

Introduzione al corso

Progettazione di Algoritmi a.a. 2023-24

Matricole congrue ad uno

Docente: Annalisa De Bonis

<http://intranet.di.unisa.it/~debonis/PA2023-24/>

Gli algoritmi

- Gli algoritmi forniscono istruzioni passo-passo per svolgere compiti specifici e prendere decisioni.
- Quando si programma, ci sono molti modi di risolvere un problema ma l'efficacia dei metodi può variare molto: alcuni metodi possono essere di gran lunga migliori di altri.
- Gli algoritmi sono usati per trovare il modo migliore per risolvere un problema, e così migliorare l'efficienza di un programma.

Gli algoritmi

- .Occorre capire quando un algoritmo e` corretto.
- Un algoritmo si dice **corretto** se, per ogni istanza input, si ferma producendo l'output corretto.
 - Un algoritmo non corretto potrebbe non fermarsi su alcune istanze input o fermarsi producendo la risposta sbagliata.
- Un algoritmo deve essere specificato in modo da fornire una descrizione precisa della procedura computazionale che deve essere seguita.

Perché studiare gli algoritmi

- Gli **algoritmi** e le **metodologie per progettarli** sono essenziali per ogni campo dell'informatica
 - Il **routing** nelle reti di comunicazione è basato sugli algoritmi per i percorsi minimi.
 - La **computer graphics** fa uso di algoritmi di geometria computazionale.
 - La **biologia computazionale** fa uso della programmazione dinamica per misurare le similitudini tra sequenze di DNA.
 - Gli algoritmi di teoria dei numeri sono alla base della **crittografia a chiave pubblica e delle firme digitali**. Il commercio elettronico su larga scala non sarebbe possibile senza questi strumenti. Questi strumenti sono infatti essenziali per garantire la privacy di informazioni quali password, numeri di carte di credito, informazioni bancarie.

Perché studiare gli algoritmi

- Gli **algoritmi** e le **metodologie per progettarli** sono essenziali per l'innovazione tecnologica.
 - I **motori di ricerca** utilizzano algoritmi per valutare la rilevanza delle pagine Web in relazione ad una certa richiesta dell'utente
 - L'algoritmo più famoso è l'algoritmo PageRank usato da Google.
- Gli algoritmi distribuiti sono fondamentali per il **cloud computing**.

Perché studiare gli algoritmi

- Altre motivazioni...
- La conoscenza degli algoritmi ha permesso di sviluppare un nuovo approccio allo studio di processi al di fuori dell'informatica e, più in generale, dell'ambito tecnologico.
 - La quantum computation ha permesso una nuova interpretazione della meccanica quantistica.
 - La fluttuazione dei prezzi nei mercati economici può essere vista come un processo algoritmico.
 - Le teorie evolutive possono essere interpretate come algoritmi
- Gli algoritmi stimolano il ragionamento e la creatività.

Perché studiare gli algoritmi

- Estratto da REPORT TO THE PRESIDENT AND CONGRESS, “DESIGNING A DIGITAL FUTURE” President’s Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), DECEMBER 2010

“Progress in Algorithms Beats Moore's Law

Everyone knows Moore's Law - a prediction made in 1965 by Intel co-founder Gordon Moore that the density of transistors in integrated circuits would continue to double every 1 to 2 years. Fewer people appreciate the extraordinary innovation that is needed to translate increased transistor density into improved system performance ...

... Even more remarkable - and even less widely understood - is that in many areas, performance gains due to improvements in algorithms have vastly exceeded even the dramatic performance gains due to increased processor speed. The algorithms that we use today for speech recognition, for natural language translation, for chess playing, for logistics planning, have evolved remarkably in the past decade. It's difficult to quantify the improvement, though, because it is as much in the realm of quality as of execution time...

