

Indice

Prefazione	xxi
Introduzione	xxiii
Nota tecnica	xxvii
0 Programmare per calcolare	1
I Programmazione di base in linguaggio C	5
1 Numeri e non-numeri	7
1.1 Sistemi di numerazione	7
1.2 Sistemi posizionali	8
1.2.1 Il sistema binario	9
1.2.2 Il sistema esadecimale	13
1.3 Sistemi di rappresentazione	15
1.3.1 Rappresentazione dei numeri negativi	17
1.3.2 Numeri in complemento	17
1.3.3 La rappresentazione in eccesso	19
1.3.4 Rappresentazione dei numeri razionali	20
1.4 Il problema delle approssimazioni	23
1.5 Non-numeri sul calcolatore	24
1.6 Rappresentazione di valori logici	25
1.6.1 Operatori Logici	26
1.7 Rappresentazione dei caratteri	28
1.7.1 Stringhe di caratteri	29
1.7.2 Il codice ASCII	29
1.7.3 UNICODE	30
1.8 Rappresentazione di altre informazioni	30

2	Linguaggi di programmazione	33
2.1	Perché occorre un linguaggio di programmazione	33
2.2	Linguaggi ad alto livello e istruzioni elementari	38
2.2.1	Il linguaggio Assembly	40
2.3	Il ruolo del compilatore	41
2.3.1	Interpreti e compilatori	43
2.4	Il linker	44
2.5	Linguaggi procedurali e orientati agli oggetti	47
2.6	Perché il linguaggio C	49
2.7	Il linguaggio C: storia e caratteristiche	50
2.8	Compilatori C nel loro ambiente	51
2.8.1	Linux e Windows	54
2.8.2	Un primo esempio, in Linux: gcc	54
2.8.3	Un secondo esempio, in Windows: Cygwin ed lcc	56
3	Elementi di base dei programmi in C	59
3.1	L'inizio di un programma	59
3.2	Istruzioni, variabili, tipi	61
3.3	Operatori	64
3.3.1	Operatori aritmetici	64
3.3.2	Operatori logici	70
3.3.3	Altri operatori	70
3.4	La prima volta dell'Input/Output	72
3.5	Direttive al preprocessore	76
3.6	Cenni alle funzioni di libreria	78
3.7	Prime applicazioni	79
4	Elementi di gestione logica	83
4.1	Il controllo del flusso	84
4.1.1	Flussi non lineari	85
4.2	Prendere una decisione	86
4.2.1	if/else	88
4.2.2	L'operatore di selezione	91
4.3	Iterazioni	91
4.3.1	Il fattoriale	96
4.3.2	Soluzione di equazioni	98
4.3.3	Ricerca di numeri primi	101
4.4	Istruzioni malsane	102
4.5	Un problema di arrotondamento	104

5	Strutture fondamentali di dati	111
5.1	Array unidimensionali	112
5.2	Algoritmi con array	114
5.2.1	Ordinamento: Bubblesort	115
5.2.2	Ricerca binaria	117
5.3	Array multidimensionali	119
5.4	Soluzione di sistemi di equazioni lineari	120
5.5	Generazione di numeri casuali	124
5.6	Stringhe di caratteri	126
5.6.1	Sintassi delle stringhe nel C	127
5.6.2	I/O per stringhe di caratteri	128
5.6.3	Stringhe e array multidimensionali	129
6	Puntatori	135
6.1	Puntatori e variabili puntate	135
6.2	Array e puntatori nel linguaggio C	139
6.2.1	Il qualificatore const	141
6.2.2	Puntatori a stringhe	143
6.3	Aritmetica dei puntatori	144
6.4	Considerazioni di efficienza	146
6.5	Array multidimensionali e puntatori	147
6.5.1	Array di puntatori	149
6.6	Puntatori a puntatori	151
6.7	Input/Output con i file	152
6.7.1	File binari	157
7	Funzioni	161
7.1	Dichiarazione e definizione	161
7.1.1	Ambito e visibilità	165
7.2	Parametri formali	167
7.3	Puntatori e array come parametri	171
7.3.1	Array in input e output	172
7.3.2	Passaggio di array multidimensionali	175
7.3.3	Variabili globali e locali	178
7.4	Applicazioni	179
7.4.1	Istogrammi	179
7.4.2	Calcolo del χ^2 di una distribuzione	184
7.4.3	Stile di programmazione e riusabilità	186
7.5	Puntatori a funzione	187
7.6	Funzioni di funzione	188

