



UNIVERSITÀ
di **VERONA**

Dipartimento
di **INFORMATICA**



Robotica 2019/2020: Progetti Finali

Diego Dall'Alba

Altair robotics lab

Department of computer science – University of Verona, Italy

Possibili Modalità Disponibili

- **Modalità 1:** Solo progetto finale (default)
- **Modalità 2:** prova di teoria + progettino finale+ elaborati laboratorio

Formula generale (vedi presentazione precedente):

$$V_f = 1 + (\alpha_m - 1) * 30 * (V_p / 100) + \alpha_m * 30 * (1 + C_p / 10) * (V_e / 100) + K_e$$

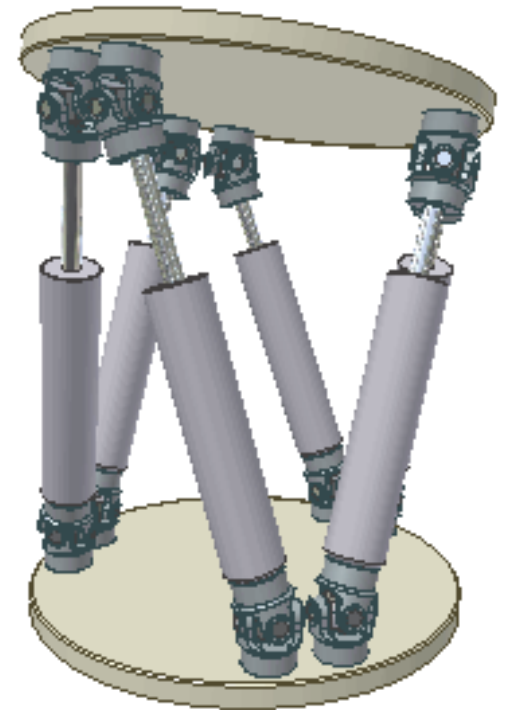
Vi ricordo che la modalità 1 prevede $\alpha_m = 1$ e che il progetto deve aver $C_p \geq 2$ (non viene considerato nella formula), la modalità 2 utilizza $\alpha_m = 0,5$ e $C_p \geq 0$

Se $C_p > 1$ il progetto può essere svolto in piccoli gruppi (max 3 persone), in tale caso il C_p complessivo del progetto viene diviso tra i membri:

Progetto con $C_p = 2$ svolto in coppia equivale a un progetto con $C_p = 1$ svolto singolarmente

Forward Kinematics of a Stewart Platform Mechanism

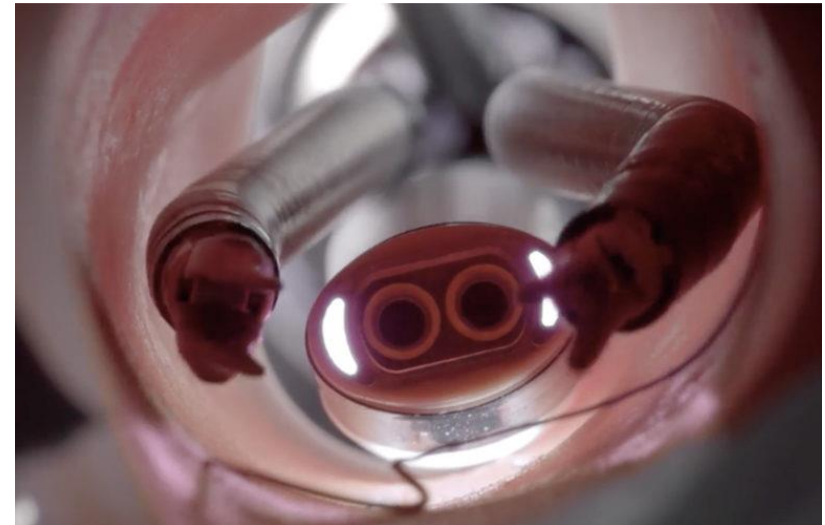
- Studio e Implementazione della cinematica diretta del robot parallelo «Piattaforma di Stewart»
- Python / C++ / Matlab
- Possibili estensioni con pianificazione di traiettorie specifiche (esempio movimento sinusoidale) nello spazio operativo (+1)



