



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



Algoritmi di Ottimizzazione

II semestre 2024-25

Corsi afferenti

Laurea	Nome	CFU
LT	Artificial intelligence and Data Analytics	6
LT	Matematica	6

Docenti e orario

Docente	email	Ufficio	Carico didattico	Inizio	Fine
Lorenzo Castelli	castelli@units.it lorenzo.castelli@dia.units.it	C3_2.12	6 CFU	03/03	Entro fine maggio

Orario	Aula
LUN: 11.15 – 12.45	Aula 3B, Ed. H2bis
GIO: 10.15 – 11.00	Aula A, Ed. C2
VEN: 13.00 – 15.30	Aula 3B, Ed. H2bis

Risorse on-line

Team: CD2023 266SM ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE

Codice: [s6ogkv2](#)

Moodle:

Corsi / Dipartimento di Matematica e Geoscienze / Laurea triennale (DM270) / SM32 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE E DATA ANALYTICS / A.A. 2024 - 2025

PASSWORD: [ALGOTT24](#)

Inserire e-mail che viene letta normalmente

PERÒ: leggere sempre e-mail istituzionale: [nome.cognome@studenti.units.it](#)

Modalità d'esame

SOLO ED ESCLUSIVAMENTE

- **Esame scritto**

- Iscrizioni on-line attraverso ESSE3 (no e-mail, no liste cartacee, ecc.)
- 6 appelli
 - 2 sessione estiva
 - 2 sessione autunnale
 - 2 sessione invernale

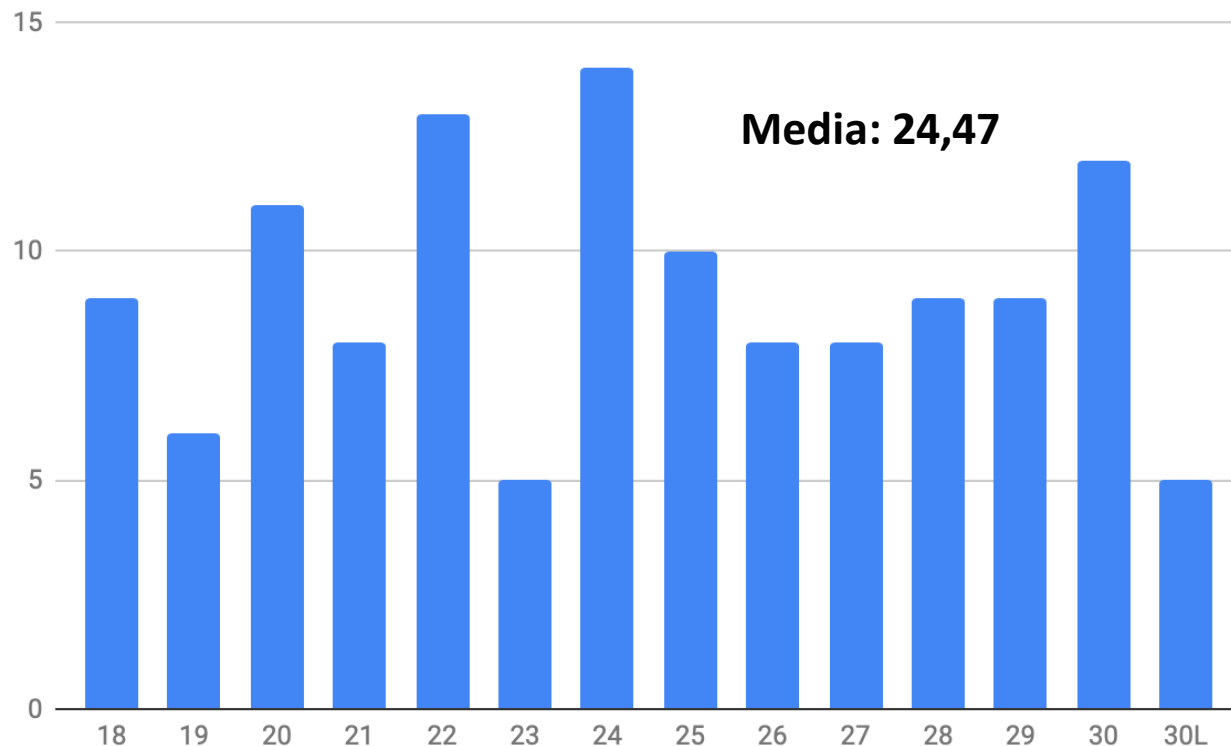
**Accettazione e registrazione voto
prima dell'appello successivo**

	2022-23	2023-24	2024-25	Totale	%
Estiva	13	39	49	101	80%
Autunnale	6	4	9	19	15%
Invernale	3	2	2	7	5%
Totale	22	45	60	127	100%

