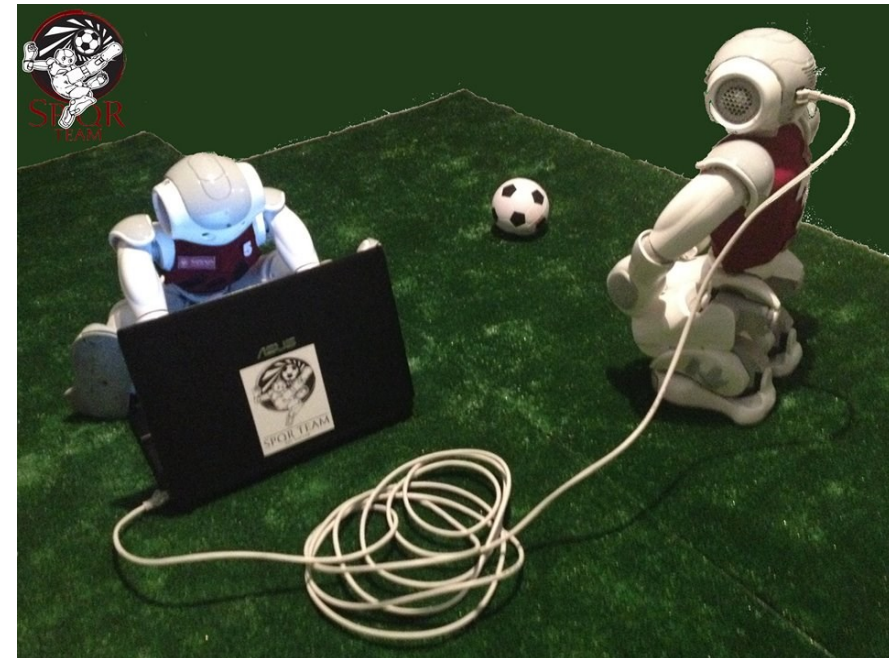
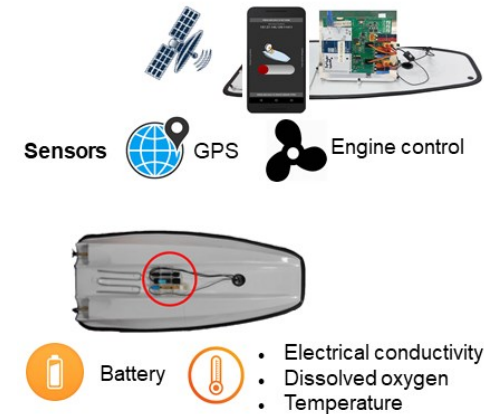
Domenico Daniele Bloisi

- Ricercatore RTD presso il Dipartimento di Informatica dell'Università di Verona

profs.scienze.univr.it/~bloisi

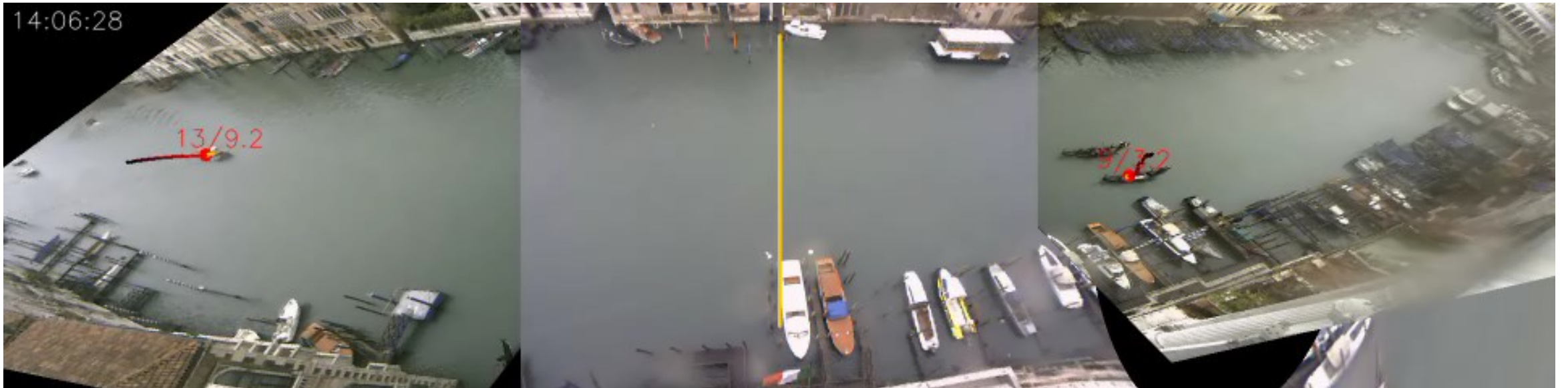
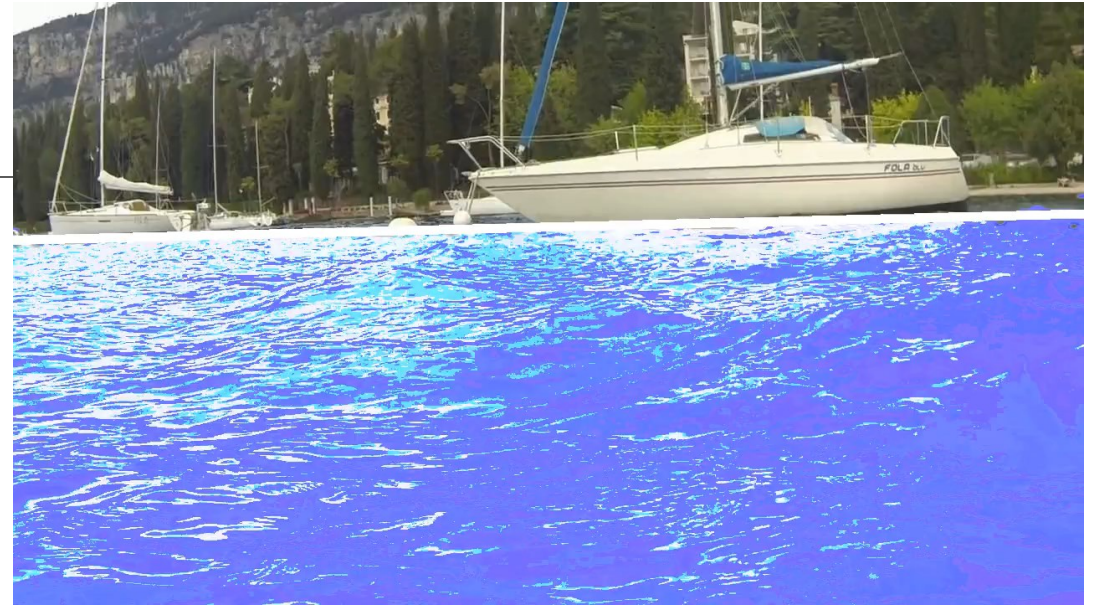
- Team manager SPQR Robot Soccer Team presso il Dipartimento di Informatica, Automatica e Gestionale Università degli studi di Roma "La Sapienza"

www.dis.uniroma1.it/~bloisi



Interessi di ricerca

- Intelligent surveillance
- Robot vision
- Medical image analysis



Il corso

- Home page del corso
<http://metropolis.scienze.univr.it/altair/events/laboratorio-ciberfisico>
- Docenti: Andrea Calanca (coordinatore)
Domenico Daniele Bloisi
- Periodo: **Il semestre** marzo 2018 – giugno 2018
Martedì 8:30-10:30 (Laboratorio Ciberfisico)
Mercoledì 8:30-10:30 (Laboratorio Ciberfisico)
- Web page dedicata al modulo di Robot Programming with ROS
<http://profs.scienze.univr.it/~bloisi/corsi/ciberfisico.html>