Detection and grasping of anatomical object in surgical robotics

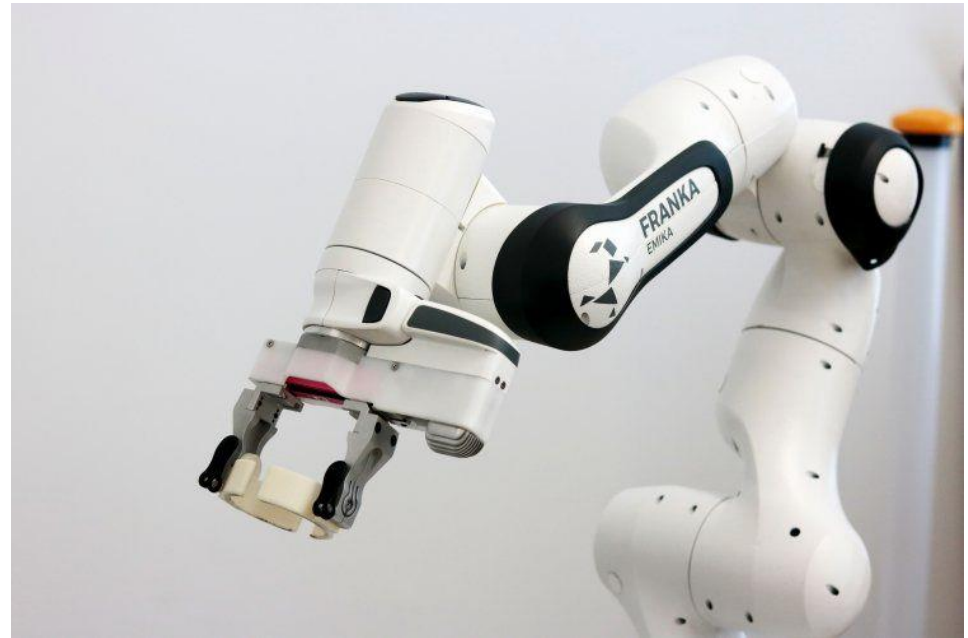
- Implementazione di una macchina a stati che gestisce la detection di un oggetto anatomico (es. catetere) e grasping con il Da Vinci, e quindi muovere il tool verso l'oggetto

Codice di riconoscimento già implementato.



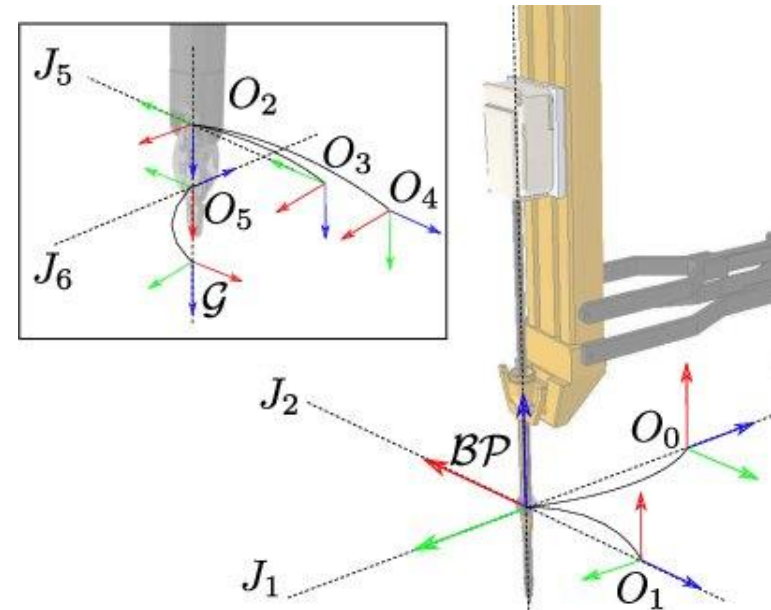
Grasp Pose Detection in Point Clouds (GPD)

- Studio del problema del grasping in robotica
- Test dell'algoritmo Grasp Pose Detection (GPD) e modellazione del gripper del panda per graspare oggetti semplici.
- ROS, moveit c++ / python



Soluzione in forma chiusa della cinematica inversa del braccio robotico PSM

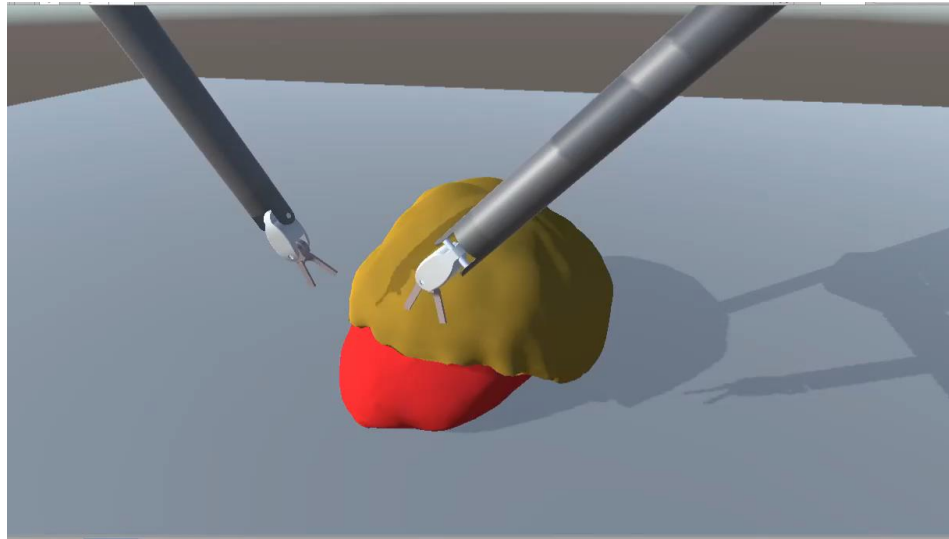
- Studio della cinematica diretta del manipolatore PSM
- Studio della cinematica inversa correntemente implementata (sol. iterativa)
- Soluzione geometrica/algebrica della cinematica inversa e implementazione in ROS
- Confronto tra implementazione proposta e quella originale.



