UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Operations Research and Resource Planning

2526-3-E3101Q128

Obiettivi

Le Ricerca operativa (OR) riguarda lo studio di metodi analitici di supporto al processo decisionale. È una disciplina della matematica applicata con un ampio spettro di applicazioni tra i quali informatica, ingegneria ed economia. L'obiettivo di questo corso è quello di fornire agli studenti le competenze necessarie per la formulazione di modelli matematici che rappresentino i problemi del mondo reale e per identificare le metodologie più idonee alla soluzione di questi modelli. Verranno affrontati i seguenti argomenti: ottimizzazione di funzioni non lineari, programmazione lineare, programmazione intera, con diversi esempi di applicazione.

In riferimento ai descrittori di Dublino:

Conoscenza e comprensione
Al termine del corso, lo studente sarà in grado di:
Conoscere i fondamenti teorici della programmazione matematica: problemi di programmazione lineare (PL), lineare intera (PLI) e non lineare (PNL), incluse dualità e condizioni di ottimalità (KKT)
Comprendere in profondità algoritmi chiave quali: Metodo grafico, Simplesso e dualità per PL, Branch and Bound per PLI., Tecniche di ottimizzazione non lineare: bisezione, Newton, gradienti, KKT
Assimilare l'uso di Python con la libreria PuLP come strumento per modellazione e soluzione di problemi

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Lo studente sarà capace di:
Tradurre problemi reali (ingegneristici, economici, informatici) in modelli di PL, PLI e PNL.
Eseguire manualmente (grafico, Simplesso, Branch and Bound) e con software (PuLP/Python) la risoluzione dei modelli.
Interpretare e analizzare i risultati (ottimo, costi, analisi di Sensitività), anche attraverso esempi applicativi

Autonomia di giudizio
Competenze critiche sviluppate tramite:
Esercitazioni durane le quali si modellano e risolvono problemi reali, giustificando ipotesi e scelta del metodo .
Prove scritte che richiedono di selezionare il corretto approccio (PL/PLI/PNL), eseguire calcoli e motivare le

procedure adottate.
Prova orale (non obbligatoria) in cui gli studenti devono giustificare le scelte metodologiche e discutere criticamente i risultati .

Abilità comunicative
Lo studente svilupperà capacità comunicative mediante:
Assignments (non obbligatori) ed esame scritto con esercizi e domande aperte, in cui espone la formulazione del problema, la strategia di soluzione e le conclusioni.
Discussioni in aula per motivare le decisioni prese e confrontarsi con i docenti e i colleghi sugli esiti
Prova orale facoltativa, in cui viene misurata l'arte di comunicare chiaramente conoscenze, metodi e risultati ottenuti .

Capacità di apprendere autonomamente
Strumenti e metodi per favorire uno studio continuativo:
Materiale didattico supplementare: slide, esempi risolti, oltre a bibliografie e testi (Hillier & Lieberman, Bertsimas & Tsitsiklis, Bazaraa et al.)
Uso della libreria PuLP e Python, che incoraggia l'auto?formazione e l'estensione degli esercizi a nuove casistiche.

Contenuti sintetici

A. Programmazione lineare
B. Programmazione lineare intera
C. Programmazione non lineare

Programma esteso

Introduzione alla Programmazione Matematica

A. Programmazione lineare
1. Introduzione alla programmazione lineare (PL): proprietà dei problemi di PL, strategie di modellizzazione
2. Soluzione grafica: soluzione grafica per problemi di PL
3. Geometria della Programmazione lineare e metodo del simplesso
4. Dualità

B. Programmazione lineare intera
1. Introduzione alla programmazione lineare intera (PLI)
2. proprietà dei problemi di PLI e strategie di modellizzazione
3. Metodo del Branch and Bound

C. Ottimizzazione non lineare
1. Ottimizzazione di funzioni non lineari ad una variabile: ricerca dicotomia-metodo Bisezione- metodo Newton
2. Ottimizzazione di funzioni non lineari mutivariate: metodo Gradiente-metodo Newton
3. Ottimizzazione non lineare vincolata: condizioni di Karush-Kuhn-Tucker

Prerequisiti

- Algebra lineare; vettori, matrici, sistemi di equazioni lineari, ...
- Funzione; in una variabile, in più variabili, convessa, derivata, gradiente, hessiana, ...

