

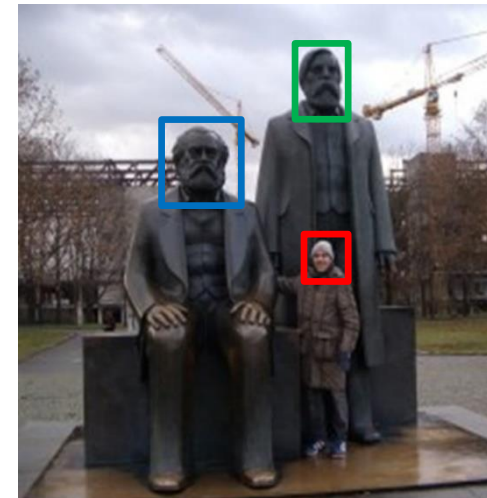
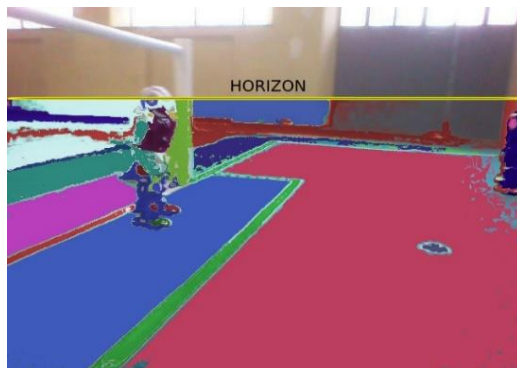
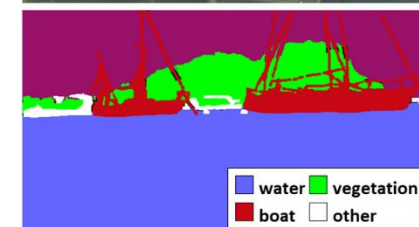
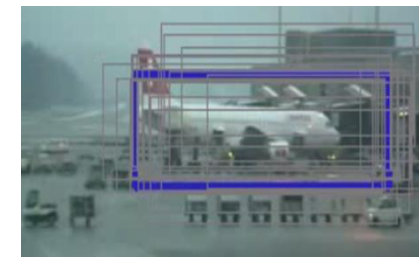


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELLA BASILICATA**

*Corso di Visione e Percezione*

# Introduzione

Docente:  
**Domenico Daniele  
Bloisi**



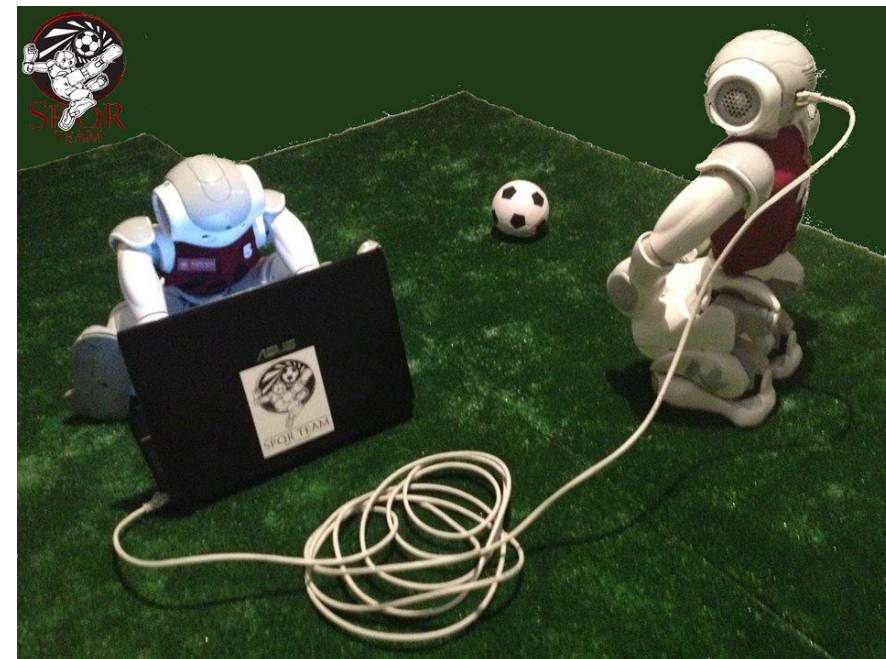
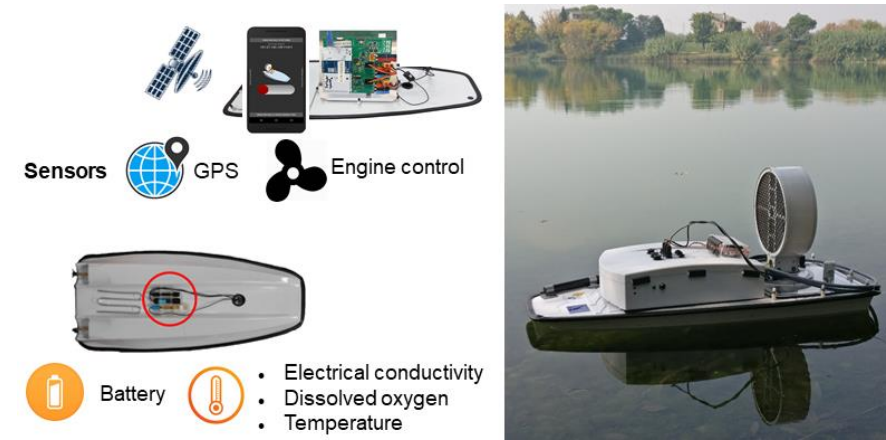
# Domenico Daniele Bloisi

- Professore Associato  
Dipartimento di Matematica, Informatica  
ed Economia  
Università degli studi della Basilicata

<http://web.unibas.it/bloisi>

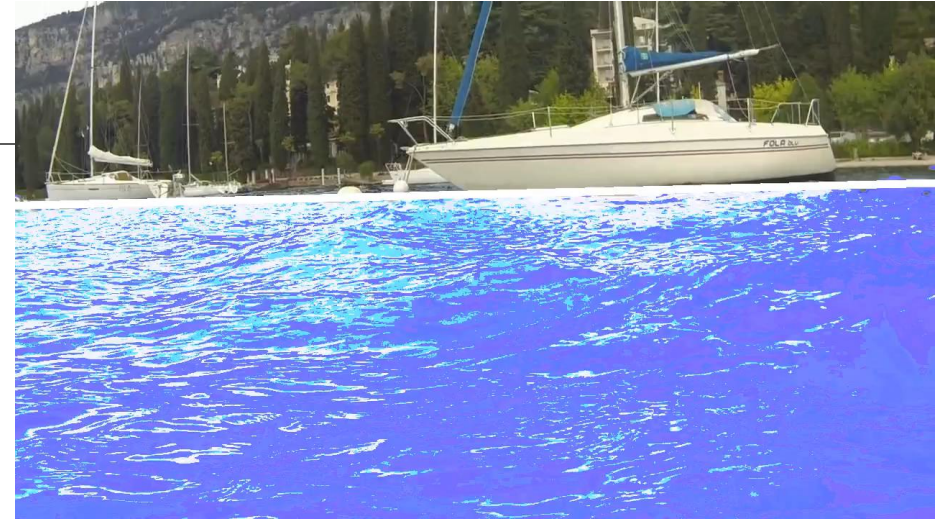
- SPQR Robot Soccer Team  
Dipartimento di Informatica, Automatica  
e Gestionale Università degli studi di  
Roma “La Sapienza”