Reference: A V-REP Simulator for the da Vinci Research Kit Robotic Platform

DOI: [10.1109/BIOROB.2018.8487187](https://doi.org/10.1109/BIOROB.2018.8487187)

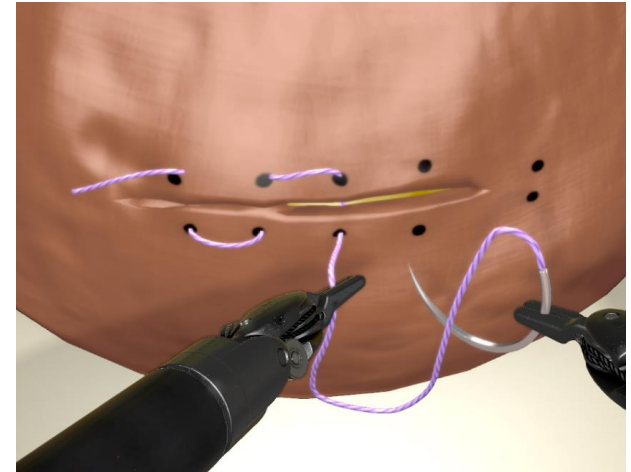
Implementazione di un algoritmo di asservimento visivo per robotica medica



- Studio dell'implementazione (idealmente in Python) di un algoritmo per il riconoscimento delle aree di interesse visibili (es. tumore)

Modellazione di ambienti complessi per l'addestramento in chirurgia robotica

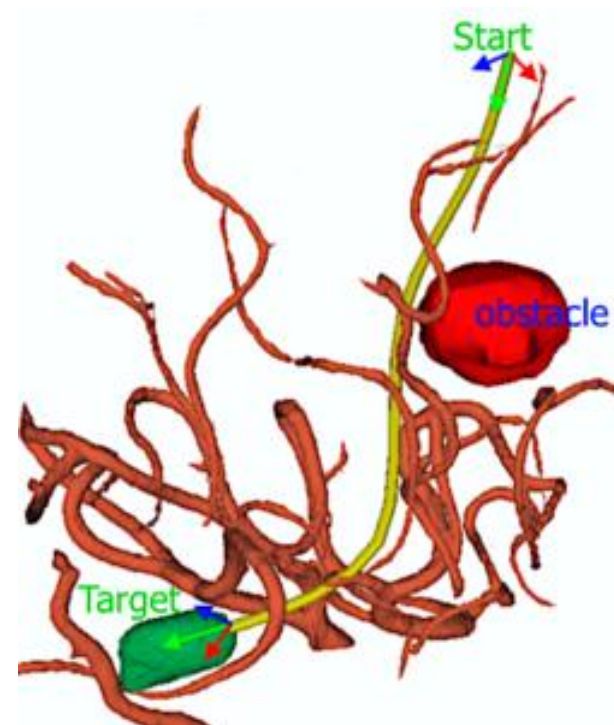
- Studio del framework Unity 3D e relativo editor
- Creazione di ambienti virtuali realistici utili per l'addestramento in chirurgia robotica
- Varie proposte disponibili con livelli di complessità crescenti



Reference:

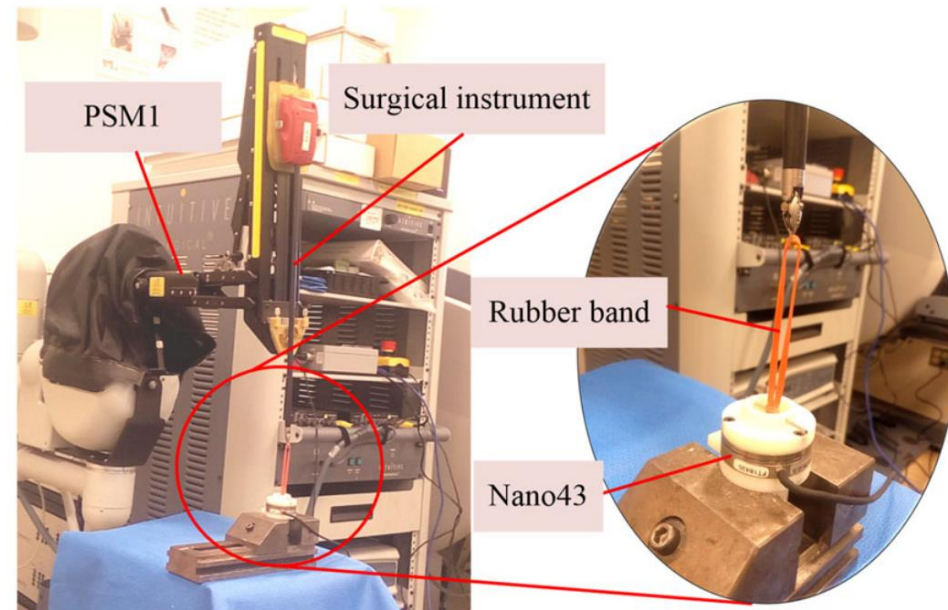
Modellazione cinematica di robot endoscopici «flessibili»

