

## *Indice dettagliato*

Introduzione.....	XVII
-------------------	------

### *Parte I: Fondamenti Teorici*

Capitolo primo <b>I modelli fondamentali</b> .....	3
1. Informatica: approcci teorico e tecnico .....	3
2. Il concetto di elaborazione.....	5
3. Il concetto di algoritmo.....	7
4. Il modello di automa.....	8
5. Stati e registri: grandezze numeriche ed analogiche.....	14
6. Le macchine di Turing.....	16
7. Calcolabilità.....	20
8. Funzioni non calcolabili.....	22
9. Modelli avanzati di automi e macchine di Turing.....	24
10. Algoritmi, linguaggi e programmi.....	25
11. Modello "penna e carta".....	26
12. Modello di Von Neumann .....	28
Capitolo secondo <b>La macchina astratta generalizzata</b> .....	31
1. Valore, tipo e attributo di un'informazione.....	32
2. Informazione e dati. Il bit .....	35
3. Tipi semplici.....	36
4. Le azioni elaborative nella macchina di Von Neumann .....	40
5. Un esempio di elaborazione.....	42
6. La macchina astratta generalizzata.....	44
7. Hardware e software. Macchina base e macchine virtuali .....	48
8. Memoria, processore e registro PI .....	49
9. Gli strati di un sistema di elaborazione. ....	52
Capitolo terzo <b>I modelli dell'algebra di Boole</b> .....	57
1. Definizione di algebra di Boole.....	58
2. Variabili e funzioni booleane.....	61
3. Eguaglianze notevoli e teorema di De Morgan.....	63
4. L'algebra degli insiemi.....	67
5. L'algebra della logica delle proposizioni .....	70
6. L'algebra dei circuiti .....	74
7. Riepilogo.....	79

Capitolo quarto <b>Forme e rappresentazioni delle funzioni booleane</b> .....	81
1. Letterali, clausole, mintermini e maxtermini .....	81
2. Forme elementari.....	83
3. Tabelle di verità.....	84
4. Forme canoniche.....	85
5. Numeri caratteristici.....	90
6. Equazioni booleane.....	91
7. Funzioni incompletamente specificate.....	93
8. Implicanti di una funzione.....	94
9. I diagrammi di Veitch.....	96
Capitolo quinto <b>Logica e programmazione logica</b> .....	103
1. Logica deduttiva, logica enunciativa ed algebra di Boole.....	103
2. I connettivi fondamentali.....	106
3. Altri connettivi.....	109
4. Tabelle di verità.....	111
5. Regole di inferenza.....	114
6. Sistemi di logica e teorie formali.....	117
7. La dimostrazione automatica.....	118
8. Logica predicativa.....	121
9. Relazioni.....	124
10. Logica dei predicati del primo ordine.....	125
11. Regole di inferenza per i quantificatori.....	126
12. Decidibilità.....	128
13. La programmazione logica.....	129
Capitolo sesto <b>I linguaggi di programmazione</b> .....	133
1. Le stringhe.....	133
2. Definizione e riconoscimento dei linguaggi.....	134
3. Definizione formale di un linguaggio.....	136
4. La forma normale di Backus.....	138
5. Ambiguità sintattiche.....	141
6. Definizione della semantica.....	142
7. Analisi lessicale.....	145
8. Analisi sintattica.....	147
9. Analisi semantica.....	151
Capitolo settimo <b>Specifiche e correttezza dei programmi</b> .....	153
1. Specifica di un programma.....	153
2. Un metodo algebrico di specifica.....	154
3. Un esempio di specifica di tipo di dato astratto: la pila.....	156
4. Dimostrazione di correttezza e testing.....	157
5. La correttezza.....	158
6. Un metodo per la dimostrazione formale di correttezza.....	159
7. Un esempio di dimostrazione di correttezza.....	163

Capitolo ottavo <b>La complessità computazionale</b> .....	167
1. Problemi, algoritmi e programmi.....	167
2. Efficienza dei programmi.....	168
3. Ordine di una funzione.....	170
4. Costo di un algoritmo.....	170
5. Delimitazione superiore della complessità.....	172
6. Delimitazione inferiore della complessità.....	173
7. Funzioni di complessità.....	174
8. Teoria della complessità astratta.....	176
9. Problemi NP-completi.....	177