<http://spqr.diag.uniroma1.it>

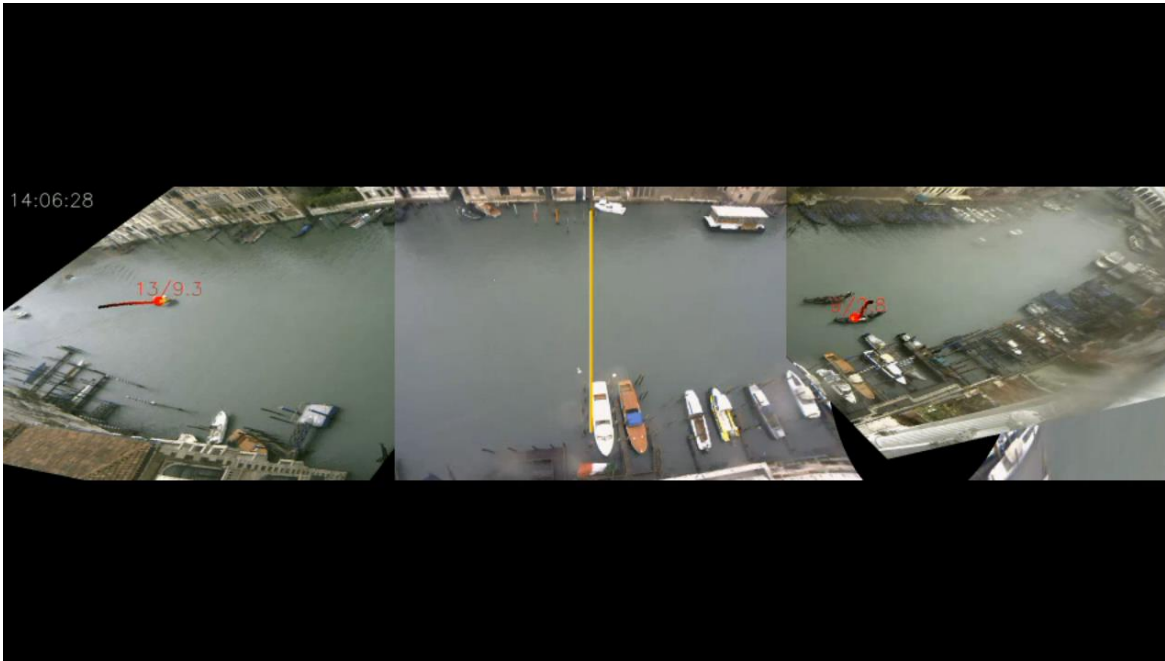


# Interessi di ricerca

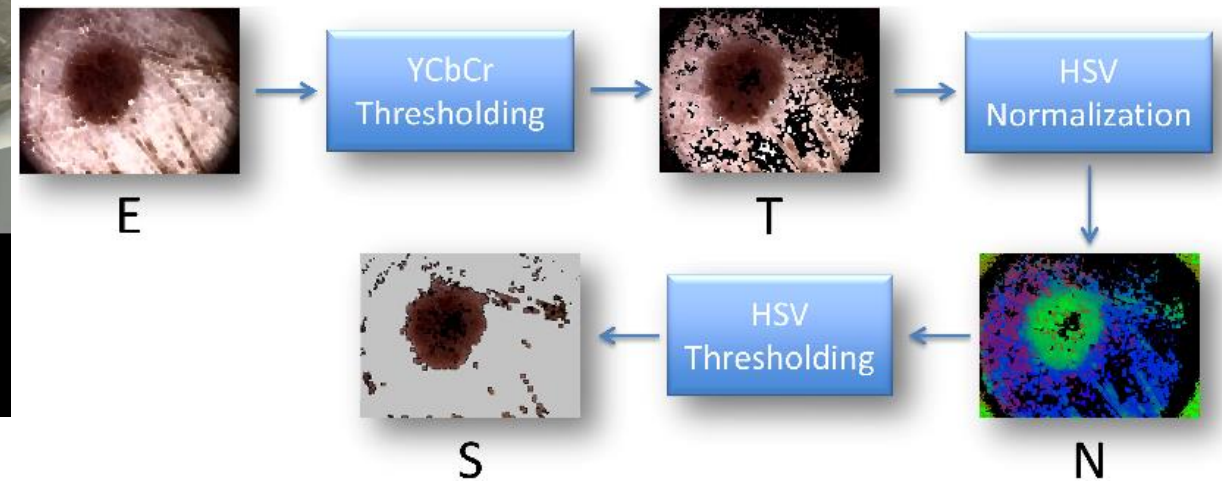
- Intelligent surveillance
- Robot vision
- Medical image analysis



<https://youtu.be/2KHNZX7UIWQ>



[https://youtu.be/9a70Ucgbi\\_U](https://youtu.be/9a70Ucgbi_U)



# UNIBAS Wolves <https://sites.google.com/unibas.it/wolves>



- UNIBAS WOLVES is the robot soccer team of the University of Basilicata. Established in 2019, it is focussed on developing software for NAO soccer robots participating in RoboCup competitions.

- UNIBAS WOLVES team is twinned with [SPQR Team](#) at Sapienza University of Rome.



# Informazioni sul corso

---

- Home page del corso:  
<https://web.unibas.it/bloisi/corsi/visione-e-percezione.html>
- Docente: Domenico Daniele Bloisi
- Periodo: **Il semestre** marzo 2022 – giugno 2022
  - Martedì dalle 15:00 alle 17:00 (Aula Copernico)
  - Mercoledì dalle 8:30 alle 10:30 (Aula Copernico)

# Ricevimento

---

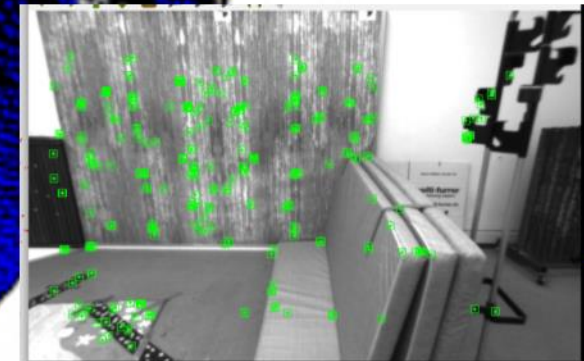
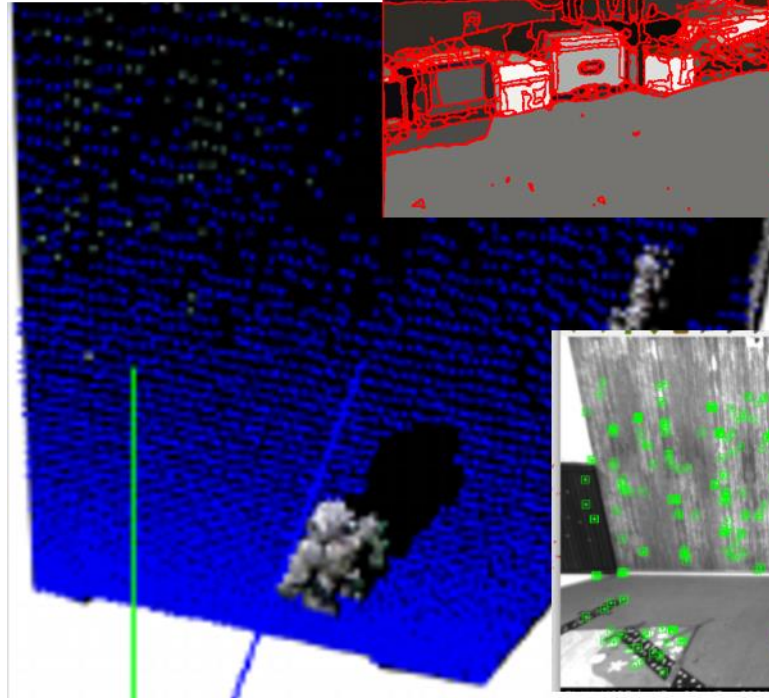
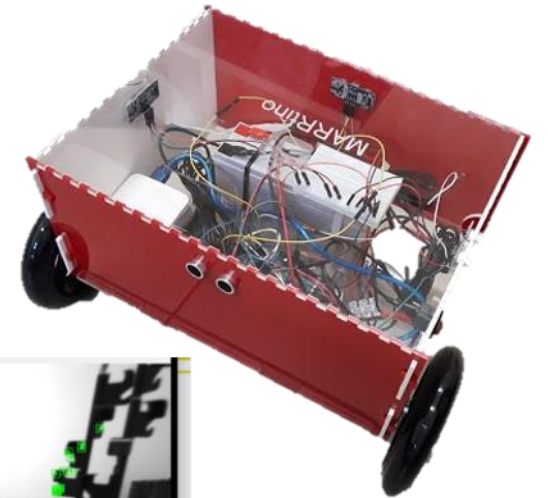
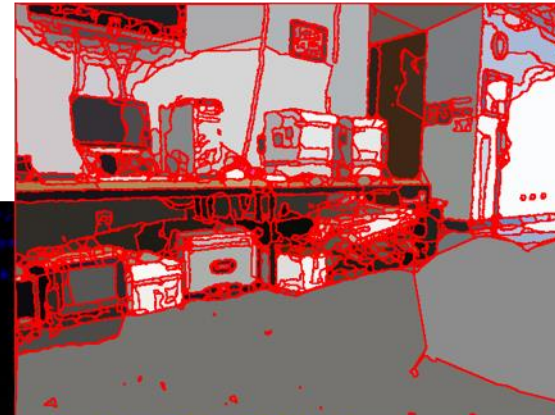
- Durante il periodo delle lezioni:  
Mercoledì dalle 11:00 alle 12:30 → Edificio 3D, Il piano, stanza 15  
Si invitano gli studenti a controllare regolarmente la [bacheca degli avvisi](#) per eventuali variazioni
- Al di fuori del periodo delle lezioni:  
da concordare con il docente tramite email

