



TECNICHE DI CONTROLLO MULTIVARIABILE

Possibili tematiche per Tesi di Laurea

Realizzazione di dispositivi per la simulazione biomedicale

- ➡ Progetto e realizzazione di un **simulatore polmonare**
 - ➡ Realizzazione di un dispositivo in grado di riprodurre fedelmente le dinamiche dell'apparato respiratorio, in condizioni normali e patologiche (es. **COVID-19**)
 - ➡ Possibilità di utilizzo accoppiato ad un **ventilatore polmonare** per terapia intensiva;
 - ➡ Campo d'utilizzo: addestramento di personale sanitario;
 - ➡ Tematiche connesse all'insegnamento: stima dello stato, schemi di controllo per il tracking di traiettorie desiderate;
 - ➡ Possibile estensione: progetto di un ventilatore polmonare low-cost per completare il sistema di simulazione.

Realizzazione di dispositivi per la simulazione biomedica



Ventilatore polmonare
per uso clinico

Simulatore polmonare
commerciale

Realizzazione di dispositivi per la simulazione biomedicale

- ➔ Progetto e realizzazione di un sistema di **projection-mapping** dinamico da applicare ad un manichino per la simulazione:
 - ➔ Proiettare dinamicamente sul manichino immagini e filmati durante una sessione di simulazione;
 - ➔ Tali proiezioni, rappresentative di realistici scenari medici (es. ferite, ematomi, strumentazione sanitaria) devono **inseguire il movimento** del manichino nello spazio tridimensionale, adattandosi agli spostamenti col minor ritardo possibile;
 - ➔ Scopo: arricchire la percezione visiva del manichino utilizzato in una tipica sessione di simulazione per l'addestramento di personale medico;
 - ➔ Tematiche connesse all'insegnamento: stima dello stato, filtro di Kalman.

Realizzazione di dispositivi per la simulazione biomedicale

➔ Possibili tool utilizzabili:

Hardware



Proiettore compatto a ottica corta
optoma ML1050ST



Camera RGB-D: Intel
Realsense d415

Software



Libreria che implementa i
maggiori algoritmi di Computer
Vision

Realizzazione di dispositivi per la simulazione biomedicale

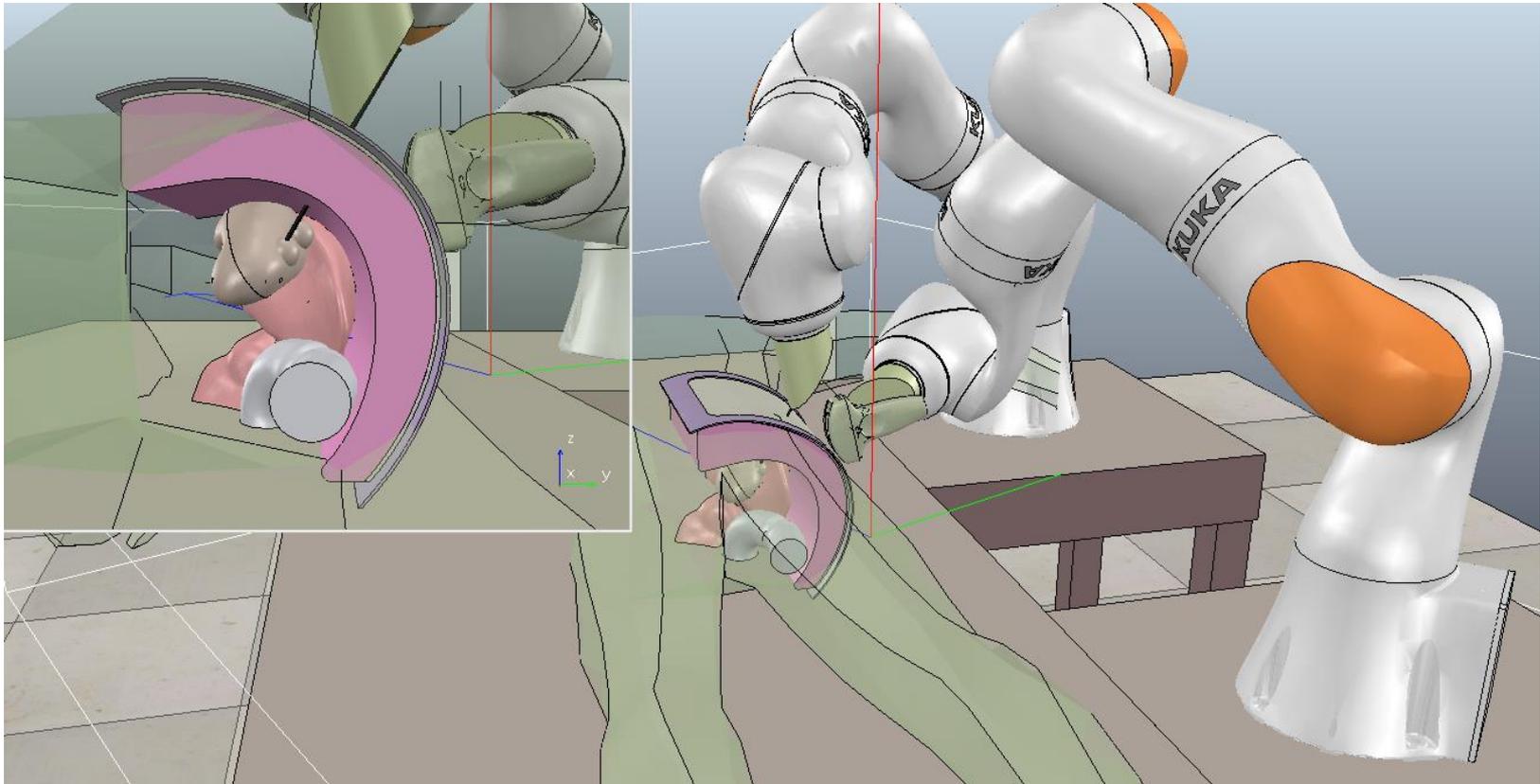
➡ Possibile azienda partner:

- ➡ Accurate S.r.l (Cesena): azienda attiva nel settore della simulazione biomedicale;
- ➡ Possibilità di tirocinio legato alla tesi (a seconda della disponibilità attuale dell'azienda)

Computer Vision per applicazioni di Robotica Chirurgica

- ➡ Progetto e realizzazione di un sistema di **tracking ottico** per una sonda ecografica:
 - ➡ Motivazione: nelle procedure chirurgiche ecoguidate è necessario conoscere con accuratezza la posa della sonda ecografica rispetto al paziente operato e rispetto al robot che esegue determinate azioni
 - ➡ Nel contesto clinico esistono sistemi di tracking (magnetici o ottici) di costo elevato
 - ➡ Il progetto si propone di realizzare un prototipo low-cost basato su algoritmi di stima **sensor-fusion** per fondere in modo opportuno i dati di sensori di natura diversa (telecamere RGB-D, sensori inerziali)
 - ➡ Tematiche connesse all'insegnamento: stima dello stato, filtro di Kalman

Computer Vision per applicazioni di Robotica Chirurgica

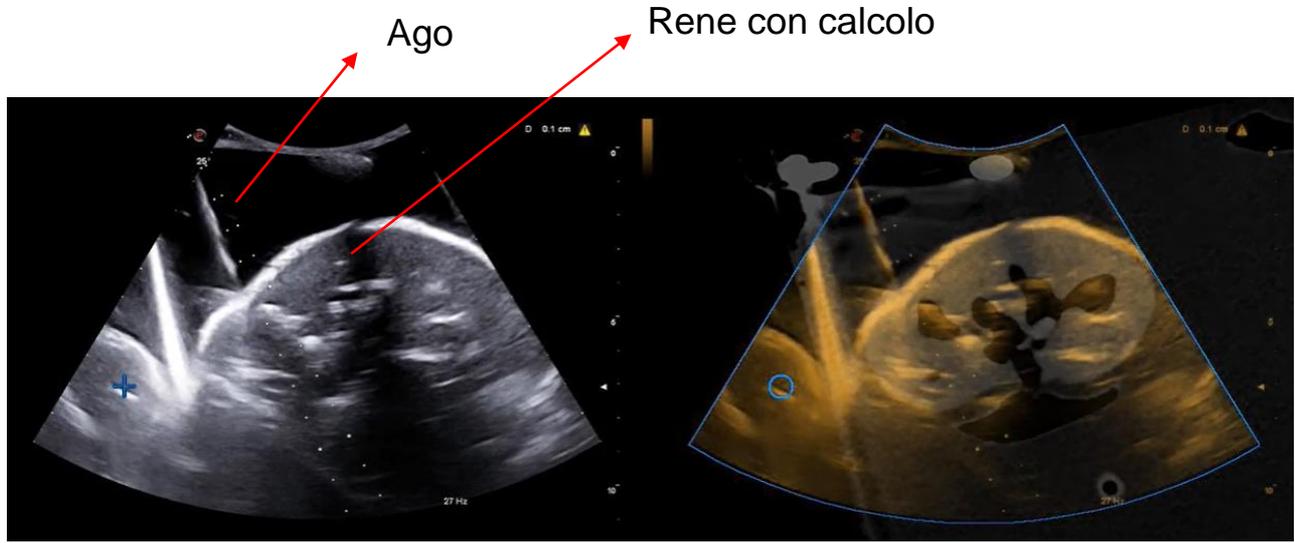


Simulazione di una scena di robotica chirurgica con procedura eco-guidata

Computer Vision per applicazioni di Robotica Chirurgica

- ➡ Algoritmi di tracking e stima della posa dell'ago nel contesto di procedure chirurgiche ecoguidate
 - ➡ Stimare posizione e orientamento dell'ago inserito nell'addome del paziente durante un intervento chirurgico, a partire da acquisizioni ecografiche
 - ➡ Possibile utilizzo di tale sistema al fine di guidare il robot durante l'intervento
 - ➡ Possibile estensione: realizzazione di un applicazione in realtà aumentata per migliorare la percezione visiva da parte del medico degli organi interni del paziente durante l'intervento