- Studio dei principali sistemi robotici endoscopici, in particolare del modello cinematico
- Implementazione in ROS del modello cinematico (diretto e inverso)
- Analisi del modello implementato in ambiente virtuale (V-Rep) o Unity 3D (+1)



Confronto con stima delle forze ottenute dal PSM con sensori ai giunti con un sensore di forza

- Studio del modello dinamico del manipolatore PSM per la stima delle forze di contatto con l'ambiente
- Acquisizione dati sperimentale tramite ROS per confronto tra valori di forza stimati e quelli di riferimento ottenuti da un sensore di forza discreto.



Confronto con stima delle forze ottenute dal Panda con sensori ai giunti con un sensore di forza



<https://youtu.be/1LhDXy95ycA>

- Studio delle caratteristiche tecniche del robot Panda, in particolare dell'algoritmo per la stima delle forze di interazione all'EE a partire dai sensori di coppia ai giunti
- Acquisizione dati sperimentale tramite ROS per confronto tra valori di forza stimati e quelli di riferimento ottenuti da un sensore di forza discreto.

Reference: A Methodology for Comparative Analysis of Collaborative Robots for Industry 4.0 <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8714830>

Ottimizzazione delle traiettorie del robot Panda per la scansione completa di una semisfera

- Studio delle caratteristiche tecniche del robot Panda, in particolare degli algoritmi disponibili per la pianificazione di traiettorie
- Sviluppo di un metodo che permetta la scansione di una semisfera, il cui raggio risulta variabile
- Verifica in simulazione
- + su robot reale (+1)



Progettazione e stampa 3d di un gripper soft



<https://www.youtube.com/watch?v=GgJt6vIbiso>

- Studio delle basi della robotica soft, con particolare attenzione ai gripper per la manipolazione di oggetti comuni
- Realizzazione di un prototipo utilizzando tecniche di stampa 3D o di molding con materiale siliconico
- Implementazione del relativo software di controllo in ROS per il controllo (+1)

Reference: A titolo esemplificativo

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7950912>

Progettazione e stampa 3d di un robot soft per ispezione industriale



<https://www.youtube.com/watch?v=XMVjn7bpF-Q>

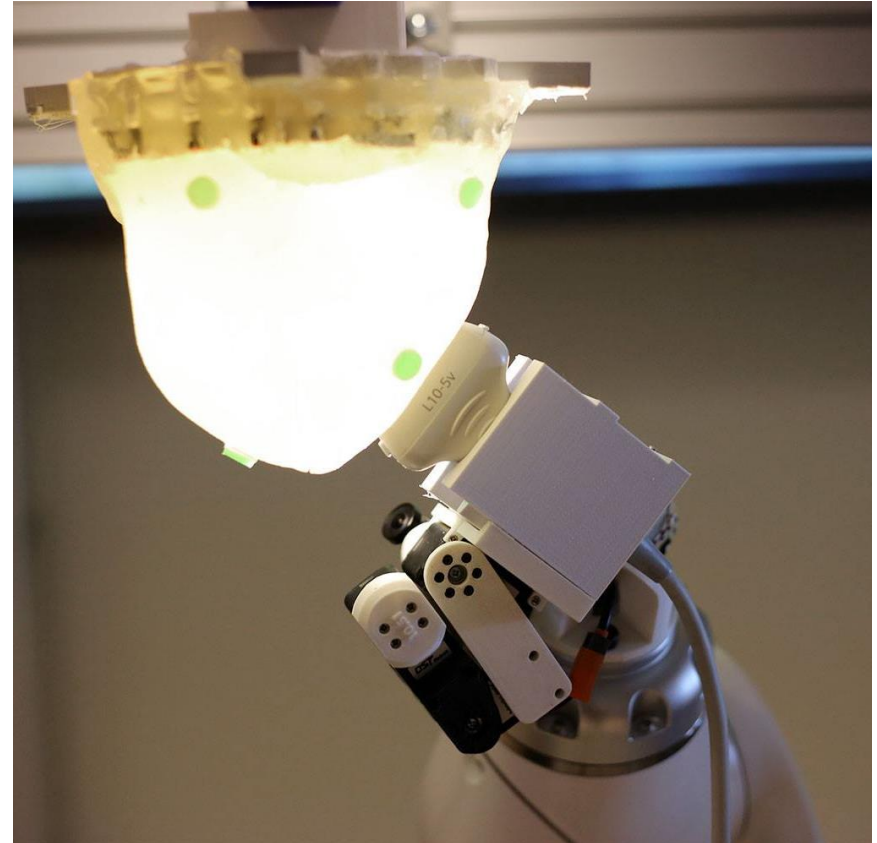
- Studio delle basi della robotica soft, con particolare attenzione ai robot compatti per il movimento di telecamere
- Realizzazione di un prototipo utilizzando tecniche di stampa 3D o di molding con materiale siliconico
- Implementazione del relativo software di controllo in ROS per il controllo