Per prenotare un appuntamento inviare  
una email a  
[domenico.bloisi@unibas.it](mailto:domenico.bloisi@unibas.it)



# Programma – Visione e Percezione

- Introduzione al linguaggio Python
- Elaborazione delle immagini con Python
- Percezione 2D – OpenCV
- Introduzione al Deep Learning
- ROS
- Il paradigma publisher and subscriber
- Simulatori
- Percezione 3D - PCL



# Materiale Didattico

---

Gli studenti che vogliono approfondire i concetti trattati a lezione possono utilizzare:

- Tony Gaddis "Introduzione a Python" Pearson
- Jan Erik Solem "Programming Computer Vision with Python" O'Reilly Media
- Francois Chollet "Deep Learning with Python" Manning Publications Co.
- elenco di libri su ROS disponibile alla pagina <http://wiki.ros.org/Books>

## Tutorial di ROS

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

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



# Obiettivi del corso

---

Il corso intende fornire agli studenti conoscenze relative alla programmazione in Python per lo sviluppo di applicazioni basate

- sul sistema operativo ROS
- sulla libreria per la percezione OpenCV
- sull'uso del Deep Learning



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

# Esame

---

Il voto finale viene conseguito svolgendo individualmente o in gruppo (massimo 3 studenti) un progetto finale che comprenda gli argomenti di studio affrontati durante il corso.

Le tematiche del progetto dovranno essere concordate con il docente.

# 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*

# Industria 4.0

**Dama** DIGITAL ARTS & MANUFACTURING ACADEMY

## LA RIVOLUZIONE DELL'INDUSTRY 4.0



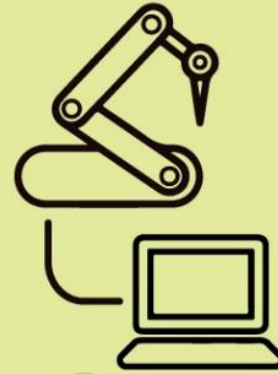
1700

**1a Riv. Industriale**  
Produzione meccanica basata sul vapore



1900

**2a Riv. Industriale**  
Produzione di massa basata su elettricità e catena di montaggio



1970-2000

**3a Riv. Industriale**  
Computer e automazione della produzione



Oggi

**4a Riv. Industriale**  
Sistemi di produzione ciberfisici

# 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

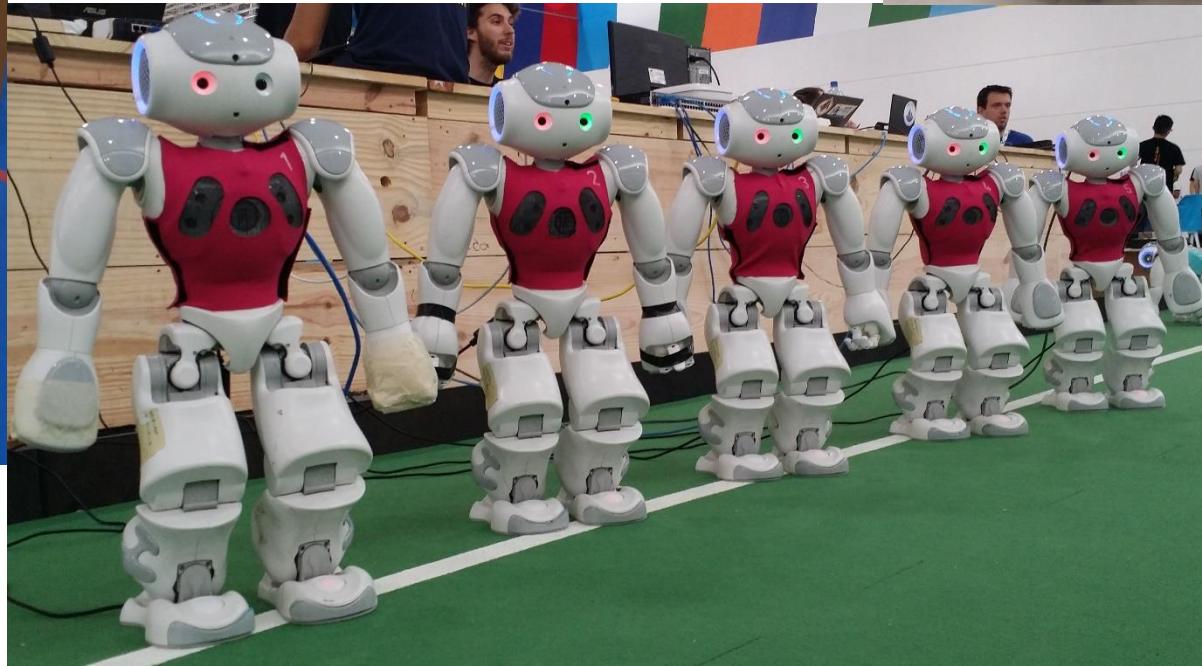
---

- **Capacità computazionale**
- **Comunicazione**
- **Capacità di controllo**

<https://spectrum.ieee.org/automaton/aerospace/robotic-exploration/nasa-perseverance-rover-landing-on-mars-overview>