Ricevimento

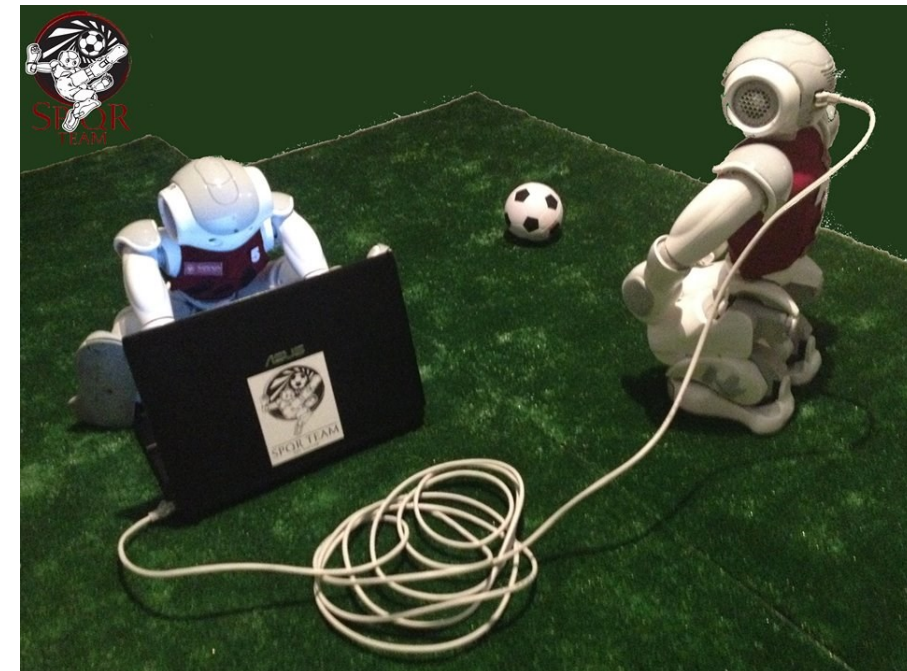
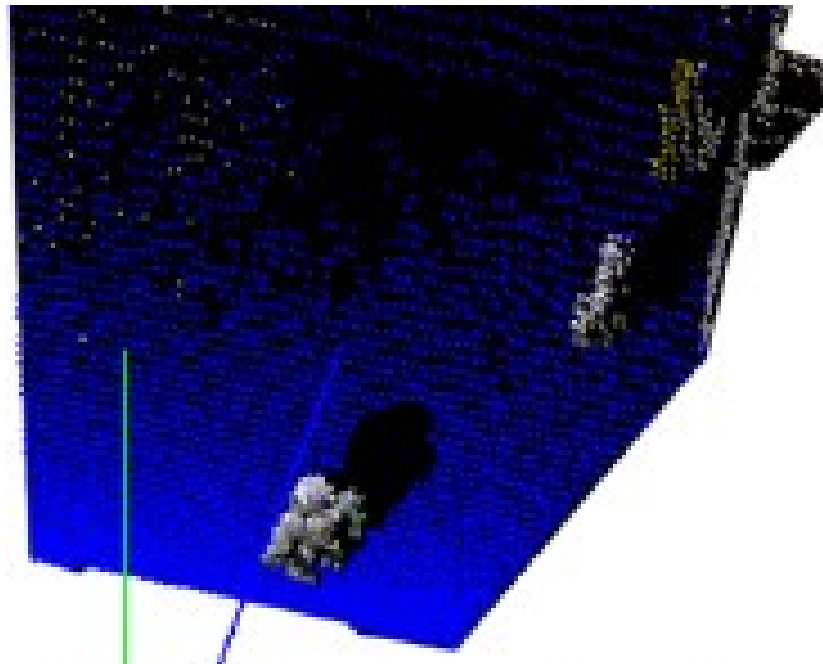
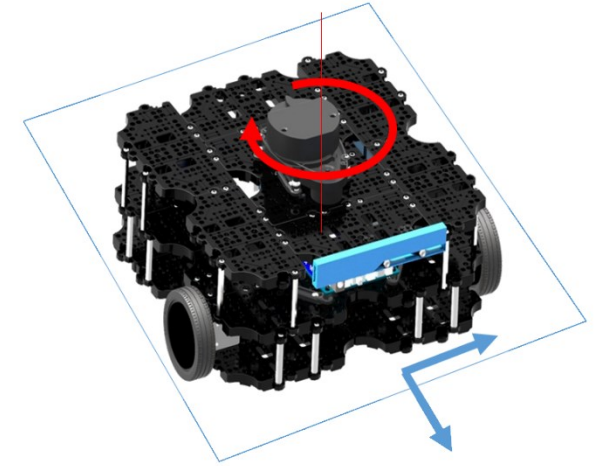
- In aula, subito dopo le lezioni
- Su appuntamento (da richiedere tramite invio di una email) presso:
Ca' Vignal 2, I piano, stanza 1.63A

Email: domenico.bloisi@univr.it



Programma – Robot Programming with ROS

- Robot mobili
- Introduzione a ROS
- Compilazione con catkin
- Il paradigma publisher and subscriber
- Simulatori
- Percezione 2D
- Percezione 3D
- Navigazione



Material Didattico

Tutorial di ROS

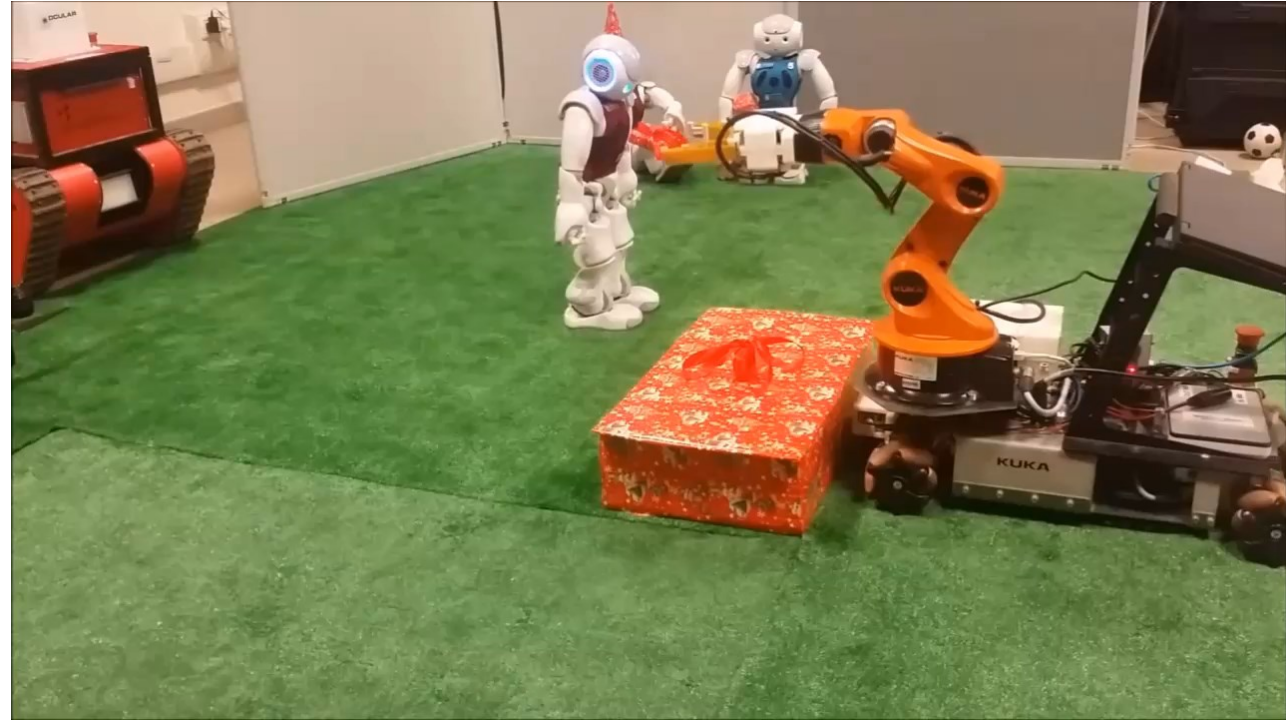
in inglese <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>

in italiano <http://wiki.ros.org/it/ROS/Tutorials>

Il corso non prevede un libro di testo. Gli studenti che vogliono approfondire i concetti trattati a lezione possono utilizzare l'elenco di libri su ROS disponibile alla pagina <http://wiki.ros.org/Books>

Obiettivi del corso

- Esperienza diretta su hardware e software
- Programmare sia a basso livello (embedded) che ad alto livello
- Progettare algoritmi in grado di controllare i sistemi fisici che compongono il robot stesso e l'ambiente con il quale interagisce