Numero esami registrati

Voti all'esame (21/22, 22/23, 23/24) – 127 registrati

Registra	127
Assenti	23
Ritirati	10
Rifiuta	12
Insuff	15
Iscritti	187



LINEE GUIDA SULLA DIDATTICA per l'anno accademico 2024-25

- Le lezioni dei corsi di I e II livello si svolgeranno **in presenza**
- **Le lezioni dei corsi di I e II livello devono essere comunque registrate; il periodo di conservazione delle registrazioni [...]** impostato è di **12 mesi**; **i docenti hanno facoltà di modificare tale periodo** purché sia almeno di due settimane. L'obbligo della registrazione è condizionato dalla modalità di conservazione del relativo materiale digitale (**che non può essere né scaricato né conservato da parte dello studente**) e dalla possibilità del docente di modificarle.
- **Nel caso di un calo considerevole e continuo nel tempo della frequenza**, monitorata con gli strumenti messi a disposizione dall'Ateneo e la cui entità in termini percentuali può essere preventivamente fissata dai Consigli di CdS, **i docenti**, a seguito di informazione al Coordinatore del CdS, e previa comunicazione agli studenti e ai rappresentanti degli student in CdS, **possono sospendere la registrazione delle lezioni**.
- Gli appelli per gli esami di profitto per l'a.a. 2024-25 si svolgeranno esclusivamente **in presenza**.

Ottimizzazione

Inconsciamente eseguiamo delle “ottimizzazioni” diverse volte al giorno.

Qual è la **via più breve** per andare da casa a scuola?

- In termini di tempo o di distanza?
 - A piedi è più corta, ma in autobus ci metto meno tempo
- Magari vado a piedi (tanto tempo) e allungo un po’ ma faccio la strada con un mio amico / la mia ragazza
- E’ un'ottimizzazione, perché scelgo la strada per me migliore
- Non tutte le scelte sono sempre possibili
 - Potrei andare a scuola in taxi, ma è un po’ caro....

Ottimizzazione

- Con chi esco/ dove vado sabato sera?
 - Passare il tempo **nel miglior modo possibile**
- Come ottenere il **voto massimo** (studiando il meno possibile)?
 - Ho una quantità di tempo limitata perché la giornata dura 24 ore e devo...
 - Andare a scuola, dormire, mangiare, andare ad allenamento, giocare con la playstation, ecc. ecc.



Ottimizzazione (o Ricerca Operativa)

Il termine “RICERCA OPERATIVA” sembra sia stato usato per la prima volta nel 1939, ma già precedentemente alcuni scienziati si erano occupati di problemi decisionali.

Fra gli esempi isolati, ma importanti di anticipazione dei metodi della RO possiamo ricordare i seguenti

- Nel 1776 il matematico G. MONGE ha affrontato un problema di trasporti esaminandone con metodi analitici gli aspetti economici.
- Nel 1885 F.W. TAYLOR ha pubblicato uno studio sui metodi di produzione
- Nel 1908 A.K. ERLANG ha studiato il problema della congestione del traffico telefonico.

Tuttavia il progresso della RO non si sarebbe forse verificato se non fosse stato per i suoi sviluppi nelle organizzazioni militari durante la seconda guerra mondiale.

Ricerca Operativa – *operational research* (UK) o *operations research* (US)

Durante la II Guerra Mondiale i responsabili militari inglesi si rivolsero agli scienziati per chiedere il loro aiuto, quando iniziò l'attacco aereo tedesco sulla Gran Bretagna.

L'aiuto specifico chiesto agli scienziati riguardava l'adozione del radar nella strategia di difesa aerea.

- Uso efficiente dei radar: copertura e gestione delle informazioni

1939 ultima esercitazione prebellica: notevole miglioramento nelle operazioni di difesa aerea

Piccoli gruppi di scienziati, provenienti da diverse discipline, lavorarono su questi problemi con notevole successo nel periodo 1939-1940 (OR team)

Questi gruppi di scienziati avevano come riferimenti i responsabili delle operazioni militari e quindi il loro lavoro divenne noto come *operational research* = ricerca delle operazioni (militari)

Dopo la guerra, questi operatori vennero, poco a poco, assorbiti dall'industria, dalle aziende di consulenza, da università e da organizzazioni statali.

Oggi la maggior parte delle grandi aziende si serve della RO.

Ricerca Operativa – *operational research* (UK) o *operations research* (US)

The term "operational research" was originally used in Britain during World War II to connote scientific research done to integrate new radar technologies into Royal Air Force tactics.

By 1941 the term had expanded to encompass research done to assist military officers in developing tactics and planning combat operations, whether or not technology played a critical role in the analysis.

Much of this work simply involved gathering empirical data and conducting basic statistical analyses.

While some wartime work, such as the development of search theory, was more mathematically advanced, OR would only become focused on sophisticated mathematical methods when it emerged as a civilian profession in the postwar era.