# Robot mobili



# Esempio iCub

---

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

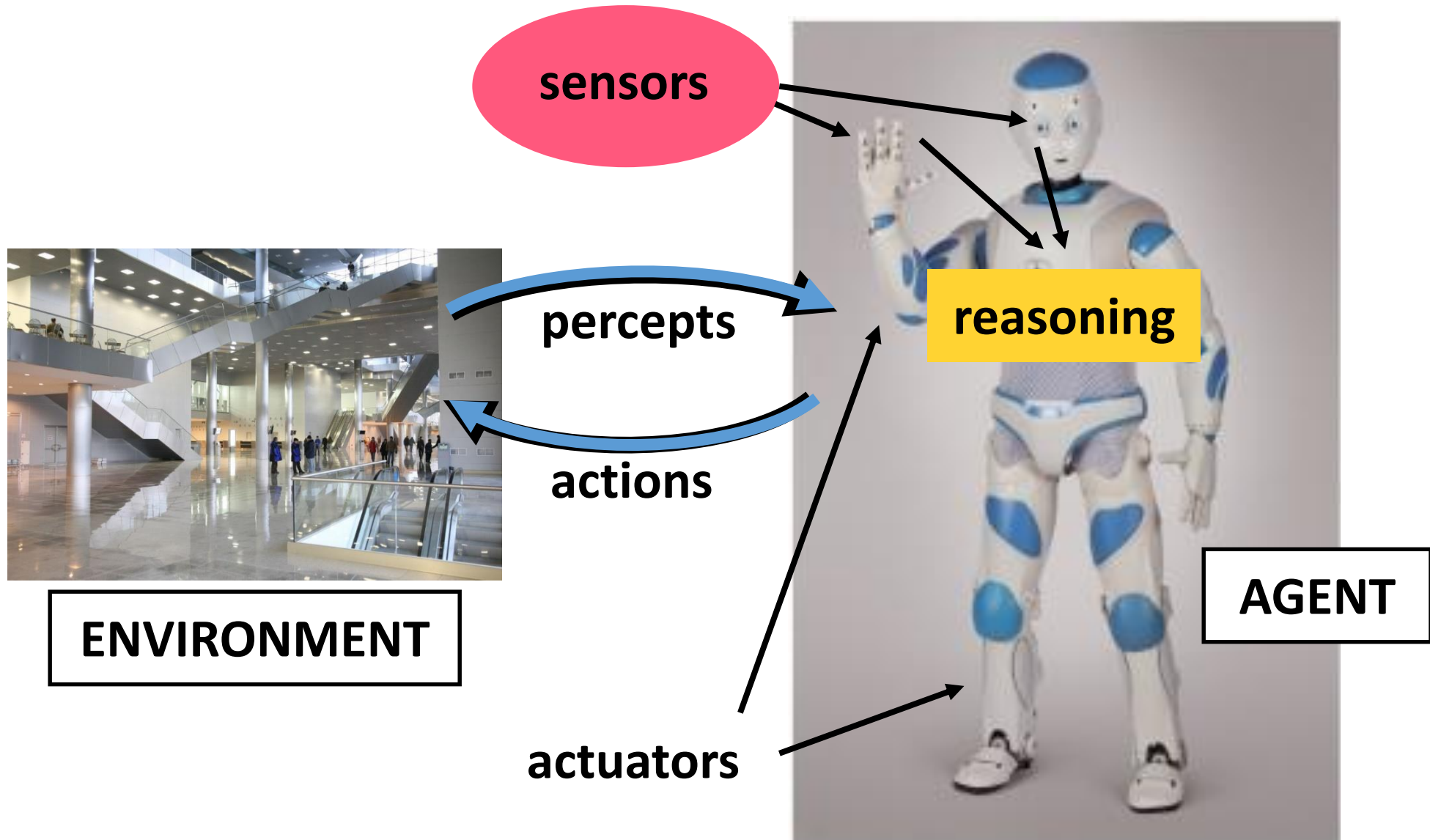
S.R. Fanello, U. Pattacini, I. Gori, V. Tikhanoff,  
M. Randazzo , A. Roncone, F. Odone and G. Metta



<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?



# Risposte

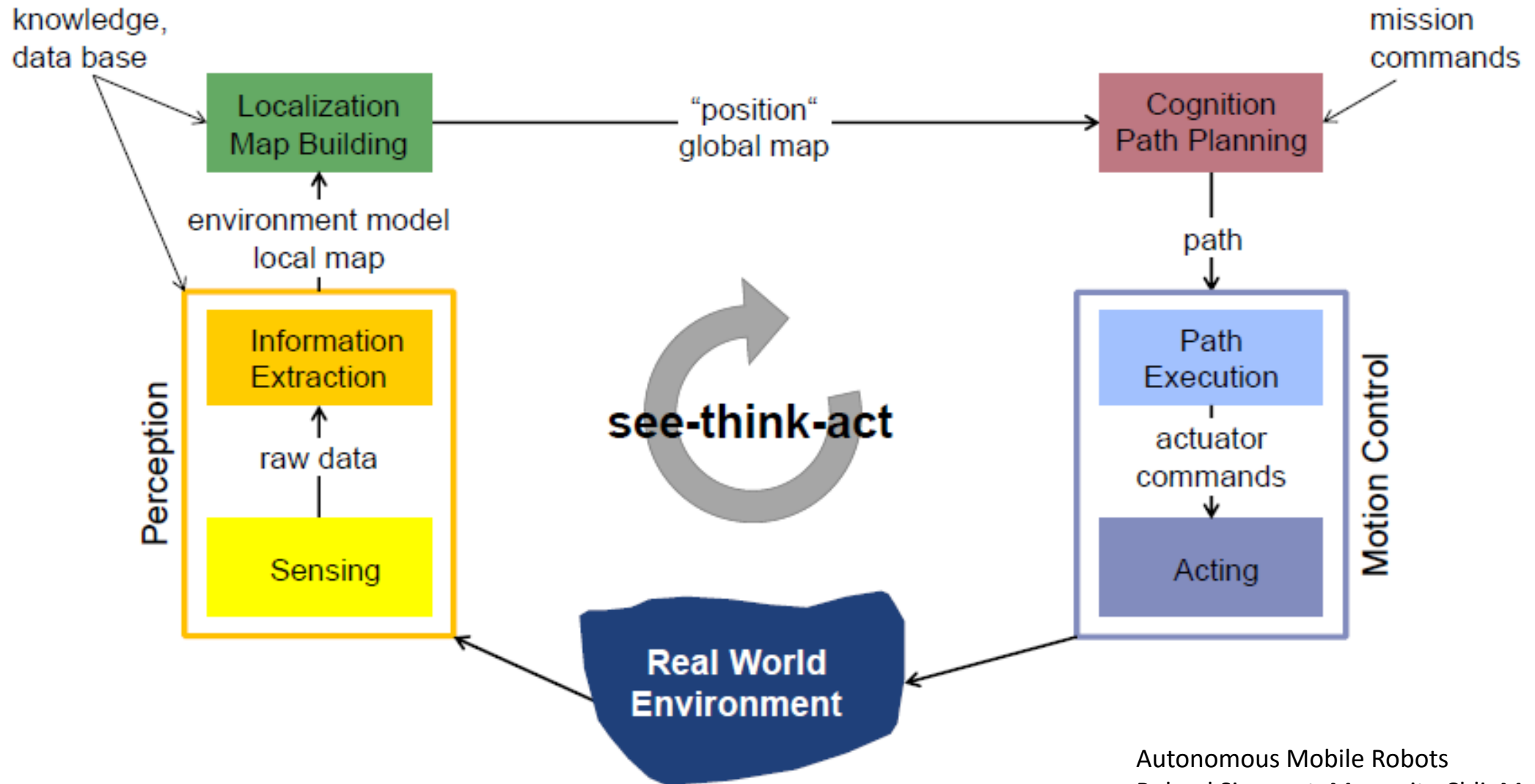
---

Per rispondere alle domande chiave un robot deve:

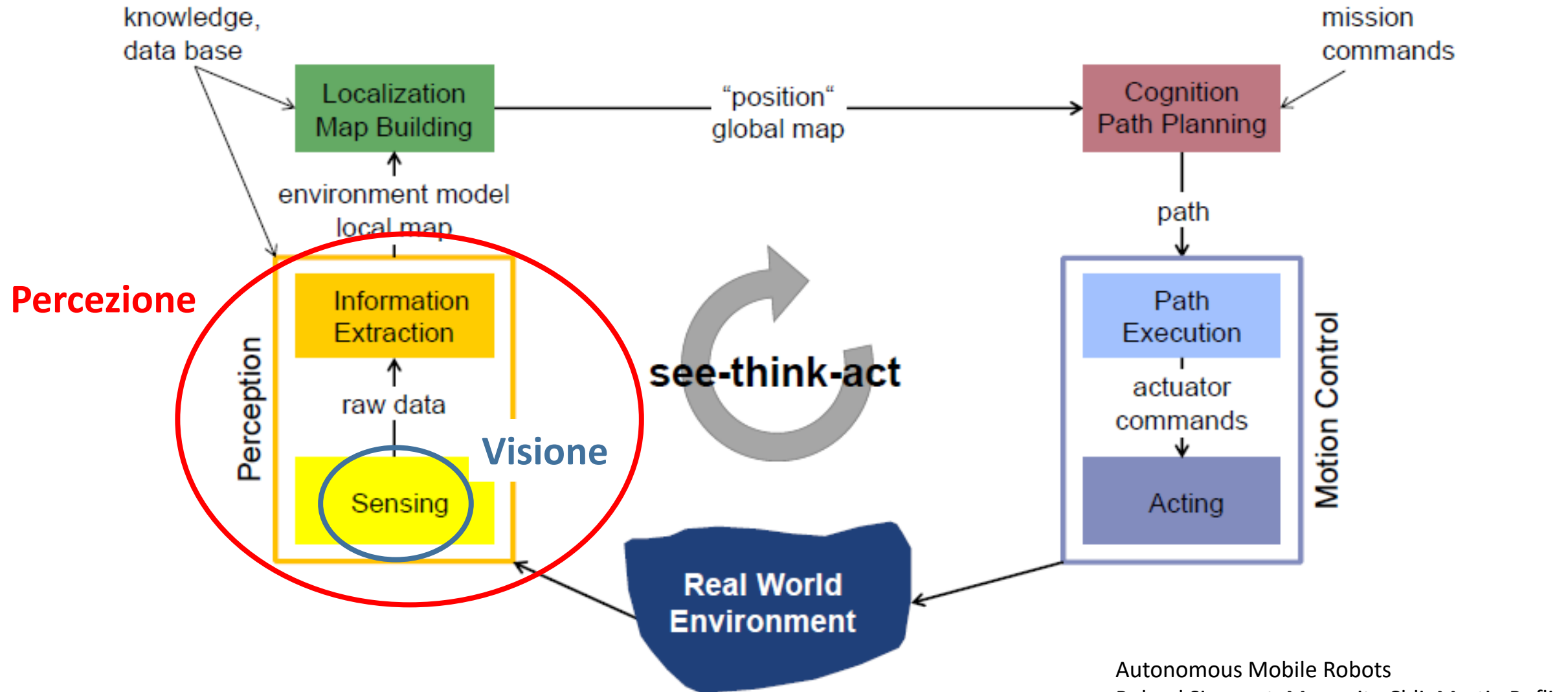
- Avere un modello dell'ambiente (*dato o da costruire*)
- Percepire ed analizzare l'ambiente
- Trovare la sua posizione nell'ambiente
- Pianificare ed eseguire il movimento



