

PRINCIPI DI

COMPUTER GRAPHICS

WILLIAM M. NEWMAN
ROBERT F. SPROULL

MCGRAW-HILL Libri Italla srl

Milano New York St. Louis San Francisco Amburgo Auckland
Bogotá Città del Guatemala Città del Messico Lebone
Londra Madrid Montréal Nuova Delhi Panama Parigi San Juan
San Paolo Singapore Sydney Tokyo Toronto

Indice

Prefazione all'edizione italiana 19

Prefazione 21

Parte Prima

Concetti di base

Capitolo 1 Introduzione 27

- 1.1 Le origini della Computer Graphics 30
- 1.2 Come funziona un terminale grafico interattivo 31
- 1.3 Alcuni problemi comuni 33
- 1.4 Nuove periferiche di visualizzazione 36
- 1.5 Software grafico per uso generale 36
- 1.6 L'interfaccia utente 37
- 1.7 La visualizzazione di oggetti solidi 38
- Esercizi 40

Capitolo 2 Tecniche di tracciamento per punti 41

- 2.1 Sistemi di coordinate 42
- 2.2 Metodi incrementali 43
- 2.3 Algoritmi per il disegno per linee 44
 - 2.3.1 il DDA simmetrico 47
 - 2.3.2 il DDA semplice 49
 - 2.3.3 l'algoritmo di Bresenham 50
- 2.4 Generazione di circonference 51
 - 2.4.1 il DDA per la generazione di circonference 51
- Esercizi 53

Capitolo 3 Terminali grafici per il disegno a linee 55

- 3.1 I monitor e i controller 56

- 3.2 i monitor 57
- 3.3 Il CRT (Cathode Ray Tube) 57
 - 3.3.1 l'emettitore di elettroni 58
 - 3.3.2 il sistema di deviazione 60
 - 3.3.3 i fosfori 60
 - 3.3.4 il CRT a penetrazione 61
 - 3.3.5 il CRT a shadow mask 62
- 3.4 Periferiche a memoria intrinseca 63
 - 3.4.1 il tubo a memoria 63
 - 3.4.2 il pannello al plasma 65
 - 3.4.3 lo schermo a scansione laser 67
- 3.5 Terminali con tubo a memoria 68
- 3.6 Il terminale vettoriale a rinfresco 70
- Esercizi 75

- Capitolo 4 Trasformazioni bidimensionali 79**
- 4.1 Generalità sulle trasformazioni 79
 - 4.1.1 traslazione 80
 - 4.1.2 rotazione 80
 - 4.1.3 trasformazione di scala 80
 - 4.2 Concatenazione 81
 - 4.3 Rappresentazione matriciale 83
 - 4.3.1 forma matriciale delle trasformazioni 84
 - 4.3.2 concatenazione di trasformazioni in forma matriciale 84
 - 4.3.3 efficienza 86
 - Esercizi 86
- Capitolo 5 Clipping e windowing 89**
- 5.1 Un algoritmo per il clipping di linee 91
 - 5.2 Suddivisione delle linee nel punto medio 93
 - 5.3 Clipping di altre entità grafiche 95
 - 5.4 Clipping di poligoni 95
 - 5.5 Trasformazioni di visualizzazione 99
 - 5.6 Trasformazione di windowing 100
 - Esercizi 103

Parte Seconda

Package grafici

- Capitolo 6 Un package grafico semplice 107**
- 6.1 Regole di base per la progettazione del software grafico 108
 - 6.2 Settori funzionali 109
 - 6.3 Primitive grafiche 110

6.4	Funzioni di windowing 111
6.5	Funzioni varie 111
6.6	Esempio: un programma per il trattamento di grafici 112
6.7	Realizzazione delle funzioni 115
6.8	Il processore di trasformazione 115
6.9	Il generatore di codici di visualizzazione 116
	Esercizi 119
Capitolo 7	Display file segmentati 121
7.1	I segmenti 122
7.2	Funzioni per la segmentazione del display file 123
7.3	Accensione e spegnimento di un segmento 125
7.4	Schemi per i nomi dei segmenti 126
7.5	Condizioni automatiche di errore 127
7.6	Aggiunte ai segmenti 128
	Esercizi 129
Capitolo 8	Compilazione del display file 131
8.1	Rinfresco contemporaneo alla ricostruzione 131
8.2	Gestione della memoria libera 133
8.3	Struttura del display file 136
8.4	Display file per terminali a memoria 138
	Esercizi 140
Capitolo 9	Modelli geometrici 143
9.1	Un esempio di modellazione semplice 144
9.2	La modellazione geometrica 147
9.2.1	visualizzazione di un modello geometrico 148
9.3	Simboli e instance 149
9.4	Realizzazione della trasformazione di instance 153
9.4.1	concatenazione delle trasformazioni di instance e di visualizzazione 153
9.4.2	costruzione della matrice di trasformazione di instance 154
9.4.3	clipping prima e dopo la trasformazione 156
	Esercizi 157
Capitolo 10	Struttura dell'immagine 159
10.1	Definizione dei simboli per mezzo di procedure 160
10.1.1	struttura di procedure multilivello 161
10.2	Procedure di visualizzazione 163
10.3	Boxing 165
10.4	Vantaggi e limiti delle procedure di visualizzazione 167
10.5	Display file strutturati 169
10.5.1	gruppi ed entità 170