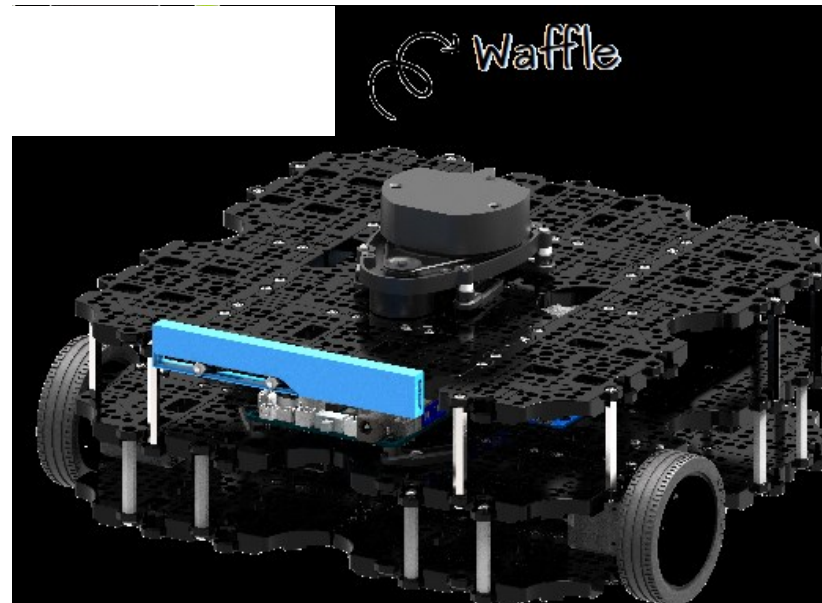
<https://www.youtube.com/watch?v=l9KYJlLnEbw>

Esame

- Il voto finale viene conseguito presentando degli homework che potranno essere svolti all'interno delle ore di laboratorio (voto massimo 24) e facoltativamente un progetto in team (voto massimo 30L).
- I progetti consisteranno in una estensione degli esempi presentati durante le esercitazioni del corso.
- La piattaforma robotica di sviluppo è il robot Turtlebot 3 Waffle

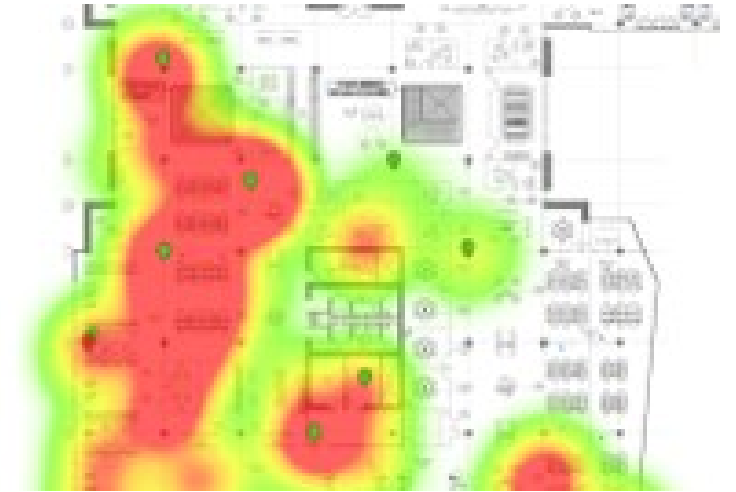


<http://www.turtlebot.com/>



Progetti

Mapping della potenza del segnale wireless nel dipartimento con Turtlebot 3



Autonomous Driving



NAO Simulation - RoboCup 2018
(progetto a numero limitato)



Hard Easy Problems

“The main lesson of thirty-five years of AI research is that the hard problems are easy and the easy problems are hard.

The mental abilities of a four year-old that we take for granted – recognizing a face, lifting a pencil, walking across a room, answering a question – in fact solve some of the hardest engineering problems ever conceived.”

STEVEN PINKER, *The Language Instinct*

Cyber-physical System

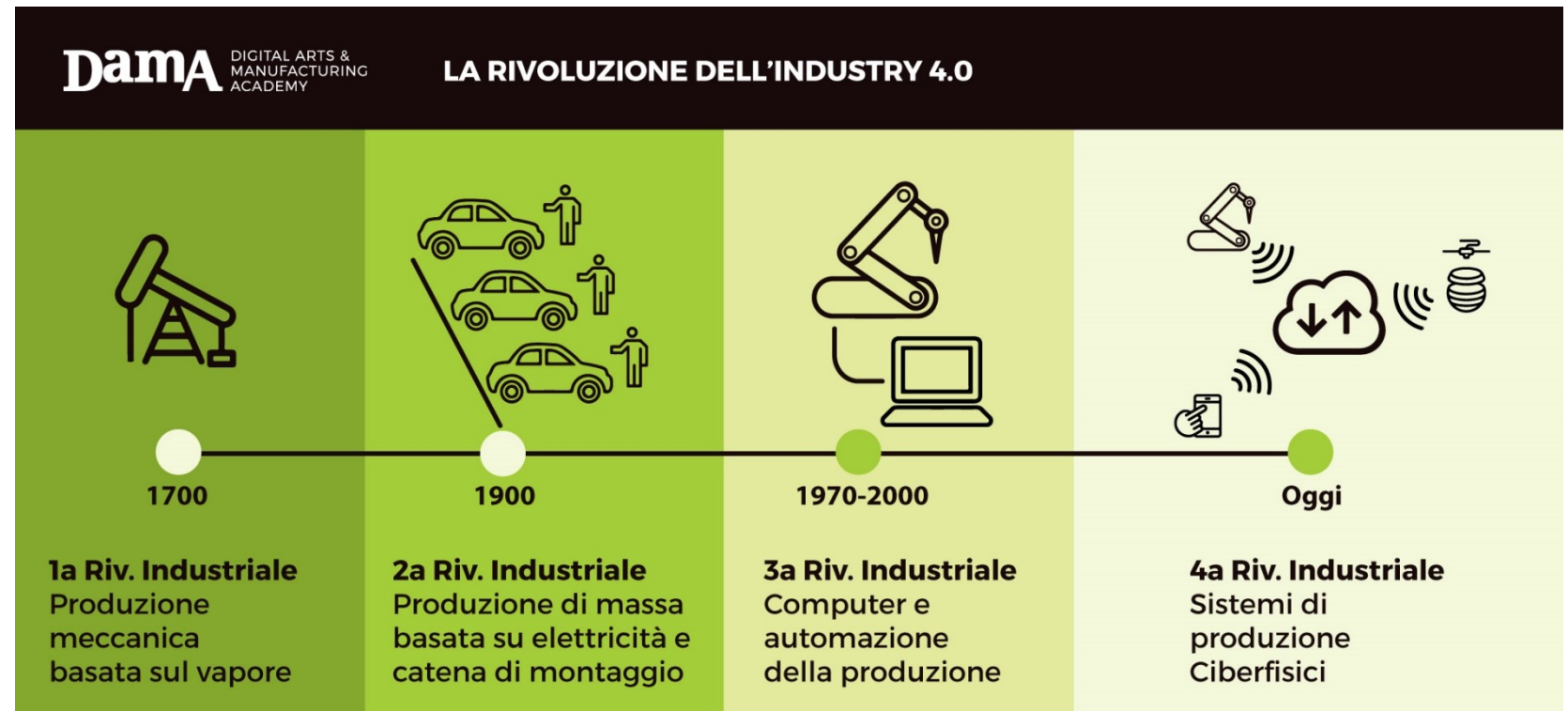
- **cyber-physical device** A device that has an element of computation and interacts with the physical world through sensing and actuation (NIST)