Reference: Miniaturized Version of the STIFF-FLOP Manipulator

https://www.riverpublishers.com/pdf/ebook/chapter/RP_9788793519718C18.pdf

Studio e implementazione di tecniche di asservimento visivo per la scansione ecografica assistita da robot

- Studio dei fondamenti di asservimento visivo, in particolare basato su immagini ecografiche
- Implementazione in ambiente simulato di una tecnica base per il riconoscimento e l'inseguimento di un'area di interesse
- Implementazione del relativo metodo di controllo in ROS



Confronto di diverse soluzioni per il fissaggio della sonda ecografica a un manipolatore

- Studio delle basi dell'acquisizione ecografica assistita da robot
- Studio delle caratteristiche tecniche del robot Panda, in particolare relativamente alla destrezza e allo spazio di lavoro
- Confronto dello spazio di lavoro effettivo relativo a diverse soluzioni per il fissaggio della sonda all'EE del manipolatore, utilizzando gli algoritmi disponibili per la pianificazione di traiettorie in ambiente simulato.



Calibrazione spaziale di un sistema per acquisizione ecografica assistita da robot

- Studio delle basi dell'acquisizione ecografica assistita da robot
- Studio e implementazione in ROS delle procedure di calibrazione spaziale dei sistemi di riferimento relativi al setup sperimentale:
- EE → immagine ecografica
- Base manipolatore → oggetto da scansionare

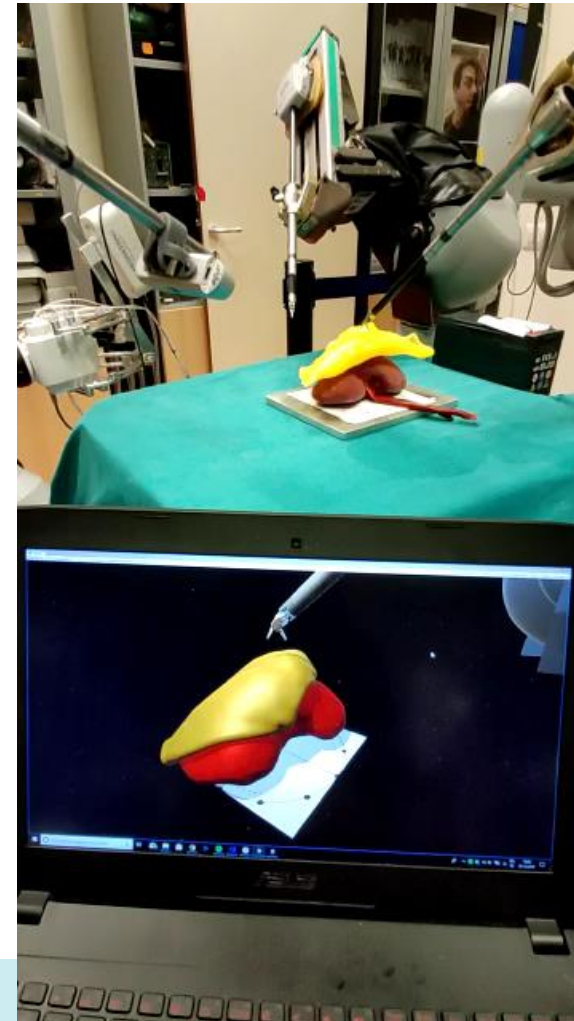


Optimization of elastic properties of an object based on force information from robot and visual deformation

Contesto: interazione robotica con ambienti deformabili → è utile avere un modello che descriva in modo realistico la deformazione dell'oggetto di interesse (pianificazione...)

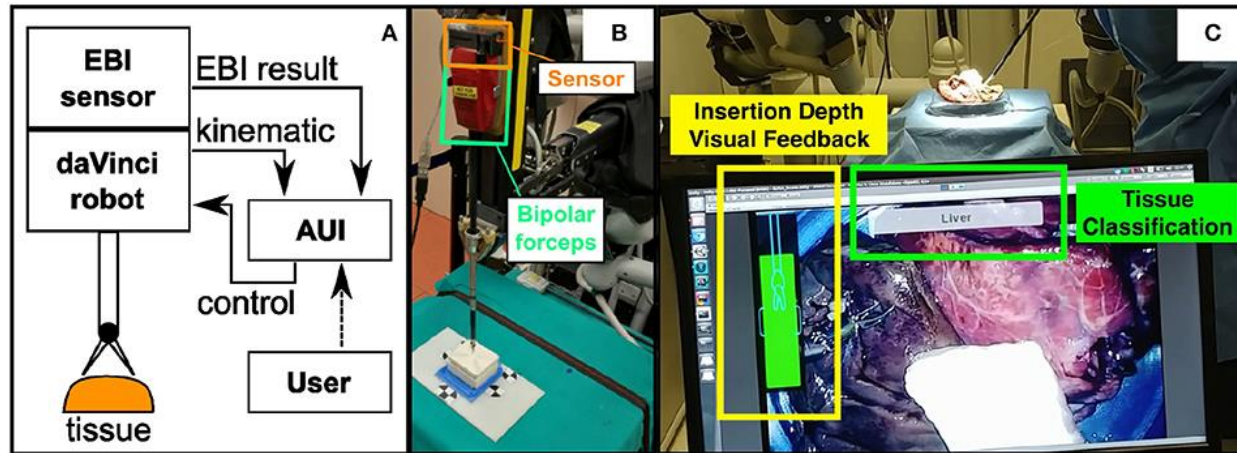
Obiettivo del progetto: identificazione dei parametri del modello che descrivano nel modo più realistico il comportamento dell'oggetto