8	Interpolazione e integrazione numerica	191
8.1	Interpolazione	191
8.1.1	Determinazione dei parametri di una funzione	193
8.1.2	Interpolazione con i polinomi di Lagrange	196
8.2	Integrazione numerica	200
8.2.1	Il metodo dei rettangoli	202
8.2.2	Il metodo del punto di mezzo	202
8.2.3	Il metodo dei trapezi	204
8.2.4	Altri metodi d'integrazione	207
8.3	Il metodo Monte Carlo	210
8.3.1	Integrali multipli	212
II	Programmazione avanzata e algoritmi	215
9	Integrazione di equazioni differenziali	217
9.1	L'oscillatore armonico	217
9.2	Gli algoritmi d'integrazione	220
9.2.1	Eulero ed Eulero-Cromer: convergenza e stabilità	222
9.2.2	Altri metodi: punto centrale e mezzo passo	227
9.2.3	Risultati fisici da un esempio d'integrazione	229
9.3	Le struct	232
9.4	Discussione di un programma esemplare	236
10	Le equazioni differenziali: approfondimenti	245
10.1	Ancora algoritmi	245
10.1.1	Verlet e Verlet autosufficiente	246
10.1.2	Predizione-correzione e Runge-Kutta	248
10.1.3	Analisi della stabilità	250
10.2	system, malloc e typedef	253
10.2.1	Interazione con il sistema operativo: la funzione system	253
10.2.2	Prenotazione dinamica della memoria: malloc e calloc	253
10.2.3	Definizione di tipi derivati: typedef	257
10.3	Il pendolo semplice	259
10.4	Due pianeti intorno al sole	262
10.5	Utensili informatici: gnuplot	264
10.6	Il moto di un grave	266
10.7	Il pendolo e il caos	267

11 Numeri (pseudo)casuali	271
11.1 Generazione di sequenze aleatorie	272
11.2 Congruenze lineari	273
11.2.1 Scelta del modulo	277
11.2.2 Scelta del moltiplicatore	277
11.2.3 Generatori puramente moltiplicativi	280
11.3 Alcuni esempi di generatori e un primo test	282
11.4 Test statistici	284
11.4.1 Test del χ^2	286
11.4.2 Il test di Kolmogorov-Smirnov	290
11.5 Registri a scorrimento	293
11.6 Generazione di distribuzioni non uniformi	297
12 Cammini aleatori	301
12.1 Un primo argomento semplice ma risolutivo	302
12.2 Più di una dimensione: la funzione generatrice	309
12.3 Un gas reticolare	319
12.4 Cammini aleatori in ambiente aleatorio	329
13 Liste, dizionari e percolazione	333
13.1 Le union	333
13.1.1 Un esperimento virtuale	335
13.2 Liste concatenate	338
13.2.1 Liste, stringhe e un dizionario	338
13.2.2 Funzioni ricorsive: il calcolo del fattoriale	345
13.2.3 Gli alberi binari e i dizionari	346
13.3 I cluster connessi	352
13.4 La percolazione	356
13.5 Un algoritmo basato sulle liste	362
14 I bit e le variabili booleane	367
14.1 Gli operatori di singolo bit	367
14.2 Come operare sui bit	371
14.3 Un piccolo addizionatore multiplo di bit	374
14.4 Gli automi cellulari di von Neumann e Ulam	377
14.5 Il gioco della vita	386