# See-Think-Act Cycle



# Visione e Percezione





# 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

---

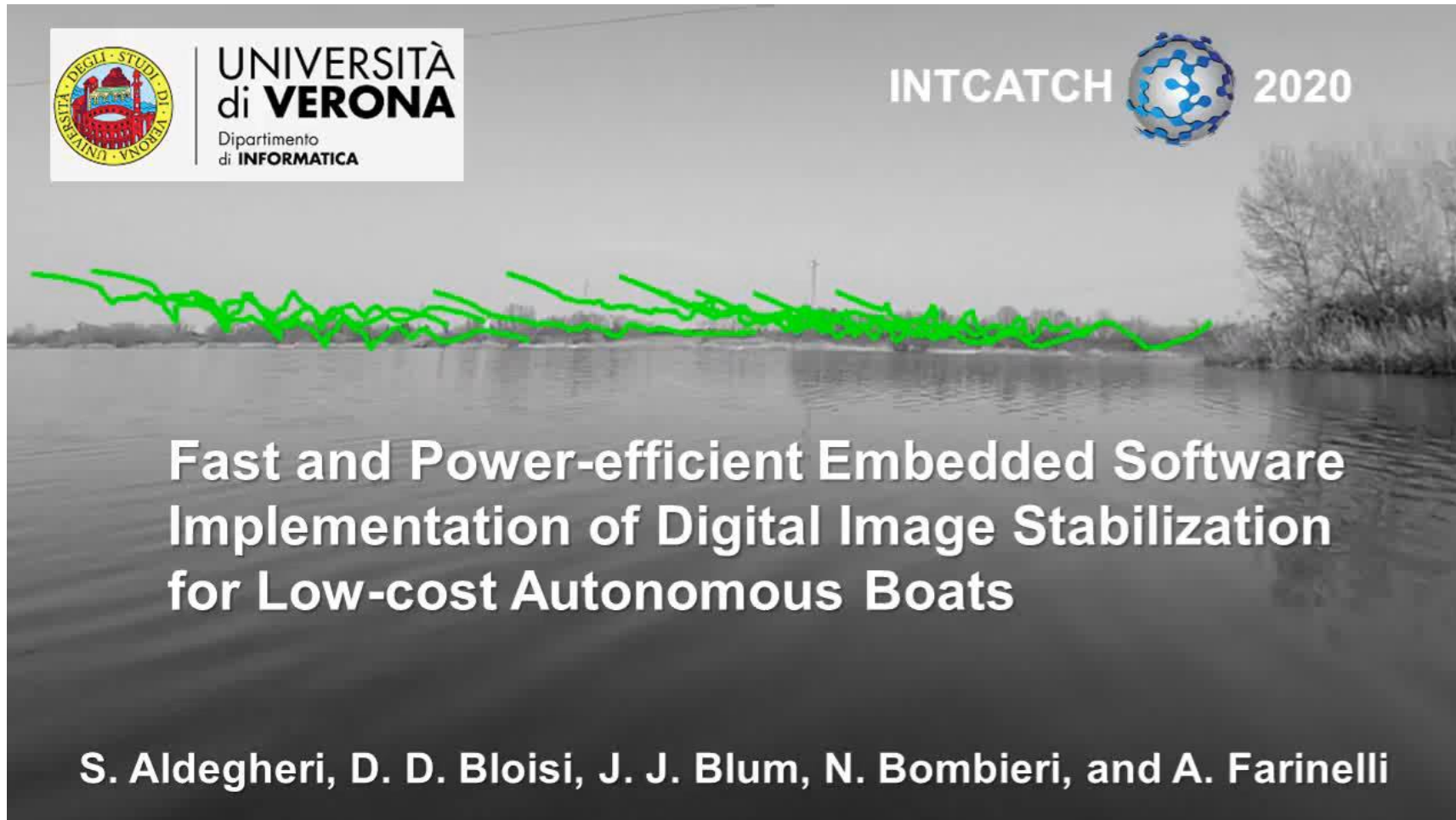
Detection e tracking di


- Corsie
- Segnali stradali
- Altri veicoli




# Pre-processing

---



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

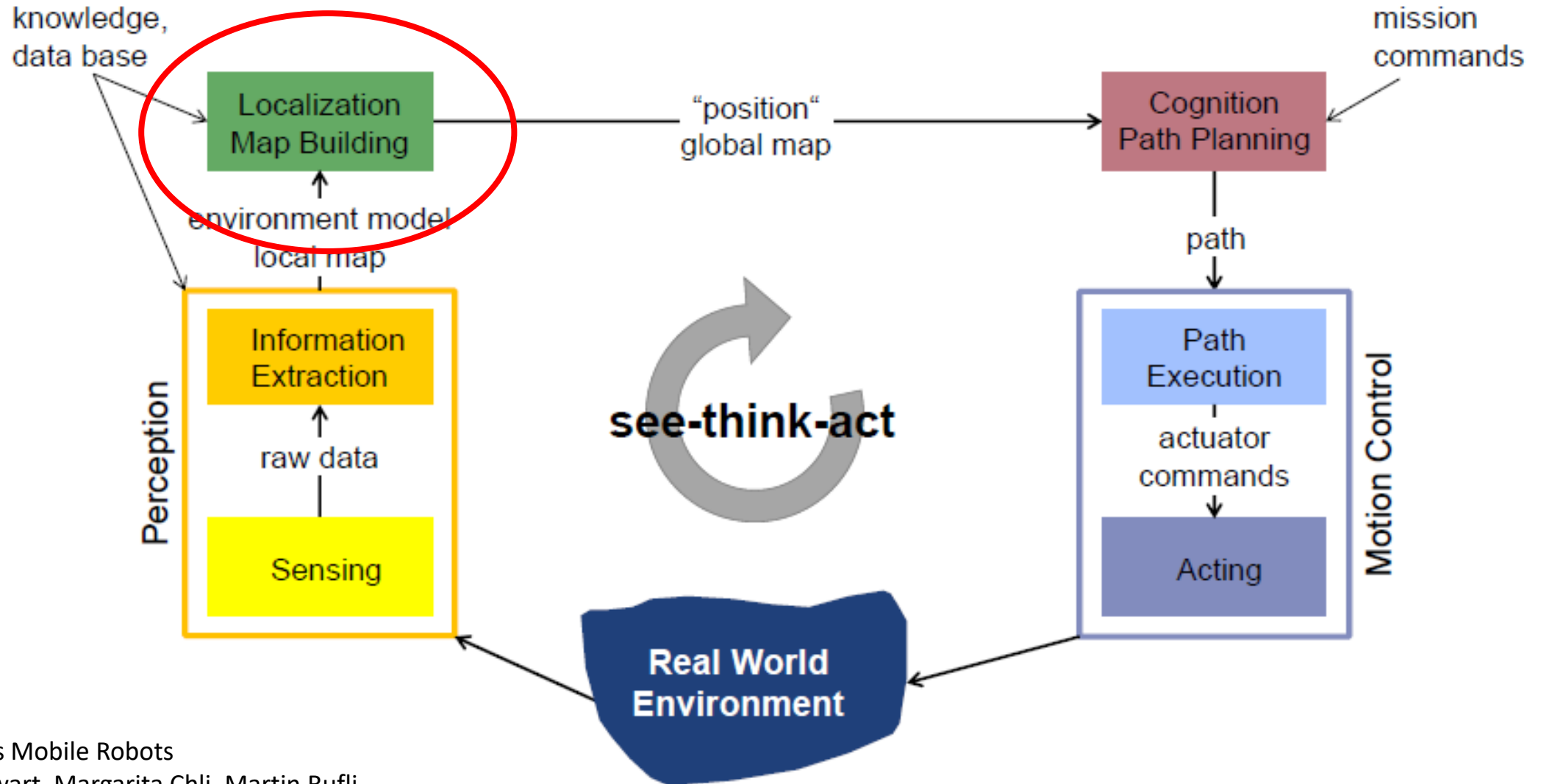