Strumenti: modello di deformazione implementato nel framework SOFA. Identificazione dei parametri paragonando deformazioni simulate e deformazioni reali (ottenute da RGBD), per una data forza in input (sensore di forza del robot o esterno)



Reference:

Interazione con strutture anatomiche mediante sistema di misura di dell'impedenza elettrica

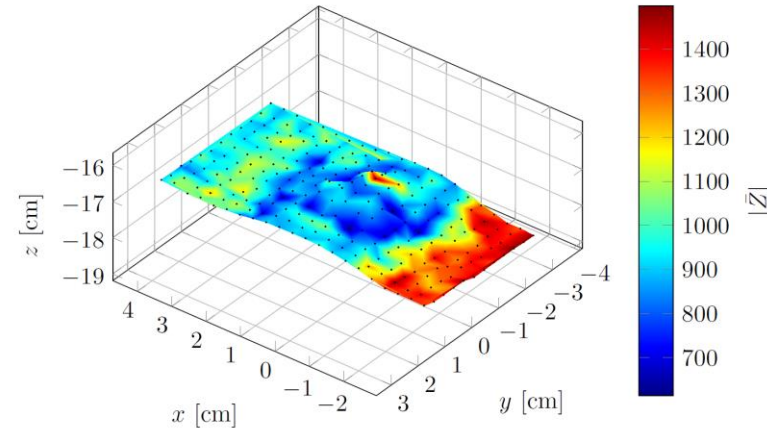


- Utilizzo di un sensore per il rilevamento dell'impedenza elettrica integrato nello strumento chirurgico per riconoscere eventi e tessuti/ aree
- Diversi progetti disponibili, possibilità di estensione con periodo all'estero presso SDU (Danimarca)

Reference:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2019.00055/full>

Scansione automatica assistita da robot per acquisizione e ricostruzione di mappe dell'impedenza elettrica



- Scansione della superficie per il riconoscimento di diverse parti del tessuto o di strutture anatomiche non visibili (esempio nervi o vasi)
- Fusione con dati video stereoscopici o con sensore RGBD,
- Ottimizzazione del pattern di scansione

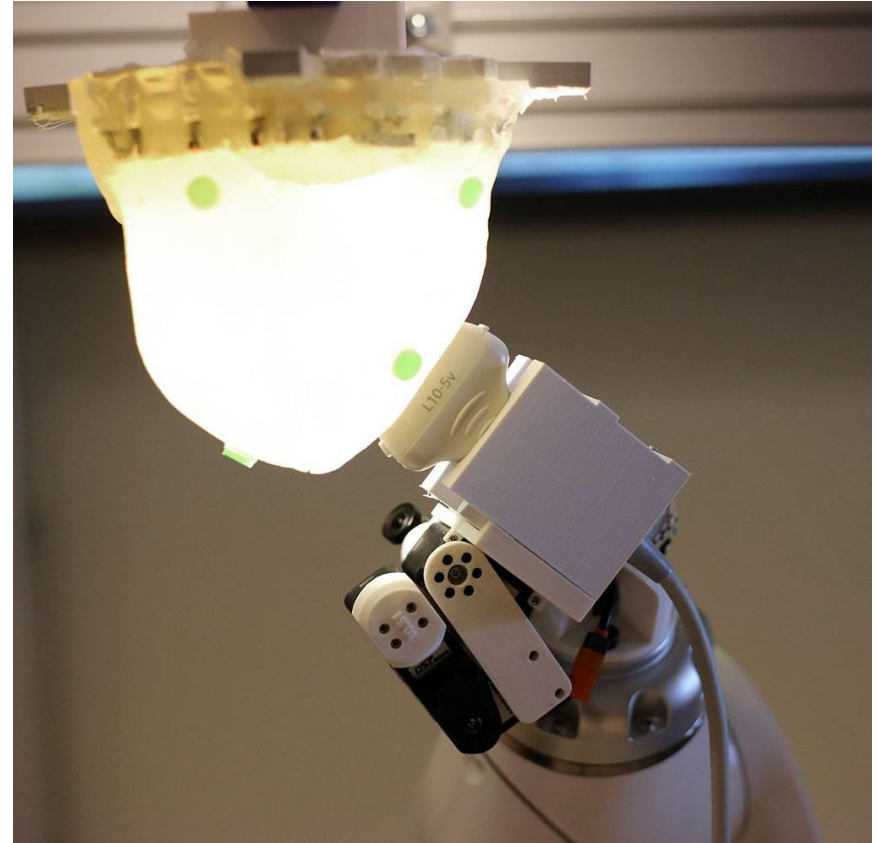
Possibilità di estensione con periodo all'estero presso SDU (Danimarca), idealmente con tesi

