



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2015/2016
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2017/2018
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA CIBERNETICA
INSEGNAMENTO	ROBOTICA MOBILE E SISTEMI DISTRIBUITI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50285-Ingegneria dell'automazione
CODICE INSEGNAMENTO	17877
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/04
DOCENTE RESPONSABILE	FAGIOLINI ADRIANO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	FAGIOLINI ADRIANO Martedì 16:00 20:00 - Edificio 10, Viale delle Scienze, Ufficio Docente- Canale Teams

PREREQUISITI	
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	• Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding): Il corso è rivolto principalmente ad allievi della laurea triennale in Ingegneria Cibernetica. Lo studente acquisirà conoscenze relative alla modellistica di sistemi fisici descritti da modelli matematici non lineari, a quella di sistemi distribuiti costituiti da più sottosistemi interagenti, e all'analisi di stabilità degli equilibri e delle traiettorie per tali sistemi. Egli acquisirà inoltre la capacità di comprendere ed astrarre le proprietà essenziali per una corretta descrizione del modello dinamico dei suddetti sistemi. • Conoscenza e capacità di comprensione applicate (applied knowledge and understanding): Lo studente acquisirà le conoscenze relative alle caratteristiche essenziali dei sistemi robotici mobili, sarà in grado di individuare le relazioni ed i vincoli cinematici esistenti fra le variabili di stato dei suddetti, ed acquisirà le metodologie per la corretta formulazione dei rispettivi modelli dinamici non lineari. Egli sarà inoltre in grado di applicare e sfruttare le tecniche di analisi della stabilità degli equilibri alla validazione di algoritmi e di sistemi di controllo del movimento, che consentono di evitare ostacoli presenti nell'ambiente in cui il robot si muove, oppure di stabilire e mantenere la formazione desiderata da parte di una squadra di robot cooperanti. • Autonomia di giudizio (independent judgement) A partire dalla descrizione di un contesto applicativo, nell'ambito del quale si rende necessario l'impiego di un sistema robotico mobile, lo studente sarà in grado di individuare le relative problematiche e definire i requisiti del sistema stesso. Egli sarà inoltre capace di valutare, in completa autonomia, l'effettiva bontà del sistema scelto e, eventualmente, di intraprendere le necessarie azioni correttive per il raggiungimento dello scopo richiesto. • Abilità comunicative (communication skill) Lo studente sarà capace di collaborare con colleghi del proprio corso di laurea, con colleghi di altri corsi, con esperti e con utilizzatori finali di sistemi robotici mobili. Egli, da un lato, saprà esporre a questi, in modo chiaro e sintetico, i requisiti, i problemi ed i vantaggi che derivano dall'utilizzo di un robot mobile, e dall'altro, saprà comprendere le specifiche di natura multidisciplinare che i colleghi o gli utenti finali potranno richiedere. • Capacità di apprendere (learning skill) Il corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente le nozioni di base per la modellazione, l'analisi, la simulazione ed il controllo delle principali piattaforme robotiche mobili oggi disponibili, ma anche di stimolare l'interesse dello studente per l'approccio di tipo sistematico, utilizzato nella trattazione dei vari argomenti oggetto del corso stesso. Lo studente raggiungerà così la capacità di risolvere problemi analoghi a quelli affrontati, anche riguardanti architetture robotiche e algoritmi di controllo per veicoli o velivoli non trattati nel corso.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova scritta e Prova orale
OBIETTIVI FORMATIVI	Il principale obiettivo formativo del corso è lo studio dei sistemi robotici mobili, terrestri o aerei, e del loro impiego in vari contesti applicativi del settore industriale e di quello dei servizi. Tale obiettivo è raggiunto, in primo luogo, attraverso la trattazione dei modelli matematici non lineari, degli strumenti teorici che ne consentono l'analisi, e di alcune tecniche di base per il controllo degli stessi. Tali strumenti sono poi applicati allo studio del comportamento dinamico dei robot mobili maggiormente usati oggi, ed al controllo del moto degli stessi in presenza di sotto- attuazione e vincoli anolonomi. Infine, attraverso la definizione di procedure e metodologie per la pianificazione delle traiettorie, vengono descritti quei sistemi che consentono l'uso di veicoli o velivoli autonomi, per applicazioni caratterizzate da ambienti strutturati o non.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni ed esercitazioni
TESTI CONSIGLIATI	• Dispense fornite dal docente • Hassan K. Khalil , Nonlinear Systems, 3° edizione, Prentice Hall. • Siegwart, Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, 2010. • M. Mesbahi, M. Egerstedt, Graph Theoretic Methods in Multiagent Networks, Princeton University Press, 2010.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Introduzione alla robotica mobile. Applicazioni industriali e nell'ambito dei servizi. Tipologie di locomozione. Ambienti strutturati ed ambienti sconosciuti. Localizzazione odometrica ed esterna. Sensori. Cooperazione multi-robot
9	Forme di stato non lineari. Stabilità degli equilibri. Metodi diretto ed indiretto di Lyapunov. Forme quadratiche e definitezza in segno. Velocità di convergenza. Globale asintotica stabilità, funzioni radialmente illimitate e teorema di Barbashin-Krasowskii. Metodo del gradiente variabile. Concetti di base sulla tecnica di controllo basata su funzione di Lyapunov.
9	Robot mobili su ruote. Struttura meccanica. Anolonomia. Modelli cinematici. Forme canoniche. Modelli dinamici. Tecniche di controllo per il moto punto-punto, per l'inseguimento di percorsi e per quello di traiettorie.
9	Robot aerei. Struttura meccanica. Sotto-attuazione. Modelli dinamici. Tecniche di controllo dell'assetto e della posizione. Hovering.
9	Sistemi robotici distribuiti. Richiami alla teoria dei grafi. Cooperazione mediante scambio di messaggi. Algoritmi di coordinamento per squadre di robot. Il problema del rendez-vous. Il problema della copertura e del pattugliamento. Grafi di Gabriel. Partizioni di Voronoi.
ORE	Esercitazioni
4	Analisi della stabilità degli equilibri per sistemi del secondo e terzo ordine, mediante metodo diretto di Lyapunov e metodo del gradiente variabile.
4	Stabilizzazione del sistema costituito da un pendolo inverso su carrello, mediante linearizzazione approssimata e mediante tecnica di controllo alla Lyapunov. Simulazione in ambiente Matlab/Simulink e confronto qualitativo delle prestazioni dei due corrispondenti sistemi controllati
5	Analisi della stabilità di robot mobili su ruote con sistema di controllo basato sui rispettivi modelli cinematici. Realizzazione e simulazione in ambiente Matlab/Simulink.
3	Analisi della stabilità di robot aerei con sistema di controllo basato sui rispettivi modelli dinamici. Realizzazione e simulazione in Matlab/Simulink.
4	Analisi della stabilità delle traiettorie per sistemi multi-robot controllati attraverso algoritmi distribuiti per il rendez-vous e per il controllo di formazione. Realizzazione e simulazione in ambiente Matlab/Simulink.