<https://www.informs.org/Explore/History-of-O.R.-Excellence/Bibliographies/The-Origins-of-OR>

- The Government Operational Research Service (GORS) - <http://www.operational-research.gov.uk/>
- **Simply put, Operational Research brings intellectual rigour to the decision-making process**

Ricerca Operativa - definizione

- La ricerca operativa è l'applicazione del metodo scientifico da parte di gruppi interdisciplinari a sistemi complessi e organizzati per fornire al personale dirigente soluzioni utilizzabili nei processi decisionali (Morse e Kimball).
 - Early in 1942 Morse organized the Anti-Submarine Warfare Operations Research Group (ASWORG), later ORG, for the U.S. Navy, after the US had entered World War II and was faced with the problem of Nazi German U-boat attacks on transatlantic shipping. "That Morse's group was an important factor in winning the war is fairly obvious to everyone who knows anything about the inside of the war," wrote historian John Burchard.
- La ricerca operativa è la branca della matematica applicata in cui problemi decisionali complessi vengono analizzati e risolti mediante modelli matematici e metodi quantitativi avanzati (ottimizzazione, simulazione, ecc.) come supporto alle decisioni stesse. La ricerca operativa riveste un ruolo importante nelle attività decisionali perché permette di operare le scelte migliori per raggiungere un determinato obiettivo rispettando vincoli che sono imposti dall'esterno e non sono sotto il controllo di chi deve compiere le decisioni (Wikipedia).

■ Data Science: a fragmented ecosystem

There is an inherent gap between data scientists,
domain experts and data providers



La Ricerca Operativa oggi (1) – Ambito industriale

- Pianificazione della produzione

Determinare i livelli di produzione e/o l'utilizzazione di risorse; ad es. allocazione ottima di risorse = distribuzione di risorse limitate tra alternative concorrenti in modo da minimizzare il costo o massimizzare il guadagno.

- Gestione ottima delle scorte

Decidere quando e quanto, durante un processo produttivo, si devono immagazzinare prodotti in modo da rispettare le consegne minimizzando i costi.

- Localizzazione e dimensionamento degli impianti

Decidere dove installare impianti di produzione per rifornire in modo ottimale aree distribuite su un territorio, ad es. dove costruire le stazioni base di una rete di telecomunicazioni (4G/5G) e la potenza di trasmissione per coprire il territorio.

La Ricerca Operativa oggi (2) – Progettazione ottima

- Progettazione di reti e loro gestione

Definire i collegamenti e dimensionare le capacità di una rete stradale, di telecomunicazione, di trasmissione dati, di circuiti, in modo da garantire il traffico tra le varie origini e destinazioni e minimizzare il costo complessivo

- Progettazione strutturale

Definire il progetto di un edificio, in modo che resista al meglio a sollecitazioni derivanti da agenti esterni (terremoti, venti forti) oppure il progetto del profilo di un'ala di un aereo in modo che, ad esempio, sia massimizzata la portanza

- Allocazione ottima di component elettronici (VLSI design)

Disegnare una piastra madre in modo che, ad esempio, siano minimizzate le lunghezze dei percorsi dei segnali elettrici

La Ricerca Operativa oggi (2)

- Economia e finanza
 - Scelta d'investimenti
 - Composizione di un portafoglio
- Organizzazione
 - Project planning
 - Determinazione dei turni del personale
 - Manutenzione di beni
 - Istradamento di veicoli

La Ricerca Operativa oggi (3)

- Systems biology
 - Studi della struttura del DNA
 - Comportamento del metabolismo cellulare
- Diagnostica medica
 - Interpretazione e analisi dei dati ottenibili da strumenti di analisi clinica
 - Ricostruzioni d'immagini
- Controllo ottimo
 - Controllo di servomeccanismi e di sistemi di guida
 - Controllo di traiettorie
- Scienze sociali, scienze ambientali

Ricerca Operativa

- I problemi reali vengono affrontati definendone una rappresentazione quantitativa (modello matematico)
- **La soluzione dei problemi è cercata per mezzo di tecniche (algoritmi) di ottimizzazione**

Aspetto fondamentale della Ricerca Operativa

Identificare un modello matematico con cui studiare in modo sistematico il problema decisionale

Programmazione matematica

- All'interno della Ricerca Operativa, un ruolo di fondamentale importanza è svolto dalla **Programmazione Matematica** che è la disciplina che ha per oggetto lo studio dei problemi in cui si vuole **minimizzare o massimizzare una funzione reale** definita su \mathbb{R}^n (lo spazio delle n-uple reali) **le cui variabili sono vincolate ad appartenere ad una insieme prefissato**.
- Si tratta quindi di problemi di **Ottimizzazione** cioè problemi nei quali si desidera **minimizzare o massimizzare** una quantità che è espressa attraverso una funzione.

Programmazione matematica - Software

- Google
<https://developers.google.com/optimization/>
- Matlab – Optimization toolbox:
<https://it.mathworks.com/products/optimization.html>
- CPLEX IBM: <https://www.ibm.com/it-it/marketplace/ibm-ilog-cplex>
- FICO Xpress Optimization: <http://www.fico.com/en/products/fico-xpress-optimization>
- Gurobi: <http://www.gurobi.com/>
- e anche Excel..... <https://support.office.com/it-it/article/definire-e-risolvere-un-problema-usando-il-risolutore-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>