Modalità didattica

Lezioni, esercizi e demo sw.
Il corso verra' erogato in italiano.

- 32 lezioni teoriche di 2 ore l'una in presenza fisica sotto forma di didattica erogativa
- 20 esercitazioni di 2 ore l'una in presenza fisica sotto forma di didattica erogativa
- 24 ore di laboratorio di cui fino ad un massimo di 3 ore erogate in modalità interattiva in presenza e 3 ore erogate in modalità interattiva online

Materiale didattico

Libro di testo principale

- Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman, Ricerca Operativa, McGraw-Hill, nona edizione, 2010.

Libri di testo addizionali

- Dimitris Bertsimas and John Tsitsiklis, introduzione all’ottimizzazione lineare, Belmont, Massachusetts, 2008.
- Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali, Linear Programming and Network Flows, Wiley, 4th edition, 2010.
- Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali, C. M. Shetty, Nonlinear programmazione: teorie e algoritmi, Wiley, 3th edition, 2006.

Software

- Python + Libreria PuLP: https://www.python.org/ + https://pypi.org/project/PuLP/

Materiale aggiuntivo; saranno rese disponibili le slide delle lezioni ed alcuni esercizi risolti.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Due modalità alternative:

1. Durante l'erogazione delle lezioni - PROVE PARZIALI

- due prove parziali, ogni prova assegna un massimo di 15 punti,
- le date delle due prove parziali saranno comunicate entro la prima settimana di erogazione delle lezioni
- le due prove parziali si svolgono nei laboratori dell'Università di Milano-Bicocca
- si accede alla seconda prova parziale se si merita un voto almeno pari a 6 punti su 15 nel primo parziale, in caso contrario si veda modalità d'esame 2)
- la seconda prova parziale è da considerarsi superata se si ottiene un punteggio almeno pari a 6 punti su 15, in caso contrario si veda modalità d'esame 2)
- il voto assegnato nelle due prove parziali si somma e determina il voto finale (arrotondato per eccesso)
- l'esame si considera superato (verbalizzato) se il voto finale è maggiore o uguale a 18
- la prova orale è facoltativa, a richiesta del candidato che abbia meritato un voto almeno pari a 18, e assegna un massimo di 3 punti che si vanno a sommare al voto delle due prove parziali
- se la prova orale fosse particolarmente negativa è possibile che il voto delle due prove parziali venga diminuito fino ad un massimo di 3 punti

2. Al termine dell'erogazione delle lezioni - PROVA ORDINARIA

- la prova d'esame ordinaria si svolge nei laboratori dell'Università di Milano-Bicocca
- la prova d'esame ordinaria consiste di due fasi
- la prima fase della prova d'esame ordinaria prevede 10 domande a risposta chiusa sui pre-requisiti del corso
- si viene ammessi alla seconda fase della prova d'esame ordinaria se si risponde correttamente ad almeno 6 domande
- la seconda fase della prova d'esame ordinaria assegna un massimo di 30 punti (arrotondamento per eccesso)
- prima e seconda fase della prova d'esame ordinaria hanno luogo sequenzialmente e senza interruzione temporale
- la prova d’esame è superata (verbalizzata) se si ottiene un voto maggiore o uguale a 18
- la prova orale è facoltativa e a richiesta del candidato che abbia meritato un voto almeno pari a 18, e assegna un massimo di 3 punti che si vanno a sommare al voto della prova in laboratorio
- se la prova orale fosse particolarmente negativa è possibile che il voto della prova in laboratorio venga diminuito fino ad un massimo di 3 punti

Orario di ricevimento

Fabio Stella su appuntamento
Guglielmo Lulli su appuntamento
Enza Messina su appuntameento
Mauro Passacantando su appuntamento

Sustainable Development Goals