## Parte II: Fondamenti di programmazione

Capitolo primo <b>Introduzione alla programmazione ed ai linguaggi</b> .....	181
1. Elaborazione.....	182
2. Campi di impiego degli elaboratori.....	184
3. Un elenco di applicazioni.....	187
4. Linguaggi simbolici.....	190
5. Caratteristiche dei linguaggi più diffusi.....	193
6. Hardware e software.....	191
7. Sistemi operativi.....	192
Capitolo secondo <b>I tipi semplici</b> .....	195
1. I tipi: introduzione.....	195
2. Variabili e costanti.....	208
3. I tipi nei linguaggi di programmazione.....	210
4. Definizioni e notazioni per le operazioni sui tipi.....	212
5. Tipo intero.....	217
6. Tipo reale.....	222
7. Tipo carattere.....	228
8. Tipo enumerativo.....	231
9. Tipo sottocampo.....	233
10. Tipo booleano.....	234
11. Relazioni e predicati.....	236
12. Funzioni per la trasformazione di tipo.....	237
Capitolo terzo <b>I tipi strutturati fondamentali</b> .....	241
1. I tipi strutturati.....	241
2. Gli array.....	243
3. Allocazione degli array.....	247
4. Gli array nel linguaggio C++.....	249
5. Il tipo record.....	251
6. Il tipo record in C.....	254
7. Dimensioni delle strutture dati in C++.....	256
8. Il tipo file.....	256
9. Il tipo astratto stringa di caratteri.....	257
10. La stringa nei linguaggi di programmazione.....	260
11. Riepilogo.....	262



Capitolo quarto <b>Le istruzioni semplici</b> .....	263
1. Dati ed istruzioni.....	263
2. Istruzioni di ingresso.....	265
3. Istruzioni di uscita.....	267
4. Esempi di istruzioni di ingresso e uscita.....	269
5. Istruzioni di calcolo.....	270
6. Istruzioni di calcolo e assegnazione nel C++.....	273
7. Esempi di istruzioni di assegnazione.....	275
8. Sottoprogrammi, procedure e funzioni.....	276
9. I sottoprogrammi nel linguaggio C++.....	282
10. Istruzioni per il controllo di sequenza.....	287
11. Istruzioni di controllo non strutturate (di salto).....	287
12. Riepilogo.....	291
Capitolo quinto <b>Le istruzioni strutturate</b> .....	293
1. La programmazione strutturata.....	293
2. Il costrutto sequenza.....	295
3. Costrutti di selezione.....	296
4. Esempi di istruzioni di selezione.....	302
5. Costrutti di iterazione.....	308
6. Esempi di strutture di iterazione.....	314
7. Equivalenza dei programmi.....	316
8. Altri costrutti per il controllo di sequenza.....	318
9. Modalità di scrittura.....	320
10. Riepilogo.....	322
Capitolo sesto <b>Programmi con strutture di selezione</b> .....	325
1. Caratteristiche dei programmi.....	325
2. Uso di sottoprogrammi.....	327
3. Problemi ed algoritmi.....	329
4. Esempi di programmi semplici.....	330
5. Esempio di programmi con strutture di selezione.....	334
6. Esempi di sottoprogrammi.....	339
Capitolo settimo <b>Programmi con cicli</b> .....	347
1. Generalità.....	347
2. Schemi di programmi con cicli ripetitivi.....	347
3. Cicli ripetitivi: esempi introduttivi.....	349
4. Cicli ripetitivi: tabellazione di funzioni.....	352
5. Cicli ripetitivi: derivate ed integrali.....	355
6. Schemi di algoritmi iterativi.....	358
7. Algoritmi iterativi: calcolo di funzioni matematiche.....	361
8. Algoritmi iterativi: integrali.....	366
9. Schemi per il calcolo di una serie.....	368
10. Calcolo di funzioni con sviluppo in serie.....	369

