

Titolo del Progetto

Packaging sensorizzato ed elettroadesivo

Abstract (Italiano)

L'industria del "packaging" nell'era moderna ricopre sempre di più aree di applicazione caratterizzate da elevati volumi di produzione e largo consumo, come ad esempio il settore primario o l'inscatolamento per le spedizioni del mercato on-line. Per mantenere un'evoluzione sostenibile di questa tendenza, sarà necessaria anche l'innovazione dei sistemi di impacchettamento e manipolazione di esso, sia per poter andare di pari passo con le nuove tecnologie, sia per garantire un minimo impatto ambientale. A tal fine, questo progetto ha lo scopo di progettare e realizzare sistemi di manipolazione e chiusura sensorizzata delle scatole utilizzate in questo settore, ad esempio la semplice scatola di cartone, attraverso dispositivi elettro-adesivi e sensori capacitivi. I primi permetteranno l'afferraggio dell'oggetto, mentre i secondi saranno disposti sull'oggetto per determinarne lo stato e dare la predisposizione alla manipolazione della scatola. Le attività da svolgere comprendono: ideazione e modellizzazione dei dispositivi, progettazione e ottimizzazione dei dispositivi, fabbricazione dei dispositivi, caratterizzazione sperimentale dei dispositivi e test dei dispositivi per la loro validazione in ambiente rilevante.

Research Project Title

Electro-Adhesive sensing Packaging

Abstract

The "packaging" industry in the modern era covers more and more application areas characterized by high production volumes and large energy/material consumption, such as the primary sector or packaging for online market shipments. However, to maintain a sustainable evolution of this trend, the innovation of packaging and handling systems will also be necessary, both to be able to go hand in hand with new technologies and to ensure a minimum environmental impact. This project aims to design and manufacture smart-sensing handling and closing systems for the boxes used in this sector, such as the simple cardboard box, thanks to electro-adhesion devices integrated by capacitive sensors. The former will allow the grasping of the object, while the latter will already be placed on the object to determine its state and as disposition for the box handling. The activities to be carried out include: device design and modeling, device design and optimization, device fabrication, experimental characterization of devices, and device testing for their validation in a relevant environment.