Reference:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2019.00055/full>

Sviluppo di una piattaforma per l'acquisizione ecografica assistita da robot

- Vedi progetti precedenti,
- richiesto studio e implementazione di algoritmi di controllo adatti all'interazione tra sonda (EE rigido) e oggetti deformabili.
- La piattaforma dovrà essere implementata in ROS



Active planning with mobile robots

- Riconoscimento di un oggetto di interesse semplice e/o marker con una camera RGBD, montata sullo youbot (reale o simulato)
- Planning del robot mobile per raggiungere l'oggetto di interessa



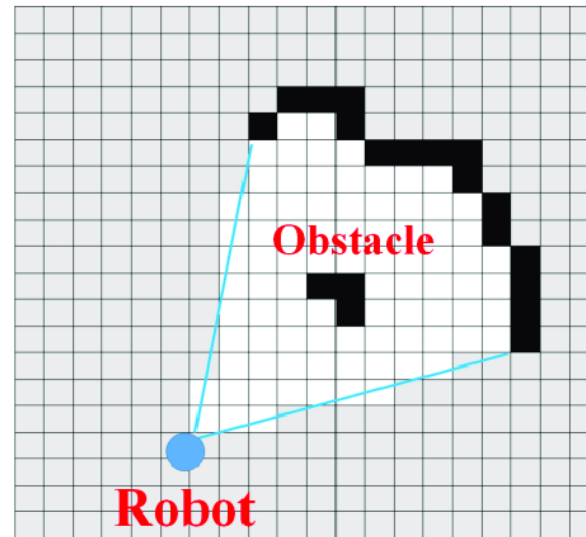
$C_p = 0$ *

* Possibile incremento di difficoltà, utilizzando un planner avanzato, oppure obstacle avoidance.

Autonomous localization for velocity obstacle

- Integrare nel codice del velocity obstacle (fornito da noi) una procedura automatica per la localizzazione degli ostacoli. Consiste nel trovare i vertici in un immagine 2D (occupancy grid)
- OpenCV C++

$C_p = 0$



Industrial interface for KUKA robot

- Implementare un'interfaccia per la raccolta dati di attività industriale con il robot KUKA.
- ROS C++

$C_p = 1$



Industrial interface for YUMI robot

- Implementare un'interfaccia per la raccolta dati bi-manuali di attività industriale con il robot YUMI.
- ROS C++ : $C_p = 1$
- Industrial software (ABB robotic studio) : $C_p = 0$



Algorithms for industrial task

- Algoritmi per l'assemblaggio di oggetti e la loro verifica in simulazione e sperimentale

$C_p = 1$

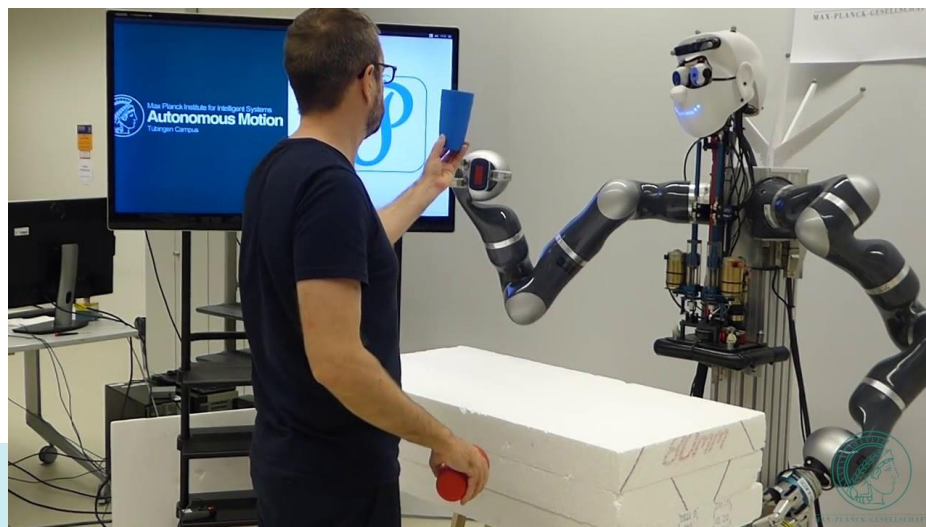
-
- Algoritmi per operazioni di assemblaggio bi-manuale (Peg in hole)

$C_p = 1$



Algorithms for industrial task

- Algoritmi per la cooperazione tra robot industriali
 $C_p = 1$
-
- Algoritmi di sicurezza per la robotica cooperativa
 $C_p = 1$