**INTCATCH**  **2020**

**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**

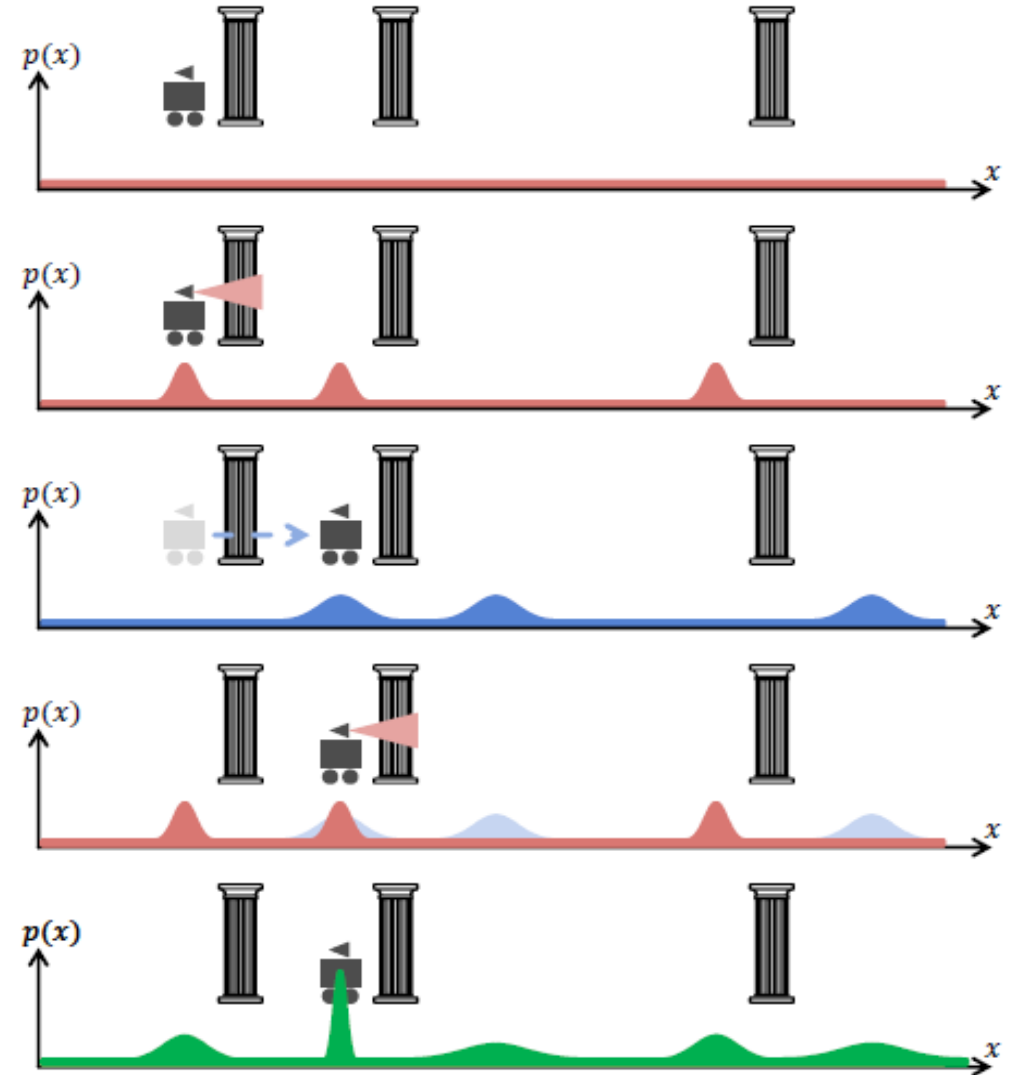
<https://youtu.be/IYvgRZzBBuQ>

# Localizzazione

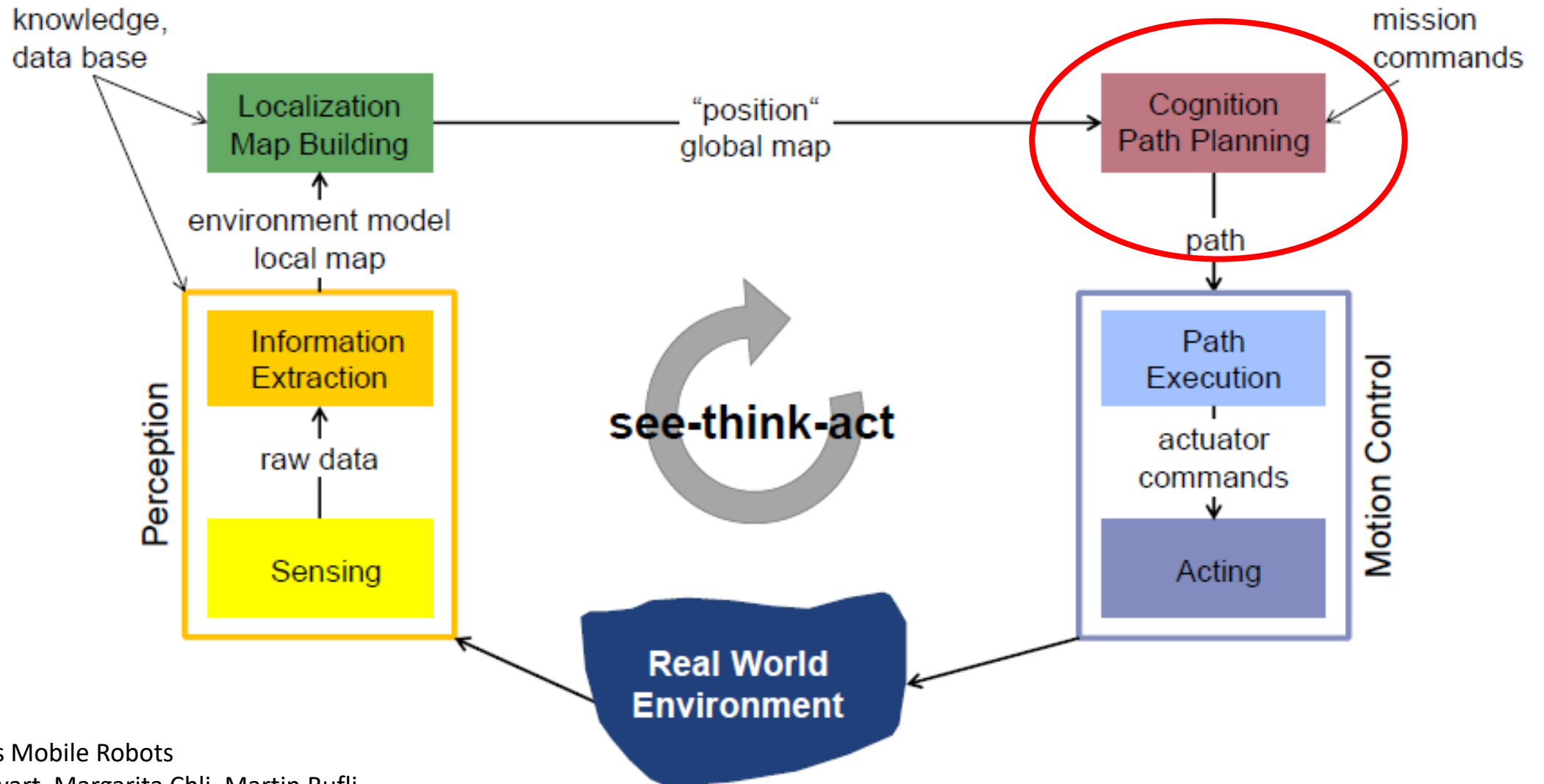


# Probabilistic robotics

- Situazione iniziale: nessuna informazione
- 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)