Capitolo ottavo <b>Programmi con array</b> .....	371
1. Introduzione.....	371
2. Elaborazione di vettori.....	372
3. Elaborazioni su vettori. Esempi.....	372
4. Elaborazioni su matrici. Esempi.....	373
5. Matrici simmetriche.....	375
6. Matrici sparse.....	376
7. Trattamento di elenchi attraverso array.....	379
8. Trattamento di tabelle.....	383
9. Array per l'organizzazione di un algoritmo.....	386
Capitolo nono <b>La ricorsione</b> .....	389
1. Induzione.....	389
2. Schema di algoritmi ricorsivi.....	390
3. Strutture dati ricorsive (alberi binari).....	395
4. Meccanismo interno di ricorsione.....	398
5. Risoluzione in forma iterativa di un algoritmo ricorsivo.....	400
6. Impiego degli algoritmi ricorsivi.....	402
Capitolo decimo <b>Algoritmi di base del calcolo numerico</b> .....	403
1. Calcolo di integrali definiti.....	403
2. Risoluzione di un'equazione non lineare.....	407
3. Sistemi di equazioni lineari.....	412
4. Sistemi di equazioni lineari. Metodo iterativo.....	417
5. Integrazione di equazioni differenziali.....	421
Capitolo undicesimo <b>Problemi di ordinamento e di ricerca</b> .....	431
1. Generalità.....	431
2. Ordinamento per selezione.....	433
3. Ordinamento per scambi (bubble sort).....	434
4. Ordinamento per inserzione.....	437
5. Ordinamento con doppio indice.....	439
6. Ordinamenti per distribuzione e fusione.....	442
7. Fusione di due array.....	443
8. Fusione di due file sequenziali.....	445
9. Ordinamento per distribuzione e fusione di un array.....	446
10. Ordinamento per distribuzione e fusione di un file.....	449
11. Metodi di ricerca in una lista.....	452
Capitolo dodicesimo <b>Basi di dati</b> .....	455
1. Introduzione.....	455
2. Relazioni e basi di dati relazionali.....	457
3. Chiavi e dipendenze funzionali.....	459
5. L'algebra relazionale.....	465
6. Modello entità-relazioni.....	468
7. Normalizzazione.....	470
8. Vincoli di integrità.....	475
9. Vincoli di integrità: vincoli strutturali.....	478



10. Ordinamento delle tabelle .....	479
11. Ciclo di vita di una base di dati.....	480
12. Definizione di un database relazionale .....	484
13. Query su una tabella: proiezione e selezione .....	486
14. Query su più tabelle: Join.....	491
15. Inserimento, cancellazione ed aggiornamento .....	493
16. Database ed operazioni su archivi.....	494
<b>Capitolo tredicesimo Struttura dei programmi .....</b>	<b>499</b>
1. I linguaggi di programmazione.....	499
2. Compilatori, interpreti e supporto al run time.....	502
3. Il ciclo di vita di un programma.....	505
4. Le unità strutturali di un programma.....	507
5. Portata, visibilità e tempo di legame.....	511
6. Ciclo di vita delle variabili.....	513
7. Struttura del programma.....	516
8. Struttura dei programmi C++ .....	521
9. Preelaborazione del testo origine: il caso del C++.....	523
<b>Capitolo quattordicesimo Sviluppo dei programmi.....</b>	<b>529</b>
1. Ambiente di sviluppo del software.....	529
2. Le fasi di sviluppo del programma.....	530
3. La documentazione dei programmi.....	533
4. Sviluppo dei programmi basato sulla documentazione .....	537
5. Uno schema di documentazione dei programmi.....	539
6. Errori di programmazione .....	545
7. Errori nei programmi.....	550
8. Tecniche per limitare gli errori.....	551
9. Il testing.....	552
<b>Capitolo quindicesimo La progettazione dei programmi.....</b>	<b>555</b>
1. La produzione del software.....	555
2. Le fasi di sviluppo del software .....	561
3. Metodologie di progettazione ascendente e discendente.....	565
4. Metodologia del raffinamento.....	567
5. La programmazione ad oggetti come esigenza di progetto.....	570
6. La modularizzazione nella programmazione ad oggetti.....	574
 <b>Parte III: Fondamenti di Architettura</b>	
<b>Capitolo primo Struttura fondamentale degli elaboratori.....</b>	<b>581</b>
1. Gli elaboratori numerici.....	581
2. Schema di principio di un elaboratore.....	585
3. Organi di un calcolatore: unità di ingresso e uscita.....	587
4. Organi di un elaboratore: la memoria centrale.....	590
5. Memorie di massa.....	592
6. Unità logico-aritmetica.....	596