Le 3 C

Capacità computazionale

Comunicazione

Capacità di controllo



Robot mobili



Esempio iCub

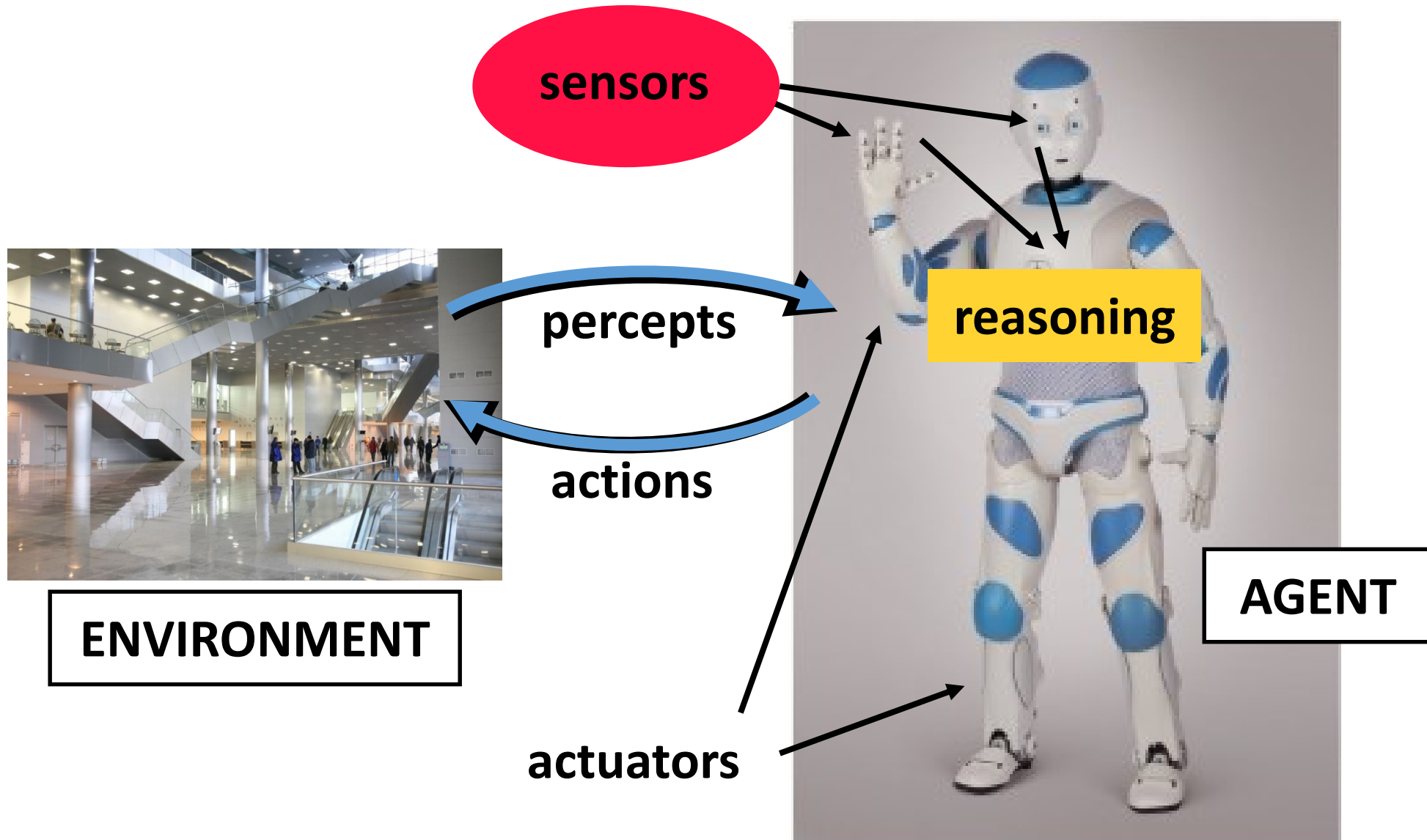
3D Stereo Estimation and Fully Automated Learning of Eye-Hand Coordination in Humanoid Robots

S.R. Fanello, U. Pattacini, I. Gori, V. Tikhanoff,
M. Randazzo , A. Roncone, F. Odone and G. Metta



<https://www.youtube.com/watch?v=mQpVCSM8Vgc>

Perceive-Reason-Act Cycle



Robot mobile autonomo

- **Autonomia:** capacità di portare a termine un compito basandosi sullo stato e sulle percezioni correnti, senza intervento umano.
- **Sistema autonomo:** un sistema che prende decisioni da solo, agendo senza la guida di un umano.
- **Robot mobile autonomo:** sistema robotico autonomo capace di muoversi nell'ambiente.

Stato di un robot

Modello del Mondo

- Geometria
- Traversabilità
- Altri oggetti in movimento
- ...

Configurazione

- Cinematica
- Dinamica
- Livello delle batterie
- ...



Autonomous Cars



Waymo
formerly the Google self-driving
car project

<https://waymo.com/>

Tesla
full self-driving capability
<https://www.tesla.com/models>



Domande chiave nella Robotica Mobile

- Dove sono?
- Dove sto andando?
- Come ci arrivo?

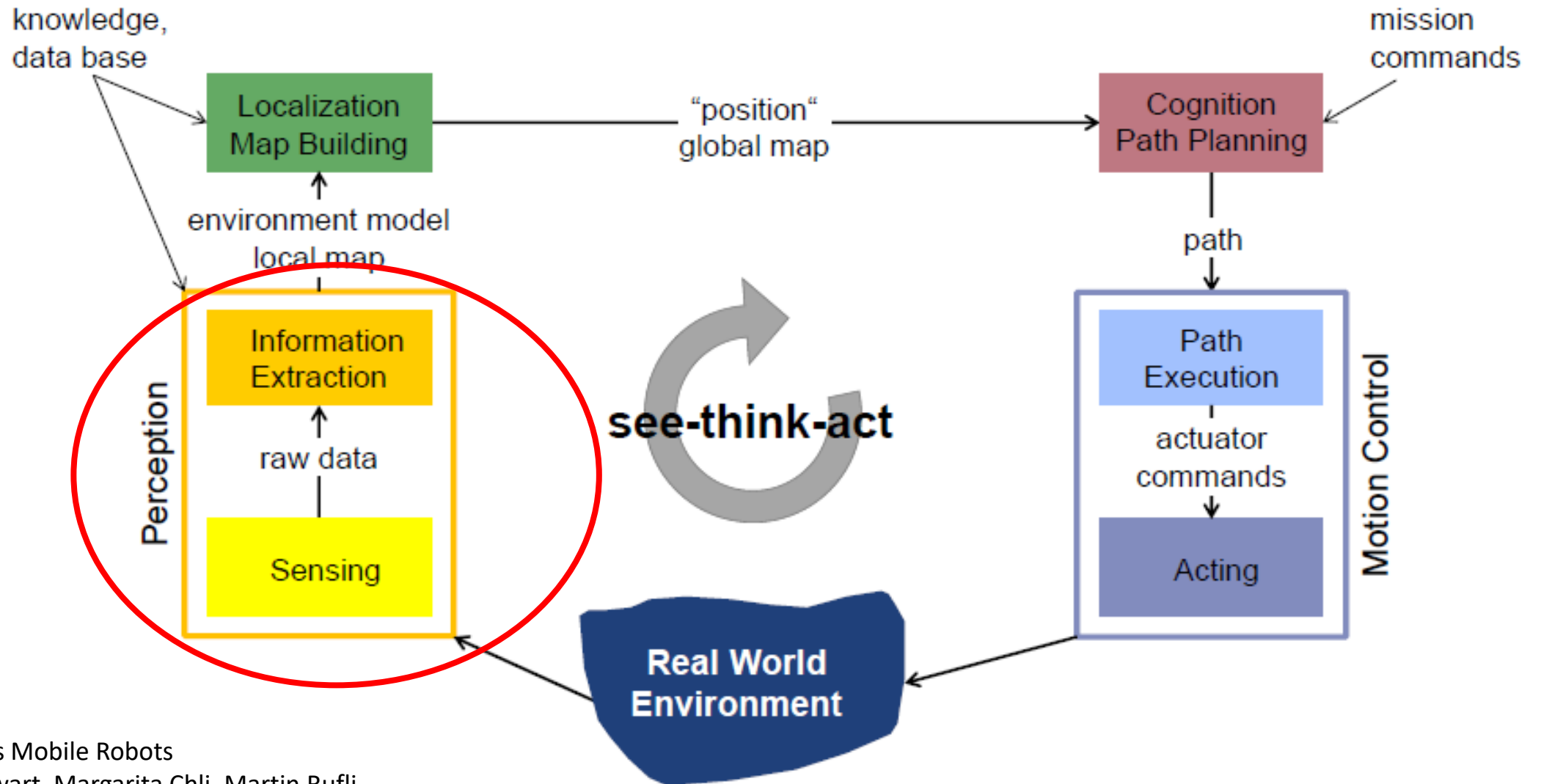
Per rispondere a queste domande un robot deve:

- Avere un modello dell'ambiente (*dato o da costruire*)
- Percepire ed analizzare l'ambiente
- Trovare la sua posizione nell'ambiente
- Pianificare ed eseguire il movimento



<http://www.irobot.it/roomba/serie-900/>

See-Think-Act Cycle



Sensori



stereo camera



multiple cameras



infrared



radar



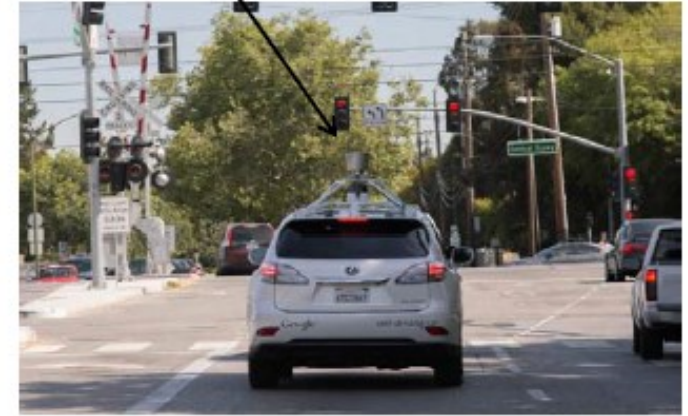
RGB-D



Sensori Laser 3d



Expensive, complex and cumbersome



Google Self-Driving Car Project (estate 2015)

