

Introduzione

Corso di Fondamenti di Informatica - modulo 1
Corso di Laurea in Informatica
Università di Roma "Tor Vergata"
a.a. 2020-2021

Giorgio Gambosi

Obiettivi dell'informatica

Campo di interesse dell'informatica è l'elaborazione di *informazione* mediante procedimenti generali, o *algoritmi*, che si assume siano descritti mediante *linguaggi* in modo da essere eseguiti per mezzo di *computazioni* su dispositivi (astratti o reali) descritti da *modelli di calcolo*.

Obiettivi dell'informatica

Trattandosi di una disciplina scientifica, i vari concetti introdotti devono essere descritti mediante il formalismo matematico, in modo da consentire di effettuare considerazioni in termini non ambigui e di dedurre proprietà in modo rigoroso, mediante la logica.

Metodo scientifico:

- descrivere la realtà in termini matematici (modello matematico)
- derivare proprietà in modo formale, utilizzando i meccanismi messi a disposizione dalla logica e dalla matematica

Questioni poste

La definizione precedente pone a sua volta un insieme di questioni:

1. Cosa è "informazione"? come posso definirla in modo rigoroso? posso anche renderla una grandezza misurabile (come la velocità o la temperatura)?

La *teoria dell'informazione* definisce l'informazione come grandezza misurabile (in bit) e ne caratterizza le proprietà generali in termini di messaggi, definiti come sequenze di simboli.

La *teoria dei codici* si interessa di come uno stesso contenuto informativo possa essere rappresentato in modo più o meno efficiente, sotto diversi punti di vista, in messaggi diversi.

Questioni poste

Le *strutture di dati* organizzano l'informazione in modo articolato, in modo da consentirne un'elaborazione più efficiente.

Le *basi di dati* definiscono modalità di rappresentazione della realtà (modelli di essa) mediante informazione organizzata in modo tale da descrivere in modo preciso e corretto il frammento di realtà di interesse, e da elaborare questa informazione in modo il più possibile corretto

Questioni poste

2. Cosa voglio fare quando elaboro dell'informazione? come faccio a specificare cosa voglio ottenere?

In generale, voglio ottenere dei dati di "output" a partire dall'informazione iniziale, di "input". Questo corrisponde a vedere il tutto come soluzione di un problema. Devo specificare la relazione che esiste tra input e output: formalmente una funzione.

Come effettuo la descrizione della funzione? Come posso essere sufficientemente certo che la funzione che definisco corrisponde a quel che voglio che avvenga?

Questioni poste

3. Un algoritmo va descritto per un dispositivo che si assume lo debba eseguire: come posso descrivere le caratteristiche di questo dispositivo? devo necessariamente descrivere un algoritmo in termini di sequenza di passi da eseguire, o esistono altri modi? Come posso descrivere in modo preciso l'esecuzione di un algoritmo da parte di un dispositivo, e quindi una computazione?

Teoria della calcolabilità: studia i possibili modi di descrivere algoritmi e la loro capacità espressiva (possono descrivere gli stessi algoritmi e quindi risolvere gli stessi problemi?)

Paradigmi di programmazione: modalità diverse di descrizione di algoritmi, e quindi di programmazione.

Questioni poste

4. Come posso descrivere un algoritmo? come faccio a rendere la sua descrizione univoca? ho bisogno di un linguaggio che mi permetta di descriverlo, come potrebbe essere fatto questo linguaggio? di quali costrutti linguistici ho bisogno?

Teoria dei linguaggi di programmazione. Come devono essere fatti per essere sufficientemente semplici e allo stesso tempo poter descrivere tutti gli algoritmi possibili?

Che struttura può avere la descrizione di un algoritmo? *Sintassi* dei linguaggi e dei programmi.

Questioni poste

5. Come posso essere certo che un algoritmo elabori l'informazione esattamente come mi aspetto che faccia, in tutti i casi possibili? come posso verificare se ciò avviene?

Devo poter specificare in modo rigoroso il significato di un programma, nel senso delle operazioni eseguite dal dispositivo cui si fa riferimento. *Semantica* dei linguaggi e dei programmi.

Mi chiedo se posso verificare in modo rigoroso se l'algoritmo è corretto. La *Teoria della calcolabilità* studia se questa verifica può essere verificata mediante un algoritmo.

Questioni poste

6. Per ogni esigenza di elaborazione dell'informazione (problema) esiste un algoritmo che la risolve? Tutti i problemi sono risolubili? Quale dipendenza c'è tra il modello di calcolo e l'insieme dei problemi risolubili?

Teoria degli automi, considera i problemi risolubili su modelli di calcolo "deboli", ma interessanti per vari motivi (automi a stati finiti, automi a pila).

Teoria della calcolabilità, considera la risolubilità di problemi sui modelli di calcolo più potenti (Macchine di Turing, sistemi di Post, RAM, funzioni ricorsive)

Questioni poste

7. Anche se un algoritmo esiste per un determinato problema, quanto è efficiente nel risolverlo? Quanto "tempo" ci mette per risolvere una istanza del problema? Quanta informazione deve memorizzare per farlo? Esiste un limite a quanto efficientemente un algoritmo può risolvere un problema dato?

Teoria degli algoritmi, definisce metodi e paradigmi di definizione di algoritmi per la soluzione di specifici problemi, e ne studia la relativa efficienza

Teoria della complessità, si interessa della difficoltà "intrinseca" di risoluzione dei problemi, nel senso di quanto efficientemente "al massimo" un algoritmo li può risolvere. Organizza l'insieme dei possibili problemi sulla base della loro difficoltà intrinseca.

In questo corso

- Teoria degli automi e dei linguaggi. Modelli di calcolo più "deboli" e caratterizzazione dei problemi che si riesce a risolvere al loro interno: automi a stati finiti e automi a pila
- Analisi lessicale e sintattica. Applicazione di quanto sopra alla compilazione di programmi.
- Teoria della calcolabilità. Modelli di calcolo più potenti (Macchine di Turing). Problemi risolubili e non risolubili.
- Teoria della complessità. Valutazione dell'efficienza di soluzione di problemi. Caratterizzazione di problemi sulla base della relativa difficoltà di soluzione (classi di complessità). Classi di complessità di particolare importanza teorica e pratica (problemi polinomiali e NP-completi)

Impostazione

Per quanto premesso, tutto ciò sarà trattato utilizzando il formalismo matematico, in particolare la matematica discreta e la logica

Tutti i concetti trattati saranno introdotti in modo formale e le proprietà considerate saranno derivate mediante dimostrazioni.