

Programma del Corso di Controllo dei Robot

Docente:
Antonio Bicchi

FINALITÀ DEL CORSO

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni fondamentali e gli strumenti necessari per l'analisi, la progettazione ed il controllo di sistemi robotici, intesi nella loro più ampia accezione: sistemi fisici controllati da un processore digitale, dotati di capacità sensoriali e di intervento sull'ambiente, con caratteristiche di elevata autonomia e di facile interazione con l'uomo.

ORGANIZZAZIONE DEL CORSO

Il corso è composto da una serie di lezioni frontali e da esercitazioni, svolte prevalentemente usando supporto informatico per la simulazione e/o la realizzazione sperimentale dei risultati ottenuti.

OBIETTIVI DEL CORSO

Lo studente al termine del corso sarà posto in grado di:

- Conoscere le tipologie e le applicazioni dei sistemi di controllo per robot usati nell'industria e in altri settori dell'economia e dei servizi;
- Saper utilizzare i modelli geometrici, cinematici e dinamici dei sistemi meccanici utilizzati in robotica;
- Saper pianificare, programmare e controllare le operazioni di tali macchine.

METODOLOGIA

Le lezioni sono prevalentemente tenute illustrando alla lavagna le dispense del corso, che sono rese disponibili agli studenti in rete. Il corso si avvale per le esercitazioni di strumenti informatici (software di analisi e simulazione – Matlab) disponibili presso le strutture della facoltà. Gli studenti sono invitati durante il corso a predisporre un certo numero di Tavole o esercitazioni scritte, raccolte e consegnate al docente al termine dell'anno.

PRE-REQUISITI

Teoria dei Sistemi e del Controllo. Meccanica dei Robot.

MODALITÀ DI VERIFICA

- Prova orale articolata in uno o più esercizi da svolgere autonomamente, con l'uso del materiale del corso e di ogni altro materiale ritenuto utile; ed in una o più domande cui rispondere oralmente interagendo con la commissione.
- Valutazione delle Tavole o dei Progetti eventualmente svolti dai candidati.

ARGOMENTI DEL CORSO

Introduzione al corso. Robotica: aspetti industriali, sociali e tecnici.

Problemi di Controllo di Robot. Controllo di postura, di moto e di traccia. Sistemi completamente attuati e sotto attuati. Controllo cinematico di sistemi articolati: tecniche di inversione iterativa. Risoluzione delle singolarità e delle ridondanze. Applicazione delle tecniche di risoluzione di ridondanza a priorità di compito al caso di un robot umanoide. Controllo cinematico di sistemi vincolati. Veicoli su ruote.

Controllo Dinamico di sistemi completamente attuati. Controllo P.D. indipendente ai giunti. Dimostrazione di stabilità di Arimoto. Controllo a coppia calcolata nello spazio dei giunti. Controllo a coppia calcolata nello spazio operativo e controllo di impedenza. Robustezza del controllo a coppia calcolata rispetto ad errori del modello. Controllo a struttura variabile. Controllo adattivo di sistemi lagrangiani completamente attuati e non vincolati. Controllo con Approccio Backstepping per Sistemi Non Vincolati. Controllo in backstepping per sistemi vincolati. Controllo Adattivo in BackStepping. Controllo adattivo di Li-Slotine.

Sistemi Intrinsecamente Nonlineari, perdita di proprietà strutturali per linearizzazione. Introduzione agli strumenti di geometria differenziale per il controllo nonlineare. Distribuzioni e codistribuzioni. Integrabilità e teorema di Frobenius. Controllabilità di sistemi nonlineari: applicazioni robotiche. Scomposizione di sistemi nonlineari in sottosistemi raggiungibili e non raggiungibili. Introduzione al problema della Osservabilità. Analisi della Osservabilità di un sistema non lineare mediante Gramiano. Osservabilità: teoria ed esempi.

Introduzione al controllo di sistemi Nonlineari in feedback. Controllo sistemi nonlineari. Feedback Linearization I-S. Feedback linearization I/O. Feedback Linearizzazione MIMO. Feedback linearizzazione di bracci elastici.

TESTI CONSIGLIATI

1. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani. G. Oriolo "Robotics: Modeling, planning and control", Springer, 2009.
2. S. LaValle, "Planning Algorithms", Cambridge University Press, 2006
3. R. E. Murray, Z. Li, and S.S. Sastry: "A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation", CRC Press, 1994.
4. M.W. Spong, M. Vidyasagar: "Robot Dynamics and Control", J. Wiley, 1989.
5. J.C. Latombe: "Robot Motion Planning", Kluwer, 1991.