- Più di 20 veicoli in uso
- Più di 2,7 mln km, 1.5 mln km in modalità autonoma
- 11 incidenti

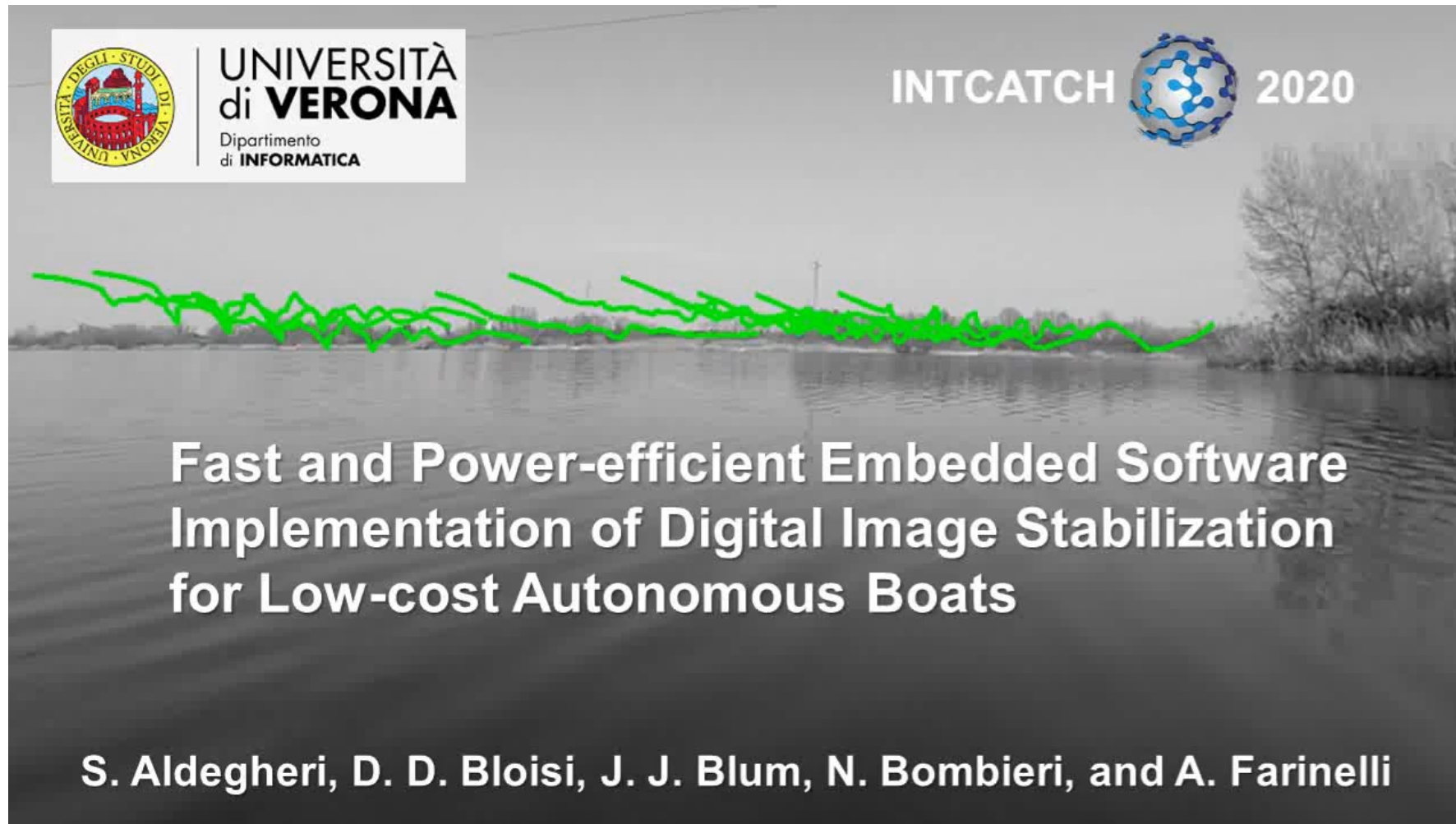
Telecamere


Detection e tracking di


- Corsie
- Segnali stradali
- Altri veicoli



Pre-processing



 UNIVERSITÀ
di **VERONA**
Dipartimento
di **INFORMATICA**

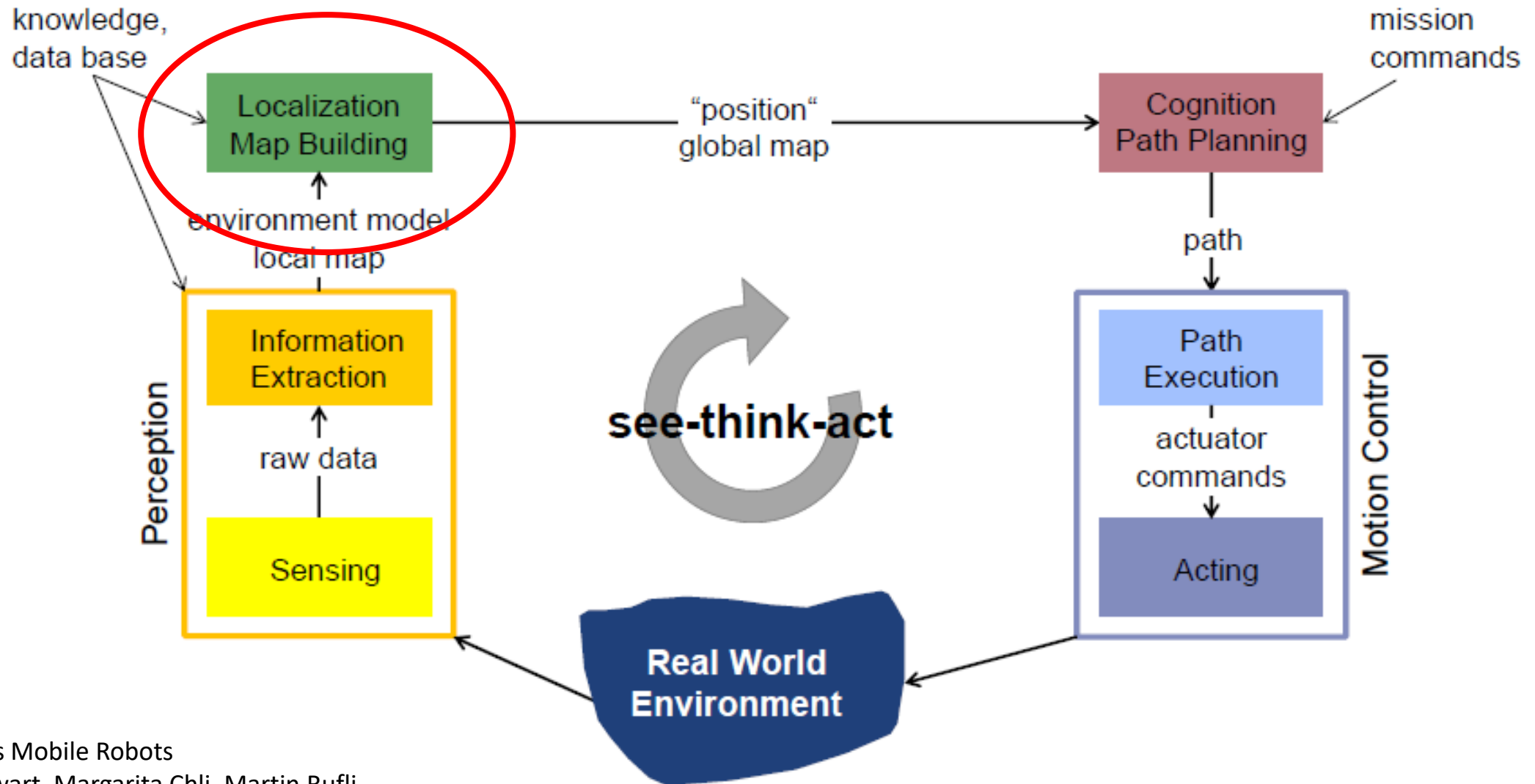
INTCATCH  2020

**Fast and Power-efficient Embedded Software
Implementation of Digital Image Stabilization
for Low-cost Autonomous Boats**