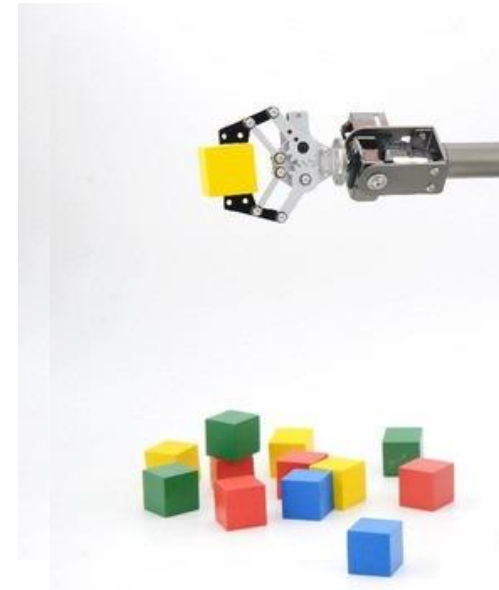


Finding Sub-behavioural networks from a randomly weighted Neural network without training

Recently, a study has demonstrated that a randomly weighted neural network contain subnetworks which achieve impressive performance without ever training the weight values.

The aim of this project is to solve the pick and place task by finding these sub-behaviours from a Resnet-like network, based on demonstrations. These sub-behaviours will act as modular controller for a hierarchical setup.

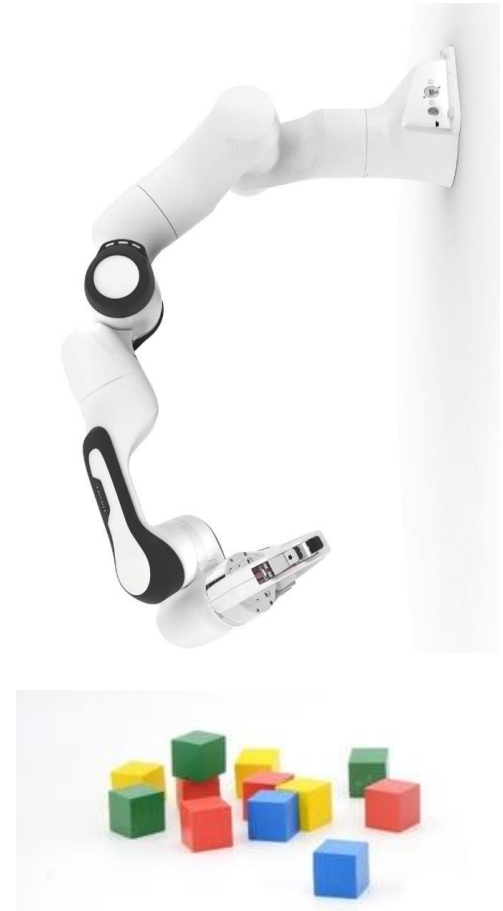
A top-level choreographer can further be created, based on standard RL architecture, to solve a variety of complex pick and place tasks by temporally arranging the modules.



Self-coordinating modular behaviour

The objectives of this project are as follows:

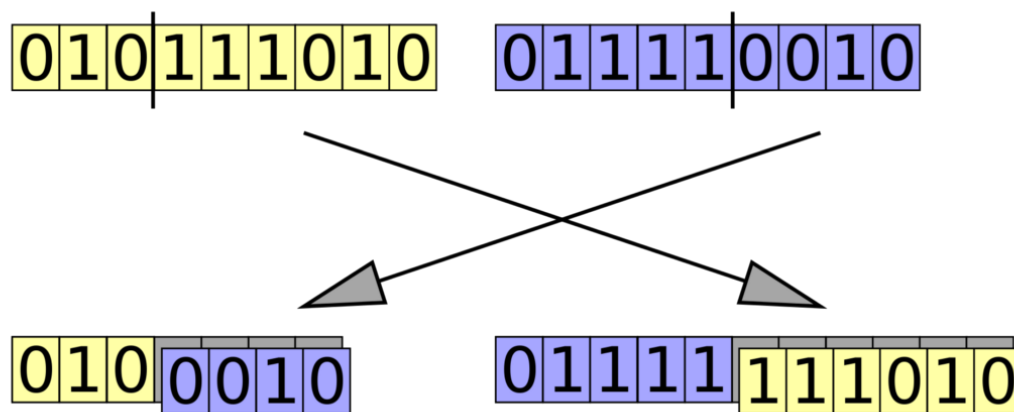
- a) Replicating state-of-the art RL methods on a real (Panda) like system, based on image-based serving.
- b) Replicating modular behaviour-based approach (from MS thesis) in a real (Panda like system)
- c) Incorporating Reinforcement learning loss to Behaviour loss function, such that the actions trained in the modules are better than the demonstrations provided.
- d) Self-coordinating behaviours: Instead of a centralised choreographer, idea of modular component controlling themselves need to be explored.



Reference: Master Thesis working in simulated environment

Behavioural Repertoire from Demonstrations for pick and place task: Evolutionary algorithms

This project will explore recent advances in evolutionary computation that have been shown to outperform traditional RL algorithms. The aim is to learn behavioural repertoires from demonstrations.



Reference: Justesen, Niels, et al. "Learning a Behavioral Repertoire from Demonstrations." *arXiv preprint arXiv:1907.03046* (2019).