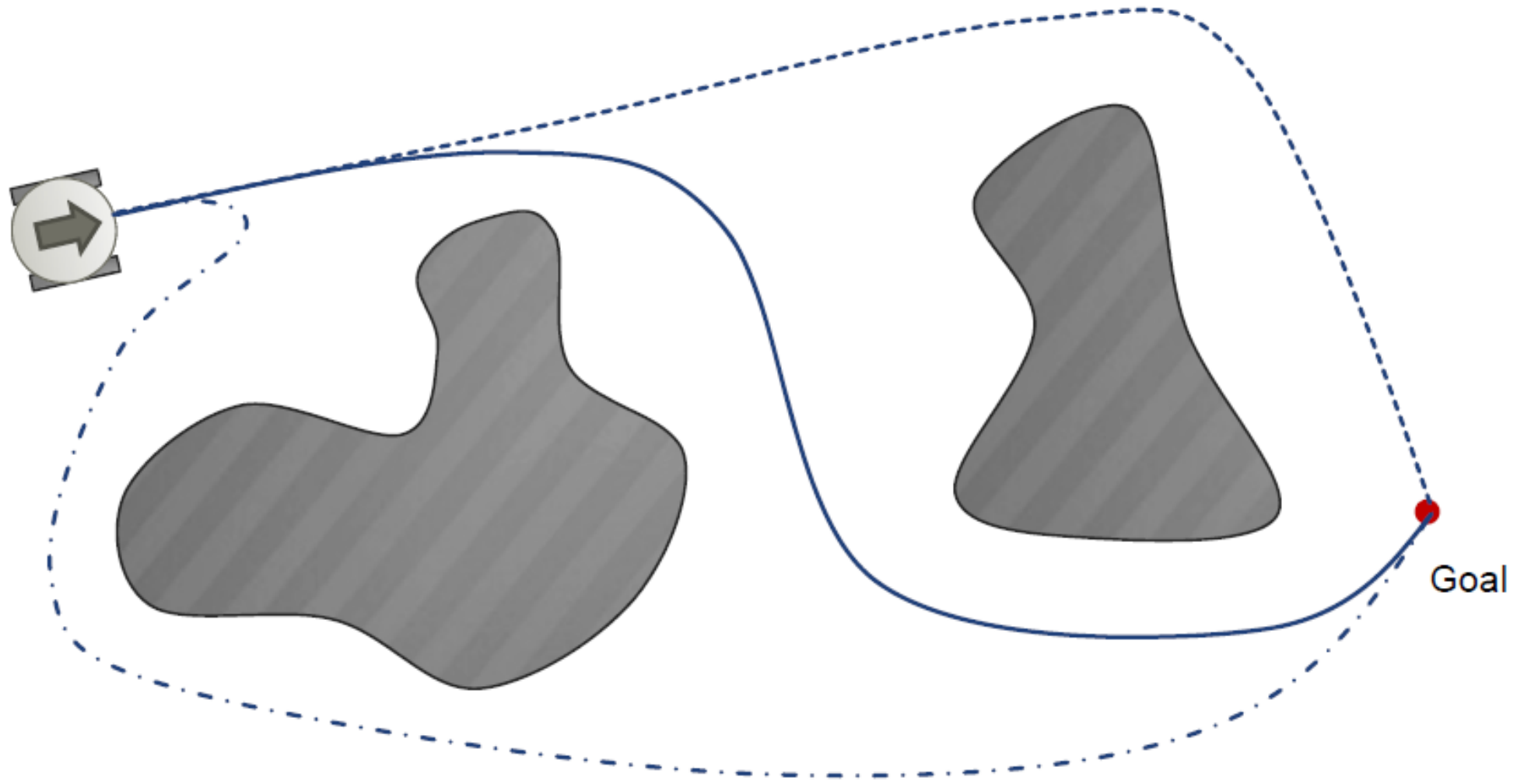


# Cognition & Planning



# Cognition

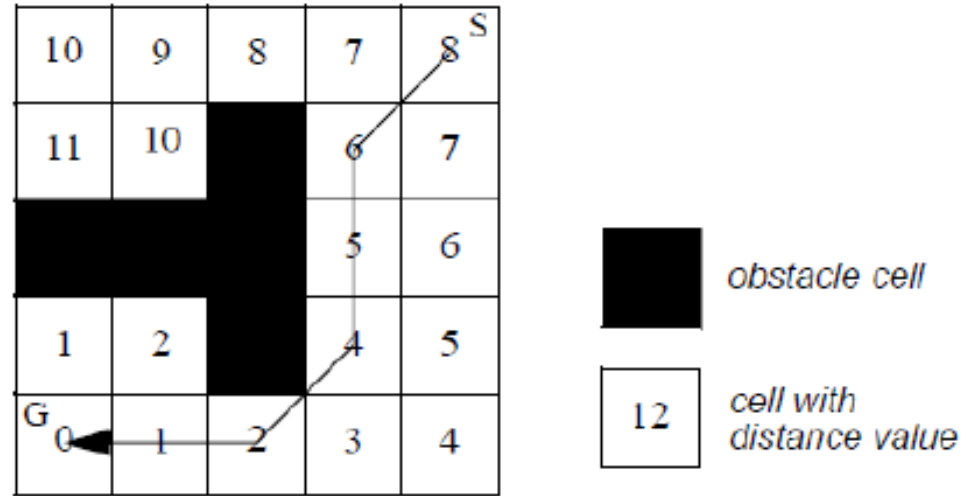
---



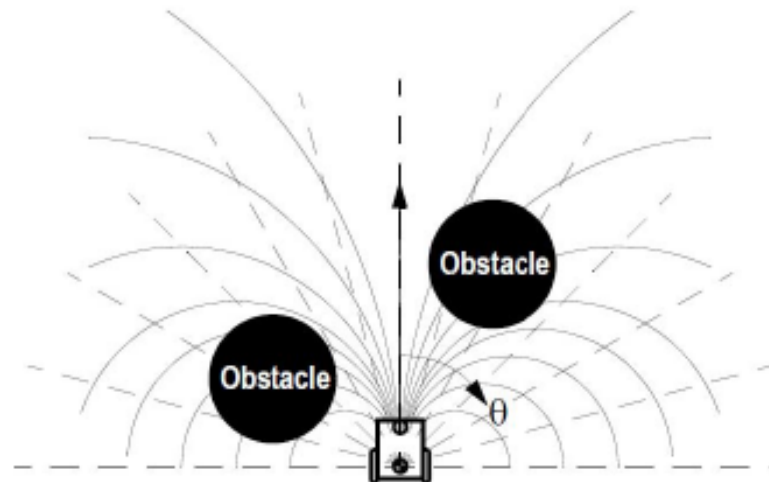


# Path Planning

- Global path planning
  - Graph search



- Local path planning
  - Local collision avoidance



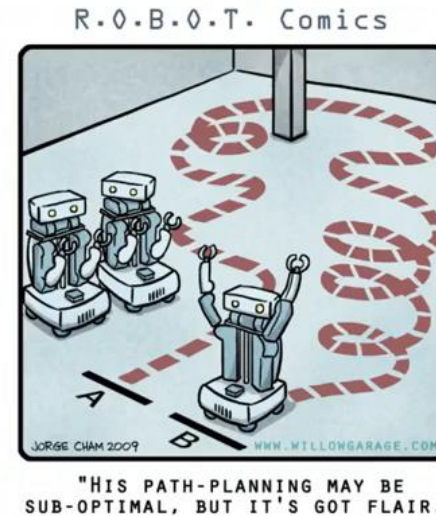
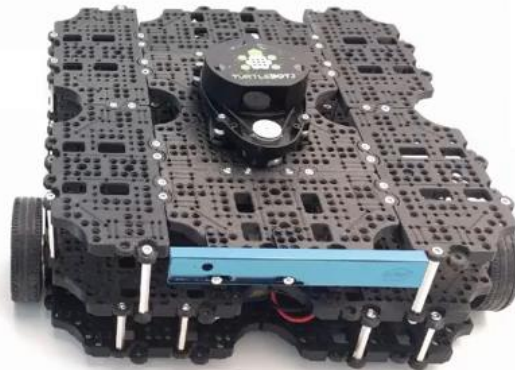
# Turtlebot 3 Navigation Example

---

TurtleBot3  
BURGER ↻



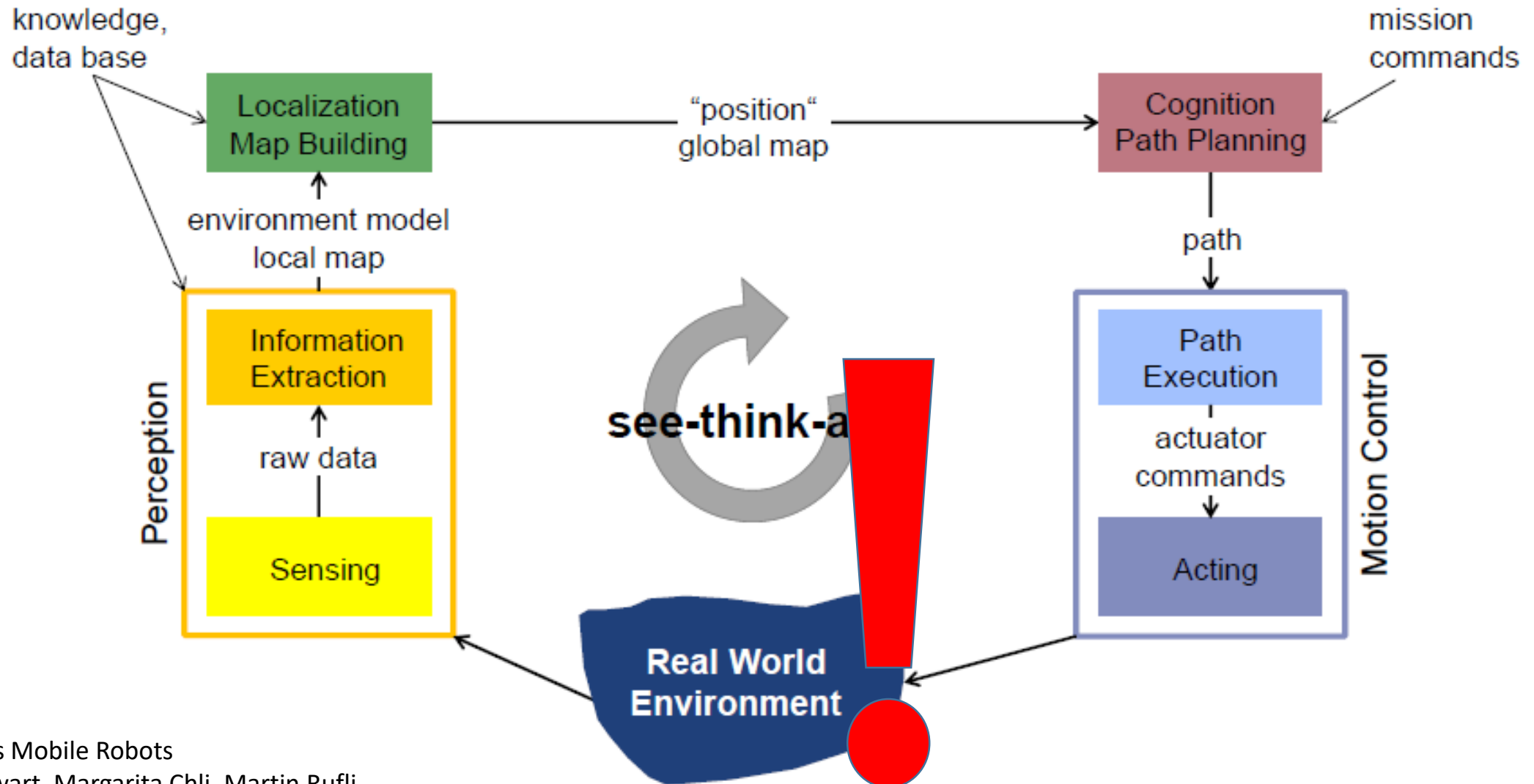
TurtleBot3  
WAFFLE ↻



**Navigation Demo**

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

# Reality is complex



# 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](http://spqr.diag.uniroma1.it)

The image is a promotional graphic for a machine learning project. It features a central photograph of a white humanoid robot on a soccer field. Overlaid on the image are several logos and text elements. In the top left is the SPQR Team logo, which depicts a stylized robot kicking a soccer ball. In the top right is the Sapienza University of Rome logo, a circular emblem with a bird-like figure and the text 'SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA'. The main title 'Machine Learning for Ball Detection' is written in large, bold, dark red letters across the center. At the bottom left, the text 'SPQR ROBOT SOCCER TEAM' is displayed in dark red. At the bottom right, the website address 'spqr.diag.uniroma1.it' is shown in dark red. The background of the image is a grayscale photograph of a soccer field with a goal and a ball.

<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](http://spqr.diag.uniroma1.it)

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

# SPQR Team @RoboCup2018



<https://youtu.be/ji0OmkaWh20>



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DELLA BASILICATA**

*Corso di Visione e Percezione*

# Introduzione

Docente:  
**Domenico Daniele  
Bloisi**