S. Aldegheri, D. D. Bloisi, J. J. Blum, N. Bombieri, and A. Farinelli

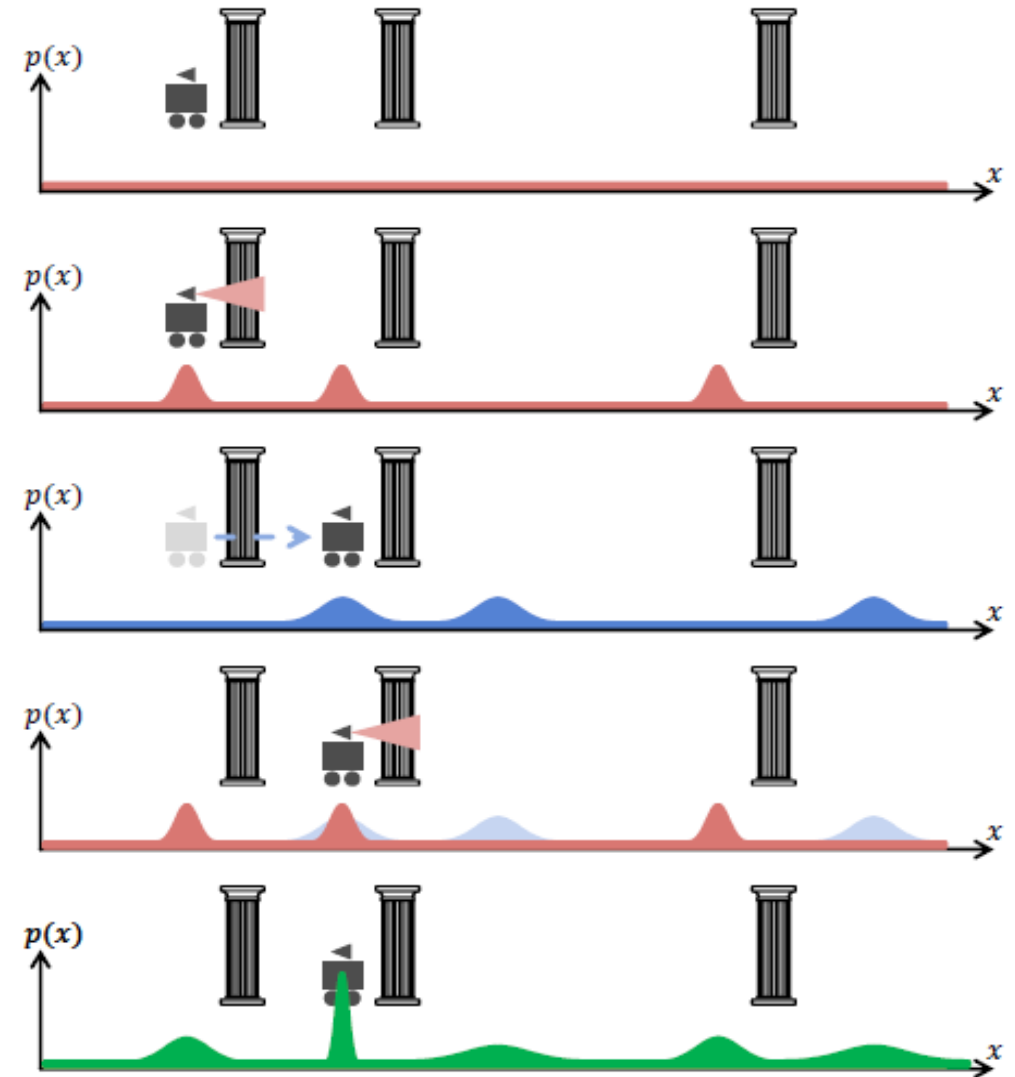
<https://youtu.be/IYvgRZzBBuQ>

See-Think-Act Cycle

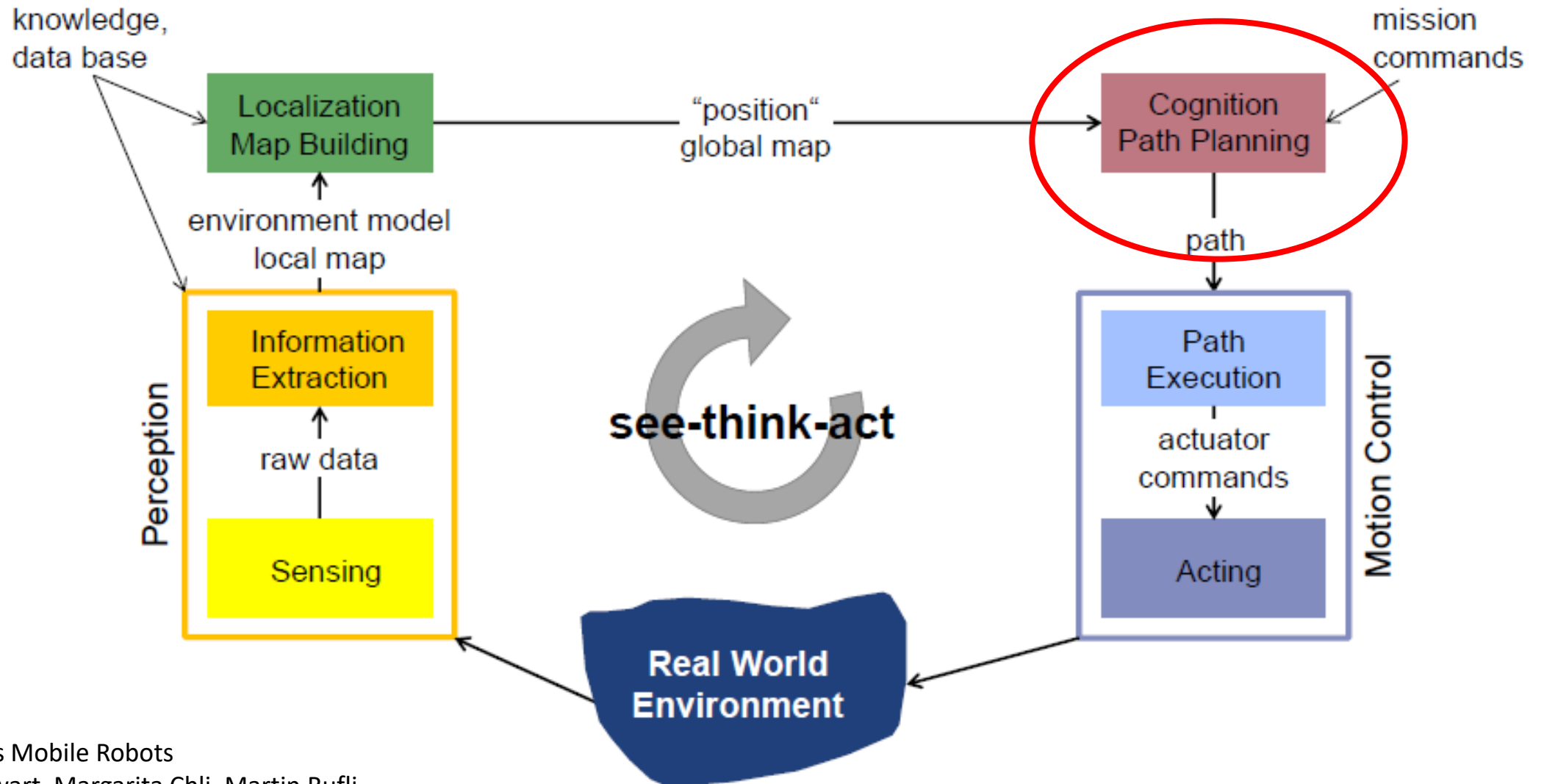


Localizzazione

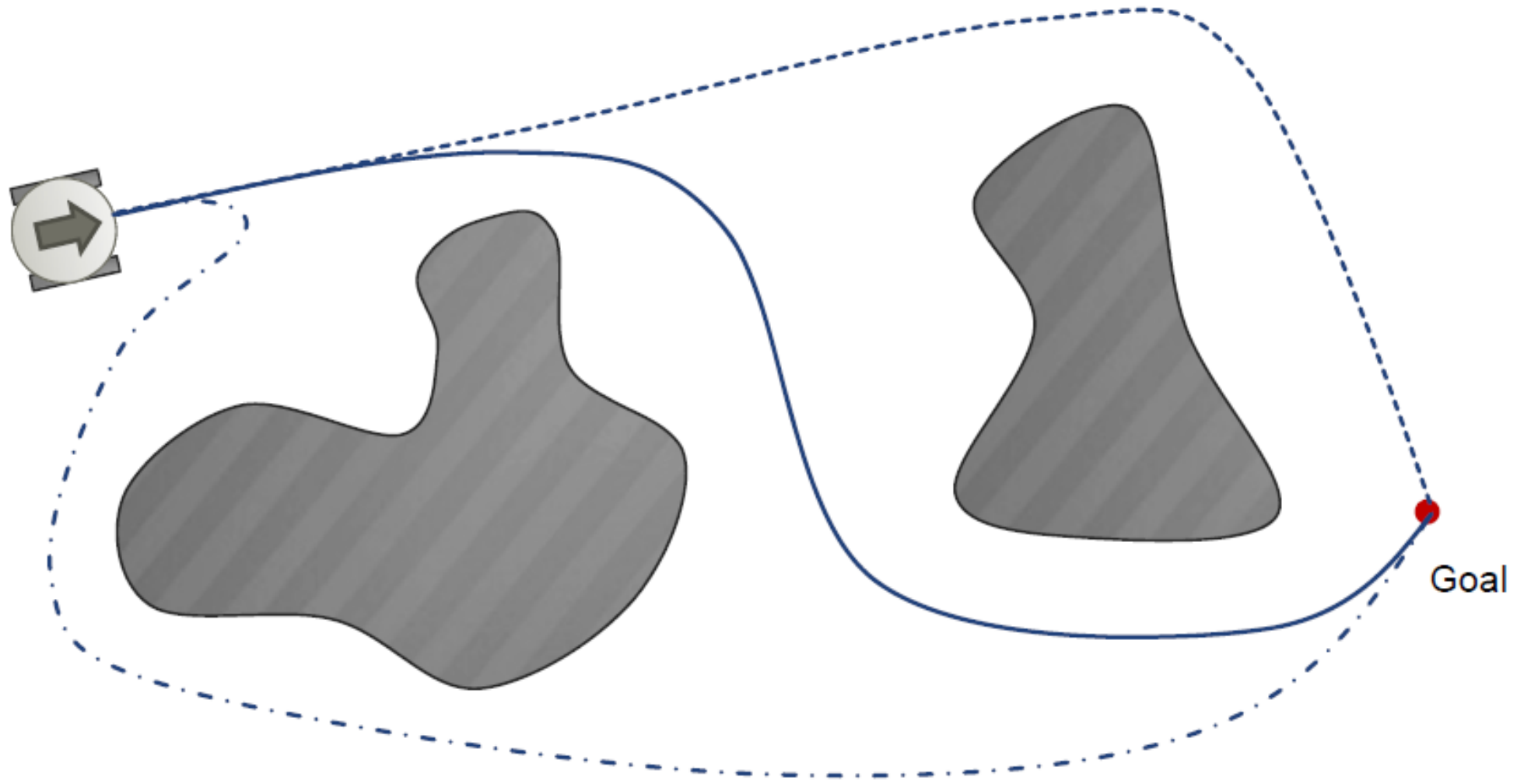
- SEE: il robot controlla i dati dei sensori → si accorge di essere vicino ad un pilastro
- ACT: Il robot si muove un metro in avanti
 - il movimento viene stimato usando gli encoder delle ruote