... the design and analysis of algorithms, and the study of the inherent computational complexity of problems, are fundamental subfields of computer science. ”

Perché studiare gli algoritmi

- Quanto affermato nel report del PCAST ha trovato conferma nei risultati di uno studio dello MIT pubblicato nel settembre 2021.
- Questo studio ha riguardato 113 famiglie di algoritmi e ha dimostrato che circa il 43% di queste famiglie ha registrato anno per anno miglioramenti uguali o superiori a quelli registrati dall'hardware.
- Nel 14% di problemi i miglioramenti dovuti agli algoritmi sono stati enormemente maggiori di quelli dovuti ai progressi dell'hardware.
- Al crescere del numero di dati (fino a 10^9 o 10^{12}) i miglioramenti dovuti agli algoritmi diventano significativamente più importanti rispetto a quelli dovuti all'hardware.
- Neil Thompson, uno degli autori dello studio, ha affermato quanto segue (traduzione):
“Attraverso la nostra analisi, siamo stati in grado di dire quanto lavoro in più potrebbe essere fatto usando la stessa potenza computazionale grazie al miglioramento di un algoritmo. **In un'epoca in cui l'impatto sull'ambiente del computing diventa sempre più preoccupante, questo rappresenta un modo di apportare miglioramenti al mondo degli affari e ad altre organizzazioni senza effetti svantaggiosi.**”

Perché studiare gli algoritmi

- Lo studio di differenti metodologie di problem-solving e di come queste sono applicate a problemi noti ci fornisce l'esperienza per poter affrontare in futuro la sfida che ci sarà posta da nuovi problemi.
- Lo studio di un numero di diversi algoritmi ci permette di apprendere schemi di soluzione di un problema e di riconoscere i tipi di problemi a cui quegli schemi possono essere applicati
- Saremo in grado di adattare le nostre conoscenze alla soluzione di problemi che allo stato attuale non possiamo neanche intuire.

Perché studiare gli algoritmi

- Enrico Nardelli – Professore di Informatica, Università di Roma "Tor Vergata"

«Capire cosa sarà utile nel futuro è **un esercizio difficilissimo**. Ci sono [molti esempi di previsioni drammaticamente sbagliate](#) da parte di persone peraltro assai esperte nel loro settore.

Cosa si può fare, allora? Una possibilità è quella di privilegiare l'apprendimento di competenze metodologiche su quelle tecnologiche. La tecnica ha ormai raggiunto un ritmo di aggiornamento elevatissimo. La tecnologia che posso imparare oggi presumibilmente tra 20 anni sarà marginale.

In questa direzione, la migliore possibilità è impadronirsi di quelle che possiamo chiamare **meta-competenze**, cioè competenze che aiutano ad acquisire competenze. In tal modo, qualunque sarà l'effettiva capacità che mi servirà tra 20 anni, quando sarà il momento avrò più facilità ad assimilarla.»

Perché studiare gli algoritmi

- Da un'intervista del 2019 a Pino Mercuri - all'epoca Direttore delle Risorse Umane di Microsoft Italia :

«Viviamo in un mondo in cui le competenze stesse sono soggette ad obsolescenza sempre più forte.

Se penso al mio mondo che è il mondo della information and communication technology, al mondo dell'informatica, in realtà l'obsolescenza si misura in mesi....

Possiamo fare molto per essere pronti per essere preparati al continuo cambiamento ed è un fattore più culturale che non tecnico»

Perché studiare gli algoritmi

- Durante i colloqui di lavoro, le compagnie rivolgono domande sugli algoritmi.
- La conoscenza degli algoritmi dimostra da parte degli intervistati una comprensione dell'essenza dei principi dell'informatica, abilità nel problem-solving, e potenzialità di contribuire al successo della compagnia.
- Nel verificare le abilità dei candidati nell'ambito degli algoritmi e delle relative strutture dati, le compagnie si assicurano di reclutare persone che possono affrontare sfide complesse, disegnare soluzioni efficienti, e contribuire in modo efficace ai progetti.
- Per un candidato, è cruciale investire tempo per acquisire padronanza degli algoritmi, dal momento che questa è fondamentale per il successo delle interviste per figure professionali nell'ambito dello sviluppo del software.