Progetto di ricerca

Le soluzioni maggiormente usate per il sollevamento e lo spostamento di oggetti come le scatole per l'impacchettamento dei prodotti, consistono in azioni manuali e utilizzano sistemi basati su nastro trasportatore. Per poter utilizzare dispositivi di afferraggio per movimentare questa tipologia di oggetti caratterizzati spesso da superfici fragili, deformabili e di forma variabile, un'azione di ritenzione è generalmente preferita a una forza di compressione. Le tecnologie per la generazione di azioni di ritenzione tra due superfici accoppiate possono essere basate su diversi principi fisici, come il vuoto, la magneto-adesione e l'elettro-adesione. Grazie al suo principio di funzionamento di attrazione elettrostatica, un dispositivo elettro-adesivo (EAD) genera delle forze di presa su qualsiasi tipologia di materiale. Infatti, l'interfaccia di presa di un EAD è composta essenzialmente da uno strato dielettrico integrato nella parte interna con due elettrodi che, quando soggetti a un potenziale elettrico, sono caricati da cariche elettriche di segno opposto. Applicando questo strato d'interfaccia dell'EAD su un oggetto da afferrare, si genera (in combinazione con l'attrito meccanico) una ritenzione elettrostatica dovuta: alle cariche-immagine indotte sulla superficie dell'oggetto aderente se questo ha proprietà elettriche conduttive; oppure, dovuta alla generazione di dipoli elettrici se la superficie dell'oggetto ha proprietà dielettriche. Tuttavia, poiché spazi d'aria irregolari sono sempre presenti tra le superfici accoppiate e poiché in natura non esistono materiali perfettamente dielettrici o conduttivi, il principio fisico fondamentale che regola la risposta pratica degli EAD non è facile da identificare e da modellare. Malgrado la fisica complessa e anche se le pressioni di ritenzione generate potrebbero essere inferiori a quelle prodotte dai sistemi a vuoto e magneto-adesivi, gli EAD sono condensatori elettrici ad attivazione elettrica e basso consumo energetico. In aggiunta, Grazie alla proprietà di elettrostaticità, un EAD può anche essere direttamente utilizzato come sensore di deformazione, prossimità e forza, rendendo così il dispositivo intelligente in quanto capace di auto valutare ed adattare con effetti minimi la sua applicazione sulla superficie di presa. Inoltre, un EAD è caratterizzato da flessibilità intrinseca e, eventualmente, deformabilità meccanica, con prestazioni quasi indipendenti dalla dimensione del dispositivo e con possibilità di funzionamento in una varietà di ambienti quali aria, liquidi e vuoto. In tale contesto, questo progetto riguarda la progettazione, la fabbricazione, la caratterizzazione sperimentale e la valutazione in ambiente rilevante di due tipologie di EAD per l'afferraggio di scatole di cartone da usare in modalità combinata. Uno d'applicare su sistemi di movimentazione e sollevamento come bracci robotici o nastri trasportatori, mentre il secondo, caratterizzato da una forma di realizzazione a film sottile compatta e leggera, direttamente sull'oggetto da prendere, entrambi integrati da proprietà sensoristiche di deformazione, prossimità e pressione di presa. L'attivazione combinata di questi due dispositivi garantirà una presa efficace e con prestazioni migliori rispetto al singolo dispositivo. Le attività da svolgere comprendono: ideazione e modellizzazione dei dispositivi, progettazione e ottimizzazione dei dispositivi,

fabbricazione dei dispositivi, caratterizzazione sperimentale dei dispositivi e test dei dispositivi per la loro validazione in ambiente rilevante.

Piano delle Attività

Il progetto si articola nelle seguenti attività:

A1) Concezione dei due dispositivi, che comprende:

- Generazione delle due architetture dei dispositivi.
- Sviluppo di un modello analitico semplificato per l'analisi preliminare delle architetture concepite
- Selezione dell'architettura più promettente sulla base di simulazioni numeriche fatte col modello analitico semplificato

A2) Progettazione del dispositivo, che comprende:

- Predisposizione di un modello elettro-meccanico accoppiato di tipo agli elementi finiti (FEM)
- Utilizzo del modello FEM predisposto per effettuare l'ottimizzazione parametrica dei due dispositivi singoli e in combinazione tra loro.
- Calcolo delle prestazioni ottenibili dai due dispositivi ottimizzati nell'ambiente FEM

A3) Valutazione della procedura di fabbricazione dei dispositivi, che comprende:

- stampa a getto di inchiostro, trattamento plasma a bassa pressione e deposizione di film sottile mediante applicatore a lama;
- sola deposizione di film conduttivo e dielettrico mediante applicazione a lama;
- deposizione separata dei film conduttivo e dielettrico mediante applicazione a lama, taglio laser e trattamento plasma a bassa pressione;

A4) Caratterizzazione sperimentale dei due dispositivi fabbricati, che comprende:

- Progettazione del banco di prova per la caratterizzazione sperimentale
- Realizzazione del banco di prova e sviluppo del relativo sistema di controllo
- Esecuzione delle prove di caratterizzazione sperimentale, sia singolarmente su ogni dispositivo, sia in maniera combinata.

L'esecuzione di queste attività è prevista secondo il cronoprogramma qui sottoindicato:

- Attività A1: le attività iniziano al 1° mese e terminano al 4° mese.
- Attività A2: le attività iniziano al 3° mese e terminano al 8° mese.
- Attività A3: le attività iniziano al 7° mese e terminano al 10° mese.
- Attività A4: le attività iniziano al 9° mese e terminano al 12° mese.