

## **Programma del Corso di Percezione Robotica, A.A. 2008/2009**

Università di Pisa, Corso di Laurea Specialistica in Informatica e Corso di Laurea Specialistica in Tecnologie Informatiche

Docente: Cecilia Laschi, Scuola Superiore Sant'Anna

### **A. Modulo Introduttivo**

#### ***Introduzione alla biorobotica***

Definizione del settore: definizioni di robotica, robotica industriale e di servizio, embodiment e embodied intelligence, biorobotica, robotica bioispirata e biomimetica, robotica per applicazioni biomediche, con esempi di sistemi prototipali o commerciali.

Schema di un sistema robotico tipico.

### **B. Modulo di Fondamenti di Robotica e di Controllo**

#### ***Fondamenti di meccanica e cinematica dei robot***

Fondamenti di meccanica: definizione di manipolatore industriale, di spazio dei giunti e spazio operativo.

Fondamenti di cinematica: definizione di cinematica e problemi di cinematica diretta ed inversa, rappresentazione di Denavit-Hartenberg.

#### ***Sensori per la robotica: sensori di posizione, di distanza, di prossimità e di forza***

Definizione di sensore e di trasduttore, classificazione dei trasduttori, proprietà principali dei sensori: funzione di trasferimento, calibrazione (taratura), linearità, isteresi, accuratezza, ripetibilità, risoluzione, sensibilità, sensibilità al rumore, vita utile, stabilità.

Funzione dei sensori nei robot e classificazione dei sensori artificiali.

Sensori di posizione: switch, encoders, potenziometri, sensori a effetto Hall.

Misurazione della distanza: triangolazione, tempo di volo.

Sensori di prossimità: sensori a ultrasuoni e a infrarossi.

Sensori di forza: effetto piezoresistivo e strain gauge, sensori di forza/coppia.

#### ***Fondamenti di controllo dei robot***

Controllo del moto di un giunto: schema di una unità di controllo di un giunto, problema del controllo del moto di un giunto, controllo ad anello chiuso, controllo PID.

Controllo del moto di un manipolatore: pianificazione delle traiettorie, definizione e schema del controllo del moto nello spazio dei giunti, definizione e schema del controllo del moto nello spazio operativo, definizione di cinematica differenziale e Jacobiano, singolarità cinematiche.

#### ***Architetture per la pianificazione del comportamento nei robot***

Definizione dei concetti di autonomia e supervisione di un robot, controllori di basso ed alto livello.

Paradigmi per la supervisione dei robot: architetture gerarchiche, reattive ed ibride, caratteristiche, principi di funzionamento, vantaggi e svantaggi.

Esempi di architetture gerarchiche (Nested Hierarchical Controller) e di architetture reattive (veicoli di Valentino Braitenberg, architettura Subsumption di Brooks).

## C. Modulo di Percezione Attiva

### ***Il tatto nell'uomo ed i sistemi sensoriali tattili artificiali.***

Definizione di percezione aptica, sensori esterocettivi e propriocettivi nell'Uomo, concetti di organo sensoriale distribuito e di percezione attiva, neurofisiologia dei principali recettori tattili, funzionalità del polpastrello e suo ruolo nel controllo della presa, cenni sulle vie afferenti somatiche.

Sensori tattili artificiali: switch, array di switch, sensori piezoresistivi, ottici, e magnetici, con esempi di sistemi prototipali o commerciali.

Fondamenti di elaborazione tattile: procedure esplorative e tecniche di base per il riconoscimento di oggetti.

### ***Visione nell'uomo e visione robotica***

L'occhio e la retina, fotorecettori: coni e bastoncelli, rilevamento di elementi di base nell'immagine: contorni, colori. La proiezione dell'immagine sulla corteccia cerebrale.

I movimenti oculari.

Definizioni di immagine digitalizzata, connettività e distanza.

Tecniche di pre-elaborazione (early processing): filtraggio, rilevamento di bordi, sogliatura.

Tecniche di segmentazione: rilevamento e rappresentazione di contorni.

Principi di base di visione stereoscopica.

Fondamenti di visione retinica: immagini retiniche e proiezioni log-polari, tecniche di elaborazione di immagini retiniche, controllo dei movimenti oculari sulla base di immagini retiniche.

### ***Sistema vestibolare umano e sistemi vestibolari nei robot***

Cenni sull'anatomia e la fisiologia del sistema vestibolare umano.

Accelerometri e giroscopi, esempio di sistema vestibolare artificiale.

## D. Modulo di Applicazioni ed Esercitazioni

### ***Esercitazione con un robot umanoide per edutainment***

Descrizione del robot e delle sue funzioni, analisi delle caratteristiche hardware e software, esercitazione con la programmazione del robot.

### ***Esercitazione sulla programmazione di microcontrollori***

Descrizione generale dei microcontrollori e descrizione dell'architettura tipica.

Principi fondamentali della programmazione di un microcontrollore.

Criteri di scelta di un microcontrollore ed esempi di applicazione in robotica.

### ***Fondamenti di Robotica biomimetica***

Classificazione tassonomica dei sistemi biologici, nozioni di base sul funzionamento di alcuni esempi di sistemi biologici, da un punto di vista biomeccatronico, principi della progettazione biomeccatronica, analisi di casi di studio di progettazione di sistemi robotici bioispirati (prevalentemente ad animali e piante)

## E. Progetto in Laboratorio

Un progetto viene svolto dallo studente come parte integrante del corso.

Il progetto può essere svolto presso i laboratori di robotica della Scuola Superiore Sant'Anna con le attrezzature sperimentali ed i sistemi sensoriali e robotici disponibili presso tali laboratori.