



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA AEROSPAZIALE
INSEGNAMENTO	ESTIMATION, FILTERING AND SYSTEM IDENTIFICATION
TIPO DI ATTIVITA'	D
AMBITO	20546-A scelta dello studente
CODICE INSEGNAMENTO	21516
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/04
DOCENTE RESPONSABILE	SFERLAZZA ANTONINO Ricercatore a tempo determinato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	81
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	ESTIMATION, FILTERING AND SYSTEM IDENTIFICATION - Corso: INGEGNERIA DEI SISTEMI CIBER-FISICI PER L'INDUSTRIA
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	SFERLAZZA ANTONINO Lunedì 15:00 17:00 Ufficio del Docente o su M. Teams (4r406w2) Giovedì 11:00 13:00 Ufficio del Docente o su M. Teams (4r406w2)

DOCENTE: Prof. ANTONINO SFERLAZZA

PREREQUISITI	Analisi matematica, Controlli automatici, analisi dei segnali, Geometria.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione: Processi stocastici e variabili aleatorie, momenti di primo e secondo ordine, Algoritmi di Stima, BLUE, MINIMA VARIANZA, GAUSS-Markov, Stima alla massima verosimiglianza, metodo dei Minimi Quadrati. Metodi di identificazione, filtraggio ottimo e stima di sistemi modellabili tramite processi stocastici.</p> <p>Conoscenza e capacita' di comprensione applicate: Dato un sistema stocastico progettare un filtraggio ottimo per la stima e/o predizione delle variabili di uscita. Dato un sistema dinamico con modello noto, ma a parametri non noti, progettare un esperimento di identificazione che permetta di stimare i parametri incogniti del modello. Dato un sistema incognito, progettare un esperimento di identificazione, mediante la scelta delle variabili di ingresso opportune e alla misura delle variabili di uscita. Dato un'insieme di dati incognito, determinazione del miglior modello parametrico o non parametrico che spiega i dati sulla base della teoria della identificazione e della stima.</p> <p>Autonomia di giudizio Lo studente dovra' essere in grado di generalizzare le tecniche e i concetti acquisiti e stabilirne le relazioni con i quelli introdotti nelle discipline a questa correlate.</p> <p>Abilita' comunicative Lo studente avra' acquisito la capacita' di esporre con coerenza e proprieta' di linguaggio le problematiche inerenti gli argomenti del corso, sapendo cogliere le connessioni con gli argomenti trattati nei corsi frequentati in precedenza.</p> <p>Capacita' di apprendere Il corso si pone anche l'obiettivo di stimolare l'interesse dello studente per l'approccio di tipo sistematico utilizzato nella trattazione dei vari argomenti oggetto del corso stesso. Lo studente che acquisira' tale metodologia di studio sara' sicuramente in grado di proseguire gli studi di ingegneria con maggiore autonomia e con maggiore profitto.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>Per valutare l'apprendimento gli studenti faranno un test finale orale e un elaborato da svolgere in maniera individuale e discutere durante una prova orale. Ciascuna di queste due prove e' valutata in 30/30 e il voto e' la media dei 2. Il voto minimo per superare ciascuna prova e' 16/30. ma il voto finale deve essere superiore a 18/30.</p> <p>VOTO da 28 a 30 - 30 e lode RISULTATI DI APPRENDIMENTO Livello complessivo: ottimo/eccellente. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati. CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensione Ottima/eccellente conoscenza e padronanza degli argomenti del corso CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensione Ottima/eccellente capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, con alto grado di autonomia, efficacia e con elementi di originalita. AUTONOMIA DI GIUDIZIO ABILITA' COMUNICATIVE CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Elevate/eccellenti capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi, anche in presenza di informazioni parziali su problematiche/applicazioni, anche complesse, riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati. Piene/eccellenti capacita' espositive e di argomentazione, ottima/eccellente chiarezza e proprieta' di linguaggio. Efficaci e articolate capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, a testimonianza di una piena capacita' di intraprendere studi successivi o affrontare l'attivita' professionale con alto grado di autonomia.</p> <p>VOTO da 24 a 27 RISULTATI DI APPRENDIMENTO Livello complessivo: buono. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati. CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensione Buona conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, con pochi e non significativi errori,</p>