 - si accumula incertezza
- SEE: il robot controlla di nuovo i dati dei sensori → si accorge di essere vicino ad un pilastro
- Belief update (fusione di informazione)



See-Think-Act Cycle

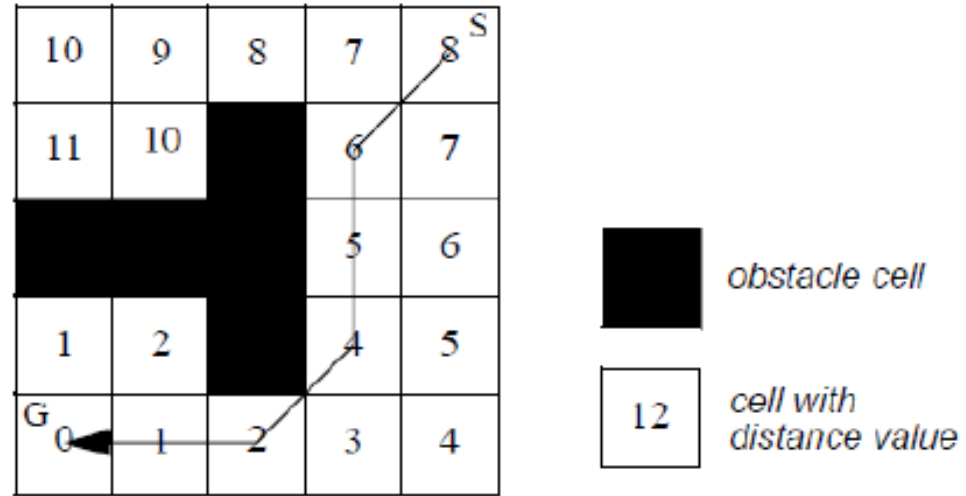


Cognition

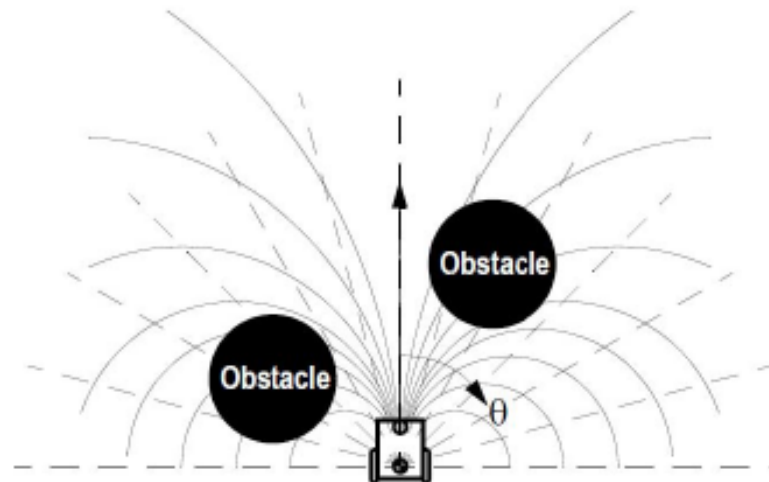


Path Planning

- Global path planning
 - Graph search



- Local path planning
 - Local collision avoidance

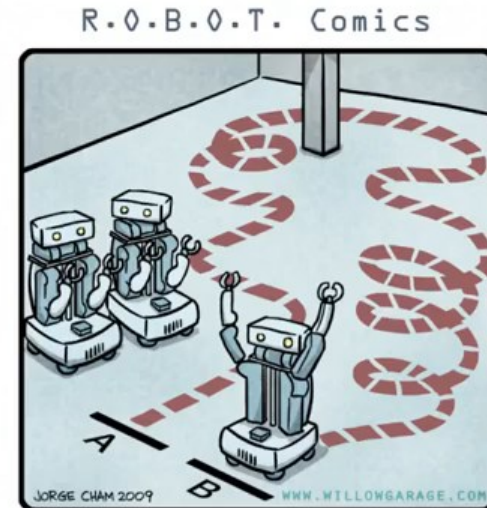
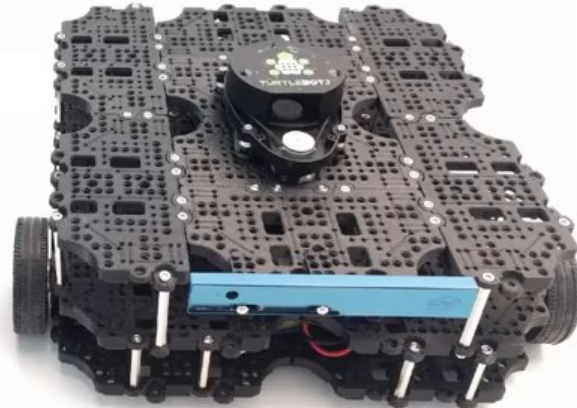


