

## **Descrizione del progetto**

Il progetto SiMOD intende sviluppare un framework di manipolazione mobile multi-robot in grado di percepire e manipolare oggetti deformabili per applicazioni di interesse industriale basato su manipolatori collaborativi installati su piattaforme mobili.

L'obiettivo è di migliorare l'esperienza lavorativa diminuendo lo sforzo fisico e cognitivo dei lavoratori del settore manifatturiero in applicazioni che implicano la manipolazione di oggetti deformabili di dimensioni significative, tipo cavi elettrici, sacchetti di materiale sfuso o pacchi di materiale soffice, quindi non automatizzabili in maniera flessibile con le soluzioni tecnologie disponibile sul mercato.

Gli obiettivi tecnologici sono lo sviluppo e validazione ad un TRL 6 (Tecnologia dimostrata in ambiente industrialmente rilevante) di una tecnologia per la manipolazione mobile multi-robot, sviluppando ricerca industriale per lo studio e realizzazione di un prototipo dimostrativo da cui trarre le tecnologie abilitanti per la successiva realizzazione e commercializzazione di prodotti e servizi di manipolazione mobile di oggetti deformabili.

Il prototipo, costituito da due manipolatori mobili dotati di sistemi di visione per l'acquisizione ed analisi degli oggetti e degli scenari operativi, nonché di organi di presa adatti alle operazioni di percezione e manipolazione da svolgere, sarà reso disponibile come dimostratore presso una delle sedi del CIRI-MAM di Bologna.

### **Piano delle attività**

- Pianificazione offline della manipolazione bimanuale per oggetti deformabili

In questo task, considerando la mobilità degli organi di presa, si svilupperà un'innovativa strategia per pianificare la presa di oggetti deformabili. La presa sarà pianificata in modo da garantire la stabilità dell'oggetto preso e di massimizzare la manipolabilità dell'oggetto stesso, sia in termini di una possibile movimentazione che in termini di una chiusura dinamica di forza.

- Manipolazione bimanuale realtime con robot a base fissa

Sfruttando la stabilità e la manipolabilità dell'oggetto preso grazie ai risultati del punto precedente, si svilupperà un algoritmo di pianificazione del moto dell'oggetto nello spazio di lavoro. A partire dal moto desiderato per l'oggetto, si genereranno setpoint di posizione e di velocità per i punti in cui avviene la presa dell'oggetto deformabile.

- Algoritmi realtime di coordinamento e comanipolazione con robot su basi mobili

A partire dai setpoint di moto per i punti di presa ricavati per il caso di robot a base fissa, si genereranno i setpoint di moto per i manipolatori e per le basi mobili. Si svilupperà un controllore energy based per garantire il tracking dei setpoint e per garantire un comportamento sicuro e stabile dei manipolatori su base mobile durante la loro interazione dinamica con l'oggetto deformabile trasportato.

- Progettazione dei sistemi di manipolazione

In questo task si dovrà implementare un sistema di manipolazione mobile e collaborativo. Si definiranno la piattaforma mobile, il manipolatore e il sistema di presa per la manipolazione degli oggetti deformabili.

## Inglese

### Description of the project

The SiMOD project intends to develop a multi-robot mobile manipulation framework capable of perceiving and manipulating deformable objects for applications of industrial interest based on collaborative manipulators installed on mobile platforms.

The objective is to improve the work experience by decreasing the physical and cognitive effort of workers in the manufacturing sector in applications that involve the manipulation of deformable objects of significant dimensions, such as electrical cables, bags of loose material or packages of soft material, therefore applications that cannot be flexibly automated with the technological solutions available on the market.

The technological objective is the development and validation to a TRL 6 (Technology demonstrated in an industrially relevant environment) of a technology for multi-robot mobile manipulation, developing industrial research for the study and implementation of a demonstration prototype, from which drawing enabling technologies for the subsequent creation and marketing of products and services for the mobile manipulation of deformable objects.

The prototype, consisting of two mobile manipulators equipped with vision systems for the acquisition and analysis of objects and operational scenarios, as well as gripping elements suitable for perception and manipulation, will be available as a demonstrator at one of the CIRI-MAM locations of the University of Bologna.

### Activity plan

- Offline planning of bimanual manipulation for deformable objects

In this task, considering the mobility of the gripping organs, an innovative strategy will be developed to plan gripping of deformable objects. The grip will be planned in such a way as to guarantee the stability

of the gripped object and to maximize the manipulability of the object itself, in terms of both possible movements and dynamic force closure.

- Real time bimanual manipulation with fixed-base robots

By exploiting the stability and manipulability of the object granted by the previous point, an algorithm for planning the motion of the object in the work space will be developed. Starting from the desired motion of the object, position and velocity setpoints will be generated for the points where the deformable object is gripped.

- Real-time coordination and co-manipulation algorithms with robots on mobile bases

Starting from the motion setpoints for the gripping points obtained for the case of fixed base robots, the motion setpoints for the manipulators and for the mobile bases will be generated. An energy based controller will be developed to ensure setpoint tracking and to guarantee safe and stable behavior of the mobile-based manipulators during their dynamic interaction with the transported deformable object.

- Design of manipulation systems: In this task, a mobile and collaborative manipulation system will be implemented. The mobile platform, the manipulator and the gripping system for the manipulation of deformable objects will be defined.