7. Il processore e l'unità centrale .....	597
8. Linguaggi macchina ed assemblativo.....	602
9. Le istruzioni del linguaggio macchina.....	604
<b>Capitolo secondo Impianti informatici e reti telematiche .....</b>	<b>609</b>
1. Impianti.....	609
2. Teleelaborazione.....	614
3. Le reti telematiche.....	616
4. Reti locali.....	618
5. Reti geografiche.....	620
6. I servizi di rete .....	623
<b>Capitolo terzo Rappresentazione e codifica dei dati.....</b>	<b>625</b>
1. La funzione intero ed il resto in modulo. ....	625
2. Il bit: tipo elementare e misura dell'informazione.....	627
3. La codifica.....	628
4. Rappresentazione in macchina dei dati. I registri.....	632
5. Il bit: tipo atomico assoluto. Il flip flop.....	633
6. Codifica in bit diretta ed indiretta.....	634
7. Codici ridondanti.....	635
8. Il sistema di numerazione posizionale .....	637
9. La numerazione binaria. Il bit come cifra binaria.....	639
10. Le numerazioni ottale ed esadecimale .....	640
11. La numerazione decimale .....	643
12. Conversione di base .....	645
13. Rappresentazione dei caratteri. Codice ASCII.....	649
<b>Capitolo quarto Rappresentazione dei numeri ed aritmetica .....</b>	<b>653</b>
1. Rappresentazione dei numeri. Generalità.....	653
2. Rappresentazione di numeri naturali. ....	655
3. Aritmetica dei numeri naturali.....	659
4. Rappresentazione in segno e modulo .....	662
5. Classi dei resti modulo M.....	663
6. Rappresentazione di numeri negativi in complementi.....	666
7. Rappresentazione in complementi alla base.....	670
8. Rappresentazione in complementi diminuiti.....	672
9. Rappresentazione per eccessi.....	674
10. Rappresentazione dei reali e dei frazionari .....	674
11. Virgola fissa e mobile .....	678
12. Rappresentazione in macchina di interi binari .....	684
13. Rappresentazioni decimali impaccate e non impaccate .....	685
14. Virgola mobile binaria: lo standard IEEE.....	686
<b>Indice analitico.....</b>	<b>691</b>
<b>Indice completo degli argomenti .....</b>	<b>703</b>
<b>Indice degli esempi .....</b>	<b>719</b>
<b>Indice delle figure.....</b>	<b>723</b>
<b>Indice delle tabelle.....</b>	<b>727</b>

## ***Introduzione***

### *Obiettivi del testo*

Questa opera, in due volumi, presenta i fondamenti teorici, tecnici ed operativi dell'Informatica; i due volumi sono concepiti per coprire rispettivamente i due corsi di Fondamenti di Informatica I e II che si tengono presso le Facoltà di Ingegneria per gli allievi del settore di Ingegneria dell'Informazione (corsi di laurea in Ingegneria informatica, elettronica e delle telecomunicazioni).

Il testo deriva da una sostanziale rifazione e riorganizzazione dei precedenti testi di Fondamenti di informatica degli stessi autori, effettuata in base all'esperienza di uso nei corsi suddetti, dalla loro fondazione (1990) a tutt'oggi. Ma l'esperienza (ed i testi) si ricollegano ai vecchi testi di "Calcolatori elettronici" e poi di "Programmazione dei calcolatori elettronici" editi dagli stessi autori fin dagli anni '60.

Il presente testo è anche adatto per altri corsi universitari introduttivi caratterizzati da un buon livello di approfondimento. Non richiedendo l'argomento nozioni propedeutiche se non quelle di una buona cultura matematica a livello di scuola media superiore (soltanto il capitolo del calcolo numerico e qualche esempio richiedono nozioni di analisi matematica), il testo è adatto anche per lettori interessati comunque alla disciplina.

### *L'Informatica e i suoi fondamenti*

Nella moderna Società dell'Informazione, l'informatica pervade tutte le applicazioni, da quelle scientifiche e di calcolo in senso tradizionale a quelle prettamente amministrative, dai supporti al lavoro individuale all'automazione della fabbrica, alle moderne tecniche di trasmissione, scambio ed elaborazione di informazioni delle nature più disparate. Orientarsi in questa disciplina diventa impresa ardua, considerando soprattutto che essa ha, come la matematica, da un lato caratteristiche di disciplina trasversale, a supporto di altre discipline, dall'altro caratteristiche di disciplina verticale, con proprie teorie, metodologie e tecniche. I fondamenti della disciplina costituiscono la chiave di accesso in primo luogo alla comprensione della disciplina e quindi