Turtlebot 3 Navigation Example

TurtleBot3
BURGER ↻



TurtleBot3
WAFFLE ↻

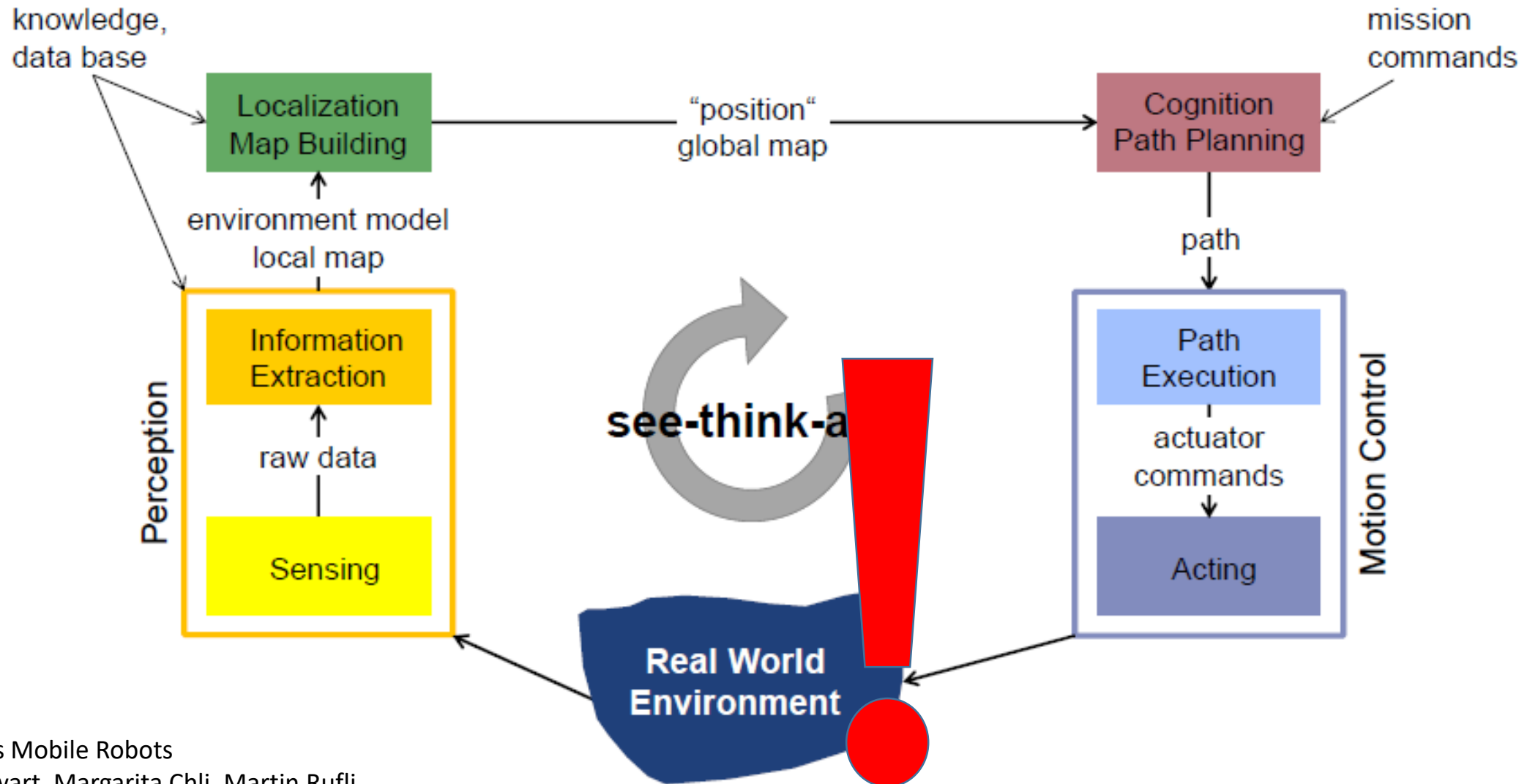


"HIS PATH-PLANNING MAY BE
SUB-OPTIMAL, BUT IT'S GOT FLAIR."

Navigation Demo

Link al video: <https://www.youtube.com/watch?v=VYIMywwYALU>

See-Think-Act Cycle



Esempio DARPA Urban Challenge



<https://www.youtube.com/watch?v=fBtZ6EA2fpl>

Esempio DARPA Challenge



<https://www.youtube.com/watch?v=g0TaYhjpOfo>

Competitions



To feel

- Temperature Sensor
- Acceleration Sensor
- Electric Static Sensor: head, back
- Pressure Sensor: chin, paws (4)
- Vibration Sensor



back touch sensor/LED

on/off switch

head touch sensor/LED

ear LED



head LED

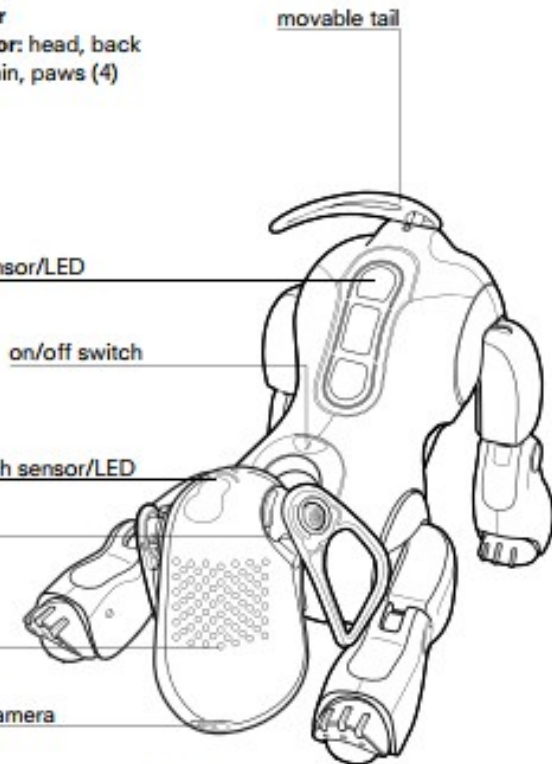


vision camera



To See

- camera:
CMOS Image Sensor 350,000 pixels
- Infrared Distance Sensor:
head, body





SPQR Team @RoboCup2016



<https://www.youtube.com/watch?v=lqGMN1nbNCM>

SPQR Team Ball Perceptor



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**Machine Learning
for Ball Detection**

**SPQR ROBOT
SOCCER TEAM**

spqr.diag.uniroma1.it

The background of the slide features a grayscale image of a humanoid robot on a soccer field. A soccer ball is visible on the field, marked with a large white 'X' to indicate its detection by the robot's system. The overall theme is machine learning for ball detection in a soccer environment.

<https://www.youtube.com/watch?v=flgEwHRe6Bk>

SPQR Team @GermanOpen2017



RoboCup
GERMAN OPEN 2017



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

SPQR Team highlights



**SPQR ROBOT
SOCCER TEAM**

spqr.diag.uniroma1.it

<https://www.youtube.com/watch?v=V7NywBs1rWE>

RoboCup 2018



RoboCup 2018
MONTREAL · CANADA

**ARE YOU
READY?**

□ RoboCup is coming to Montréal, Canada.
Autonomous Robot Technologies from
around the world!

2018 SCHEDULE

<http://www.robocup2018.com/>



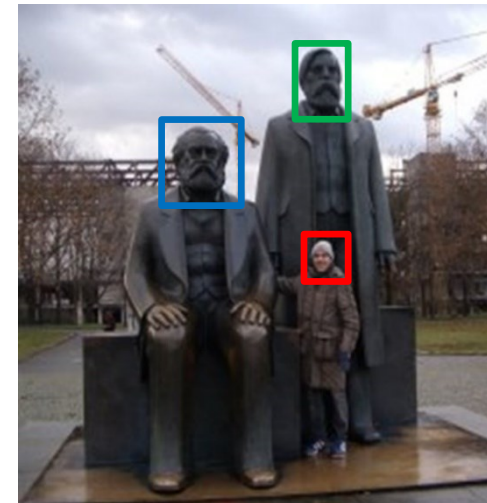
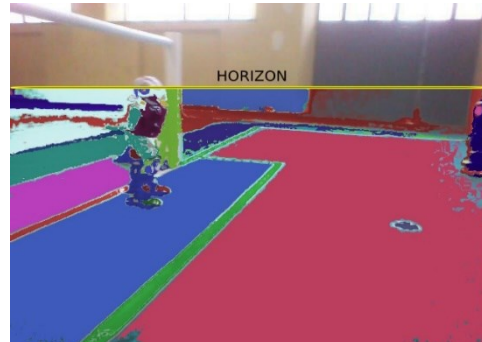
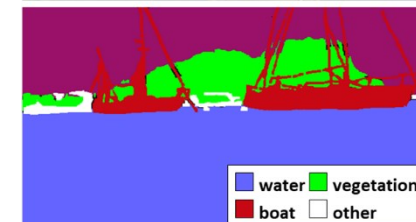
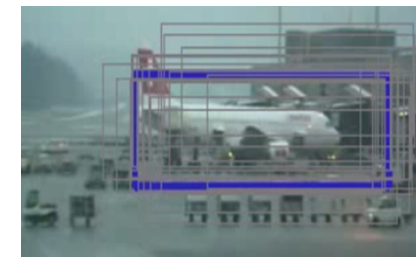
UNIVERSITÀ
di **VERONA**

Dipartimento
di **INFORMATICA**

*Corso di Laboratorio Ciberfisico
Modulo di Robot Programming with ROS*

Introduzione

Docente:
**Domenico Daniele
Bloisi**



Marzo 2018