 - ➡ Tematiche connesse all'insegnamento: stima dello stato, filtro di Kalman

Computer Vision per applicazioni di Robotica Chirurgica



→ Realtà aumentata: modelli virtuali 3d sovrapposti alle strutture anatomiche reali

Skeleton Tracking per applicazioni di Robotica Collaborativa

- ➔ Algoritmi **sensor-fusion** per lo skeleton-tracking
 - ➔ Stimare posizione e orientamento dei giunti di un corpo umano in movimento (spalla, gomito, ginocchio...)
 - ➔ Sviluppare algoritmi di tracking basati sulla fusione dei dati provenienti da telecamere RGBD e sensori inerziali indossabili
 - ➔ Campo d'applicazione: robotica collaborativa, per cooperare con l'operatore e garantirne la sicurezza è opportuno che il sistema di controllo del robot conosca in modo accurato e in tempo reale posizione, velocità e accelerazione delle parti anatomiche dell'operatore col quale coopera

Skeleton Tracking



Skeleton tracking

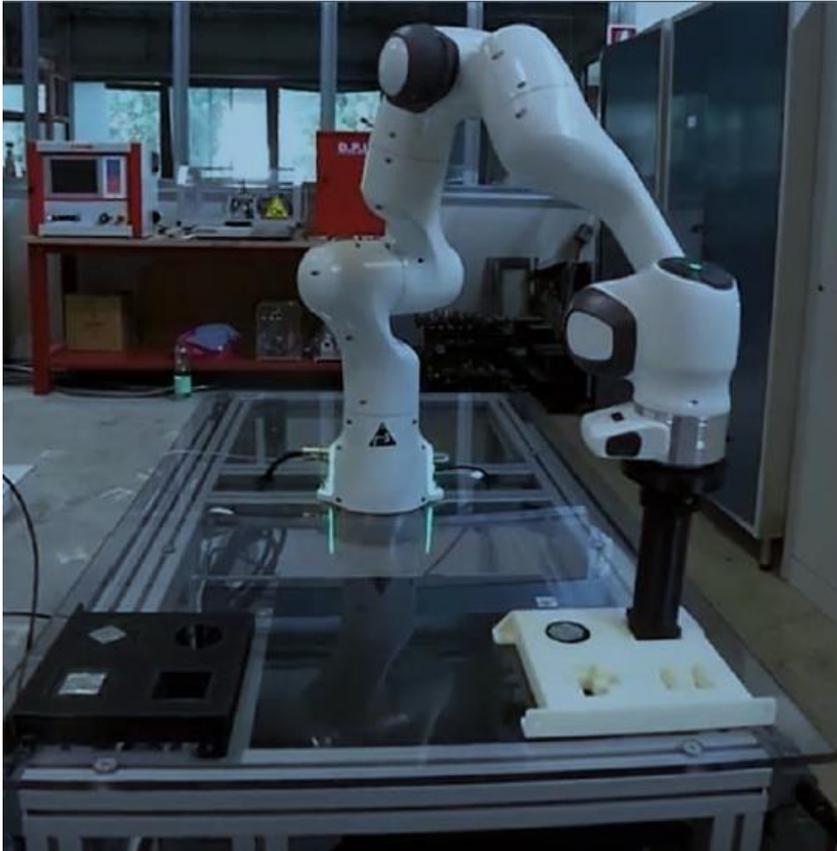


Camera RGB-D: Intel RealSense d415



Software per skeleton tracking basato su telecamere RGB-D

- ➡ Algoritmi di stima del carico movimentato da un manipolatore industriale collaborativo
 - ➡ Stimare in tempo reale massa, baricentro e tensore d'inerzia del carico movimentato da un manipolatore industriale
 - ➡ Tale informazione è fondamentale nell'implementazione di schemi di controllo che consentono la cooperazione tra robot e operatore
 - ➡ **Motion planning**: generazione di movimenti 'sicuri' da parte del robot nella procedura di stima del carico
 - ➡ Programmazione di architetture di controllo per il robot Franka-Emika, in ambiente **ROS** (Robot Operating System)



Franka Emika,
manipolatore industriale
collaborativo

 **ROS**
Robot Operating System