	<p>inesattezze o omissioni</p> <p>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONEBuone capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, con adeguata autonomia ed efficacia.</p> <p>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</p> <p>ABILITA' COMUNICATIVE</p> <p>CAPACITA' D'APPRENDIMENTOBuone/soddisfacenti capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi su problematiche/applicazioni, riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati.</p> <p>Buone capacita' espositive e di argomentazione, buona chiarezza e proprieta' di linguaggio.</p> <p>Buone/soddisfacenti capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, a testimonianza di una adeguata capacita' di intraprendere studi successivi o affrontare l'attivita' professionale in modo autonomo.</p> <p>VOTO da 18 a 23</p> <p>RISULTATI DI APPRENDIMENTOLivello complessivo: discreto/sufficiente. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati.</p> <p>CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRESIONESufficiente/discreta conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, anche se con alcuni errori, inesattezze o lacune</p> <p>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONESufficiente/discreta capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, anche se con limitata autonomia ed efficacia.</p> <p>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</p> <p>ABILITA' COMUNICATIVE</p> <p>CAPACITA' D'APPRENDIMENTOAccettabili capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi anche se incerti, parzialmente guidati e limitatamente a tematiche e applicazioni in ambito disciplinare.</p> <p>Sufficienti/discrete capacita' espositive e di argomentazione, chiarezza e proprieta' di linguaggio.</p> <p>Accettabili capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, che, se pur con qualche limite, possono consentire di affrontare gli studi successivi o l'attivita' professionale in modo sufficientemente autonomo.</p>
OBIETTIVI FORMATIVI	Imparare tecniche di filtraggio ottimo per sistemi stocastici. Imparare a determinare un modello matematico a partire dai dati sperimentali misurati sul sistema.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	La didattica si svolge in lezioni frontali, esercitazioni in aula, esercitazioni con l'ausilio di Matlab-Simulink. Il metodo consiste nel far si che gli studenti possano immediatamente e autonomamente testare e provare gli argomenti appena spiegati.
TESTI CONSIGLIATI	<ul style="list-style-type: none"> •L. Ljung, System Identification - Theory For the User,1999, Pearson College Div. ISBN: 0136566952. •Appunti del corso del Prof. Garulli, DII, Siena (http://control.dii.unisi.it/iead/Dispense_v2.1.pdf). •G. Pillonetto, T. Chen, A. Chiuso, G. De Nicolao, L. Ljung Regularized System Identification - Learning Dynamic Models from Data, 2022, Springer. ISBN 978-3-030-95859-6. (open access book). •S. Bittanti, Identificazione dei modelli e sistemi adattativi, 2003/5, Pitagora. ISBN: 8837112009. •S. Bittanti: Teoria della predizione e del filtraggio, 2002/6, Pitagora. ISBN: 8837110928. •T. Soderstrom, P. Stoica, System Identification, 1989, Pentice Hall. ISBN: 0138812365.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Introduzione al corso. Richiami su variabili aleatorie e teoria delle probabilità
6	Processi stocastici: definizioni e proprieta', esempi di processi stocastici
3	Analisi in frequenza
3	Modelli lineari di processi stocastici
3	Introduzione alla teoria della stima
4	Stima parametrica, stimatore ai minimi quadrati e stimatore di Gauss-Markov
2	Stima a massima verosimiglianza
4	Stima Bayesiana e stima a minimo errore quadratico medio
4	Filtraggio ottimo, filtro di Wiener FIR, predittore di Wiener FIR
4	Fattorizzazione spettrale e predittore di Wiener IIR
6	Filtro di Kalman e filtro di Kalman esteso

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
8	Identificazione dei modelli: approccio black box
4	Identificazione parametrica
3	Stima ricorsiva di modelli di regressione lineare

ORE	Esercitazioni
21	Esercizi e esempi sugli argomenti trattati. Esercitazioni con Matlab. Uso dell'Identification toolbox di matlab. Uso dell'Optimtool di Matlab