UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2016/2017
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2016/2017
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA AEROSPAZIALE
INSEGNAMENTO	SISTEMI ROBOTICI MOBILI E COOPERANTI
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20907-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	17647
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	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° 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

DOCENTE: Prof. ADRIANO FAGIOLINI

PREREQUISITI	Nessun prerequisito.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	* Conoscenza e capacita' di comprensione: Il corso e' rivolto principalmente a studenti della Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale o in Ingegneria dell'Automazione. Al termine del corso, lo studente avra' acquisito conoscenze relative alla modellistica di sistemi fisici descritti da modelli matematici non lineari, a quella di sistemi distribuiti e costituiti da piu' sottosistemi autonomi interagenti, e all'analisi di stabilita' degli equilibri e delle traiettorie per tali sistemi. Egli avra' acquisito inoltre la capacita' di comprendere ed astrarre le proprieta' essenziali per una corretta descrizione del modello dinamico dei suddetti sistemi. * Conoscenza e capacita' di comprensione applicate Lo studente acquisira' le conoscenze relative alle caratteristiche essenziali dei sistemi robotici mobili, sara' in grado di individuare le relazioni ed i vincoli cinematici esistenti fra le variabili di stato dei suddetti, ed acquisira' le metodologie per la corretta formulazione dei rispettivi modelli dinamici non lineari. Egli sara' inoltre in grado di applicare e sfruttare le tecniche di analisi della stabilita' 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 Il corso si pone anche l'obiettivo di rendere lo studente in grado di individuare i requisiti e definire le specifiche di progetto di un sistema robotico mobile, partendo dalla descrizione del contesto applicativo in cui si rende necessario l'impiego di tale robot. Per mezzo degli argomenti trattati durante il corso, lo studente e' inoltre capace di valutare, in completa autonomia, l'effettiva bonta' del sistema scelto ed, eventualmente, di intraprendere le necessarie azioni correttrici per il raggiungimento dello scopo richiesto. * Abilita' comunicative Lo studente sara' in grado di comunicare ad interlocutori specialisti e non, in modo chiaro, privo di ambiguita' e con competenza e proprieta' di linguaggio, i risultati dell'analisi delle proprieta' essenziali di un sistema dinamico, le motivazioni dell'approccio adottato per risolvere un dato problema di controllo e il risultante meccanismo di guida e governo del sistema. Egli, da un lato, sapra' 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, sapra' comprendere le specifiche di natura multidisciplinare che i colleghi o gli utenti finali potranno richiedere. * Capacita' di apprendere Il corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente le nozioni di base per la modellazione, l'analisi, la simulazione ed il controllo dei principali sistemi robotici mobili oggi usati, 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 raggiungera' cosi' la capacita' 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	La valutazione dell'apprendimento dello studente viene effettuata attraverso lo svolgimento di una attivita' di approfondimento, su temi che riguardano le tipologie di veicoli robotici autonomi visti a lezione. Ogni attivita' di approfondimento puo' essere sviluppata da uno studente singolo, oppure da gruppi di due o tre studenti. Essa consiste di una fase di studio e lavoro teorico, una fase di simulazione in ambiente Matlab/Simulink e, sulla base dell'interesse degli studenti, una fase di sperimentazione sul sistema reale. Durante lo svolgimento del tema di approfondimento, gli studenti sono assistiti e guidati nelle proprie scelte. Lo studente o il gruppo di studenti e' valutato sulla base di una relazione scritta, breve e concisa, nella quale riporta i risultati ottenuti. L'esame viene superato se almeno il 50% degli obiettivi del tema di approfondimento sono stati raggiunti. Nel caso di superamento dell'esame, il voto finale proposto dipende dai seguenti criteri di valutazione, ad ognuno dei quali e' associato un grado di importanza: a) grado di correttezza raggiunto nella impostazione e nei risultati dell'attivita' di approfondimento (80% del voto finale attribuito); b) autonomia nella capacita' di interconnessione tra gli argomenti dell'approfondimento con gli altri argomenti trattati durante il corso (10% del voto finale attribuito); c) livello raggiunto nella capacita' di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito).
OBIETTIVI FORMATIVI	Gli obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire allo studente gli strumenti teorici per lo studio delle proprieta' dei sistemi dinamici non lineari e per la formulazione di schemi di controllo non lineare, in condizioni di conoscenza del modello nominale di alcuni sistemi robotici mobili. Inoltre, il corso ha l'obiettivo di far conosce allo studente gli strumenti software, principalmente Matlab/Simulink, per la simulazione dei sistemi dinamici e per la realizzazione di essi attraverso schede elettroniche per la prototipazione rapida.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni di teoria ed esercitazioni in classe.

TESTI CONSIGLIATI	1. Dispense in inglese fornite dal docente sul controllo di sistemi non lineari, sui veicoli e velivoli autonomi (Lecture notes on Nonlinear Control Systems, Autonomous Vehicles and Aircrafts) 2. Hassan K. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd Edition, Prentice Hall. 3. Siegwart, Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, 2010. 4. M. Mesbahi, M. Egerstedt, Graph Theoretic Methods in Multiagent Networks, Princeton University Press, 2010.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Introduzione alla robotica mobile. Applicazioni industriali e nell'ambito dei servizi. Sistemi di locomozione. Odometria basata su sensori di bordo e sensori esterni. Sistemi di navigazione per ambienti strutturati e non, conosciuti e sconosciuti. Cooperazione multi-robot.
6	Analisi dei sistemi dinamici non lineari. Forme di stato. Equilibri. Stabilita' asintotica. Metodi diretto ed indiretto di Lyapunov. Funzioni quadratiche e definitezza in segno. Velocita' di convergenza. Locale e globale asintotica stabilita. Funzioni radialmente illimitate e teorema di Barbashin-Krasowskii. Metodo del gradiente variabile. Insieme invariante massimo e Teorema di Krasovskii-Lasalle. Cicli limite.
4	Controllo dei sistemi dinamici non lineari. Tecnica di controllo basata su funzioni di Lyapunov. Tecnica di controllo in back-stepping. Schemi di controllo basati sulla linearizzazione esatta ingresso-uscita.
11	Robot mobili su ruote. Anolonomia e forme canoniche. Veicoli tipo uniciclo (modello cinematico e dinamico, controllo del moto punto-punto, inseguimento di percorsi e di traiettorie). Veicoli tipo automobile (modelli cinematici a trazione anteriore o posteriore, con riferimento anteriore o posteriore, modelli dinamici, inseguimento di percorso e parcheggio automatizzato).
12	Robot aerei. Applicazioni. Struttura meccanica e sotto-attuazione. Modelli dinamici. Tecniche di controllo lineare dell'assetto e della posizione in configurazione di quasi hovering. Controllori non lineari per l'inseguimento di traiettorie generiche. Controllo di formazioni.

ORE	Esercitazioni
6	Analisi della stabilita' degli equilibri per sistemi del secondo e terzo ordine, mediante metodo diretto di Lyapunov e metodo del gradiente variabile.
6	Simulazione in ambiente Matlab/Simulink di alcuni esempi di sistemi fisici, controllati con schemi di controllo lineare e non lineare. Simulazione di sistemi di controllo per robot mobili su ruote e per quadricotteri.
6	Emulazione mediante tecniche di hardware-in-the-loop di sistemi di controllo su schede di prototipazione rapida (Arduino, ST-microelectronics, ecc.)