UNIVERSITÀ DI PISA

MODELLI MATEMATICI AMBIENTALI

GIANDOMENICO MASTROENI

Anno accademico	2022/23
CdS	SCIENZE AMBIENTALI
Codice	587AA
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ABILITA' INFORMATICHE	NN	LEZIONI	24	FEDERICO GIOVANNI POLONI
MODELLISTICA AMBIENTALE	MAT/09,MAT/05	LEZIONI	72	GIANDOMENICO MASTROENI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Fornire gli strumenti concettuali e tecnici per l'analisi di problemi ambientali.
Fornire gli strumenti informatici per simulare al calcolatore i modelli visti negli altri moduli e visualizzare i risultati.

Modalità di verifica delle conoscenze
Esame scritto ed orale

Capacità
Saper costruire modelli matematici da utilizzare come strumento di conoscenza e di supporto alle decisioni.
Saper utilizzare Matlab per effettuare semplici calcoli di algebra lineare, risolvere problemi di programmazione lineare, simulare il comportamento di modelli basati su equazioni differenziali, e visualizzare i risultati di tali simulazioni.

Modalità di verifica delle capacità
Prova scritta, orale e pratica nella quale si richiede la risoluzione di un modello tramite il programma Matlab.

Modalità di verifica dei comportamenti
Esame scritto e orale. L'esame si considera superato se lo studente dimostra di essere in possesso delle capacità sopra elencate.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Strumenti di metodo e di calcolo base della geometria analitica, dell'algebra lineare e dell'analisi matematica di una variabile. In particolare: tutti i contenuti del corso di matematica del primo anno della laurea triennale.

Indicazioni metodologiche
Lezioni frontali, laboratorio informatico, e-learning con videolezioni per il terzo modulo su competenze informatiche.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Primo modulo (Nozioni preliminari di Analisi Matematica - 3 cfu):
1) Richiami sulle funzioni trigonometriche, esponenziali, logaritmiche e sul calcolo matriciale. Richiami sul calcolo degli integrali di funzioni di una variabile: integrazione per parti e cambiamento di variabile.
2) Funzioni di più variabili: norma euclidea, prodotto scalare, derivate parziali, derivate direzionali, differenziabilità, continuità, teorema del differenziale totale. Derivate successive: teorema di Schwarz, funzioni di classe C^k. Matrice Hessiana. Cenni sugli sviluppi in serie di Taylor e di Fourier.
3) Massimi e minimi relativi per funzioni di più variabili, punti stazionari, condizioni necessarie e sufficienti di ottimalità. Funzioni vettoriali di una variabile: generalità, continuità, derivabilità, regole di derivazione. Massimi e minimi vincolati: punti stazionari vincolati, metodo dei moltiplicatori di Lagrange.

4) Equazioni differenziali. Equazioni differenziali lineari. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili. Punti di equilibrio di un'equazione differenziale autonoma, stabilità dei punti di equilibrio. Equazioni differenziali lineari del secondo ordine. Equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti omogenee e non omogenee. Sistemi di equazioni differenziali lineari e non lineari. Discretizzazione di un sistema di equazione differenziali. Sistemi dinamici. Stabilità dei punti di equilibrio di un sistema dinamico.

Secondo modulo (Modellistica Ambientale - 6 cfu):
1) Problemi e modelli. Relazioni esistenti fra i modelli e la realtà. Considerazioni sui linguaggi utilizzabili per descrivere i modelli. Modelli matematici. Concetti introduttivi sulla struttura dei modelli e sulla simulazione.
2) Modelli basati sulla programmazione lineare. Fondamenti di programmazione lineare. Algoritmo del simplesso.
3) Programmazione lineare su grafi. Problemi di flusso su reti. Algoritmi risolutivi per problemi di programmazione lineare su grafi: il problema dell'albero dei cammini minimi, il problema del flusso massimo su una rete.
4) Modelli dinamici: modelli a tempo discreto e a tempo continuo. Formalizzazione di un modello continuo mediante equazioni differenziali. Un modello di crescita di una popolazione con tasso di natalità e mortalità costante. Modelli di crescita di una popolazione con tasso di natalità e mortalità dipendenti dal tempo. Un modello di crescita di una popolazione in presenza di risorse limitate con tasso di crescita dipendente dalla popolazione. La funzione logistica. Punti di equilibrio stabile e asintoticamente stabile. Estensioni dell'analisi: la funzione logistica in presenza di un ulteriore tasso di mortalità costante.
5) Dinamiche di crescita di due popolazioni. Modelli a due popolazioni basati su un sistema dinamico. Definizione e analisi della stabilità dei punti di equilibrio.I modelli preda-predatore di Lotka-Volterra: studio delle interazioni tra popolazioni di animali e/o di vegetazione coesistenti o in competizione fra di loro. Il modello preda-predatore nella variante di Samuelson.
6) Analisi di modelli per la descrizione di fenomeni quali la diffusione di inquinanti e la diffusione di epidemie.
7) Catene di Markov finite. Equazioni di Chapman-Kolmogorov. Proprietà asintotiche delle catene di Markov.
Terzo modulo (Laboratorio - 3 cfu)
1) Sintassi base di Matlab: variabili, script, funzioni; istruzioni if, while, for.
2) Funzioni di gestione di vettori e matrici: indicizzazione con l'operatore "due punti", length, size, concatenazione di vettori e matrici.
3) Funzioni di algebra lineare: prodotti matrici e vettore, soluzione di sistemi lineari con l'operatore backslash, autovalori con eig().
4) Soluzione di equazioni differenziali e sistemi (problemi ai valori iniziali), tra cui i modelli visti nella seconda parte del corso, con il metodo di Eulero esplicito e con ode45. Grafici quantità/tempo e grafici delle fasi per sistemi 2D.

Modalità d'esame
Esame scritto orale con prova pratica di laboratorio.

Altri riferimenti web
http://pages.di.unipi.it/mastroeni/#mod (appunti, testi d'esame)
Piattaforma Microsoft Teams 587AA

Ultimo aggiornamento 31/07/2022 09:16