III Programmazione di algoritmi avanzati	393
15 Ricorsività e ordinamento dei dati	395
15.1 Analisi delle prestazioni di un algoritmo	396
15.2 Un primo algoritmo di ordinamento: Insertion sort	400
15.2.1 Analisi di Insertion sort	402
15.2.2 Miglioriamo Insertion sort	404
15.2.3 Stima dei tempi d'esecuzione	405
15.3 La strategia "Dividi e Risolvi" ricorsiva	408
15.3.1 La logica ricorsiva	409
15.3.2 Un algoritmo ricorsivo: Quicksort	410
15.3.3 Rappresentazioni di un processo ricorsivo	413
15.3.4 Come scrivere una buona funzione ricorsiva	415
15.3.5 Analisi di Quicksort	418
16 Strutture di dati dinamiche	423
16.1 Strutture lineari	424
16.1.1 Code e stack	426
16.1.2 Liste concatenate	429
16.2 Code con priorità	431
16.2.1 Struttura di tipo heap	431
16.2.2 Costruire uno heap	433
16.2.3 Manutenzione di uno heap	435
16.2.4 Ordinare con uno heap: Heapsort	440
16.3 Metodi elementari di ricerca	441
16.3.1 Alberi binari di ricerca	442
16.3.2 Inserimento e ricerca in un albero binario di ricerca	444
16.3.3 Cancellazione da un albero binario di ricerca	448
17 Grafi e algoritmi su grafi	453
17.1 Definizione di grafo e sue proprietà principali	454
17.2 Da un grafo a una struttura di dati	458
17.2.1 Matrice di adiacenza	459
17.2.2 Liste di adiacenza	460
17.3 Algoritmi su grafi	461
17.3.1 Ricerca su grafo	462
17.3.2 Albero di copertura di peso minimo	465
17.4 Di nuovo sulla percolazione	470
17.4.1 Grafi aleatori	471
17.4.2 Percolazione nei grafi aleatori	472

17.5	Studio numerico della percolazione	475
17.5.1	Cosa, come, quanto e quando misurare	479
17.5.2	Analisi dei dati numerici: effetti di taglia finita	480
18	Metodi di ottimizzazione	485
18.1	Funzioni di una variabile	486
18.2	Minimizzazione di funzioni di piú variabili	491
18.2.1	Metodo di discesa sequenziale	492
18.2.2	Metodo del gradiente	493
18.2.3	Funzioni con numero di argomenti variabile	499
18.2.4	Metodo del gradiente coniugato	500
18.3	Programmazione lineare	503
18.3.1	Definizione del problema canonico	504
18.3.2	Il metodo del simplesso	505
18.3.3	Il metodo del simplesso nella pratica	510
18.4	Ottimizzazione con variabili discrete	511
18.4.1	Problemi di soddisfacimento	512
18.4.2	Enumerazione esaustiva	513
18.4.3	Una ricerca per costruzione	516
19	Il metodo Monte Carlo	521
19.1	Integrazione numerica col metodo Monte Carlo	522
19.1.1	Integrazione multidimensionale	523
19.1.2	Campionamento uniforme	524
19.1.3	Campionamento per importanza	524
19.2	Il metodo Monte Carlo e le catene di Markov	526
19.2.1	Catene di Markov	527
19.2.2	Convergenza alla distribuzione asintotica	530
19.2.3	Il bilancio dettagliato	534
19.2.4	L'algoritmo di Metropolis	536
19.2.5	Barriere e rottura dell'ergodicitá	538
19.3	Il modello di Ising	541
19.4	Ottimizzazione del codice	546
19.4.1	Uso delle look-up table	548
19.4.2	Aggiornamento in ordine casuale o sequenziale	549
19.4.3	Ottimizzare gli accessi alla memoria	550
19.4.4	Ottimizzare la sequenza di istruzioni	553

20 Usare i metodi stocastici	559
20.1 Quando usare un metodo Monte Carlo	559
20.2 Come si fa una simulazione Monte Carlo	563
20.2.1 Convergenza verso l'equilibrio	564
20.2.2 Correlazioni all'equilibrio	567
20.2.3 Come individuare una transizione di fase	570
20.3 Analisi dei dati	572
20.3.1 Media a blocchi	572
20.3.2 Jackknife	576
20.3.3 Leggi di scala ed esponenti critici	578
20.3.4 Effetti di taglia finita e riscaldamento	582
20.4 Ottimizzazione con metodi stocastici	584
20.4.1 Gli algoritmi genetici	585
20.4.2 Il metodo dell'annealing simulato	591
A Le istruzioni principali del C	595
B Il codice ASCII	601