- 10.5.2 realizzazione di gruppi ed entità 171
- 10.5.3 strutture dati grafiche 174
- 10.6 Conclusione 174
- Esercizi 175

Parte Terza **Grafica interattiva**

- Capitolo 11 Periferiche per l'input grafico 179**
 - 11.1 Periferiche di puntamento e di posizionamento 179
 - 11.2 Il mouse 181
 - 11.3 Le tavolette 182
 - 11.3.1 le prime tavolette 182
 - 11.3.2 la tavoletta acustica 183
 - 11.3.3 la tavoletta elettro-acustica 184
 - 11.4 La penna ottica 184
 - 11.5 Periferiche per l'input tridimensionale 186
 - 11.5.1 periferiche acustiche 187
 - 11.5.2 periferiche meccaniche 188
 - 11.5.3 il twinkle box 189
 - 11.6 I comparatori 190
 - Esercizi 191
-
- Capitolo 12 Tecniche per l'input grafico 193**
 - 12.1 Introduzione 193
 - 12.2.1 l'uso del feedback 194
 - 12.2 Tecniche di posizionamento 195
 - 12.2.1 il posizionamento vincolato 196
 - 12.2.2 scale graduata e linee guida 198
 - 12.2.3 le tecniche a rubber-band 199
 - 12.2.4 trascinamento 201
 - 12.2.5 posizionamento di testi 202
 - 12.2.6 tecniche di dimensionamento e potenziometri grafici 203
 - 12.3 Puntamento e selezione 205
 - 12.3.1 la selezione 205
 - 12.3.2 il feedback di selezione 207
 - 12.3.3 selezione multipla 208
 - 12.3.4 selezione a menu 209
 - 12.4 Inking e pittura 211
 - 12.4.1 la pittura 212
 - 12.4.2 la pittura vincolata 213
 - 12.5 Riconoscimento on-line dei caratteri 214
 - 12.6 Conclusioni 217
 - Esercizi 217

Capitolo 13	Gestione degli eventi	219
13.1	Introduzione	219
13.2	Il polling	220
13.3	Gli interrupt	222
13.4	La coda di eventi	223
13.5	Funzioni per la gestione degli eventi	225
13.5.1	eventi ripetuti	226
13.6	Progettazione della funzione di polling	228
13.6.1	riposizionamento del cursore	228
13.6.2	inking	229
13.7	Gli interrupt della penna ottica	230
13.7.1	tracking della penna ottica	230
13.7.2	gli interrupt di selezione	232
	Esercizi	233
Capitolo 14	Funzioni di input	235
14.1	Il trascinamento e il fissaggio	236
14.2	La funzione <i>HitDetector</i>	237
14.3	Il riconoscimento on-line dei caratteri	239
14.3.1	la routine tablet-polling	239
14.3.2	la routine feature-extraction	240
14.3.3	la routine dictionary-lookup	243
14.3.4	la routine di training	244
14.4	Conclusione	245
	Esercizi	246

Parte Quarta **Grafica raster**

Capitolo 15	I principi della grafica raster	251
15.1	Introduzione	251
15.1.1	applicazioni della grafica raster	252
15.2	Generazione di un'immagine raster: il terminale con frame buffer	253
15.3	Rappresentazione di un'immagine raster	255
15.3.1	il sistema di coordinate raster	256
15.4	La scan conversion dei disegni per linee	257
15.5	Visualizzazione di caratteri	259
15.6	Velocità dell'operazione di scan conversion	261
15.7	Immagini naturali	262
15.7.1	il campionamento	262
15.7.2	la mezzatinta	264
	Esercizi	267

- Capitolo 16 Scan conversion di superfici colorate 269**
16.1 Rappresentazioni geometriche di superfici 270
16.2 L'operazione di scan conversion su poligoni 272
16.2.1 la coerenza 273
16.2.2 casi particolari 275
16.2.3 il campionamento 277
16.3 La priorità 280
16.4 L'algoritmo Y-X 282
16.5 Proprietà degli algoritmi di scan conversion 284
Esercizi 285
- Capitolo 17 Grafica raster interattiva 289**
17.1 L'aggiornamento dell'immagine 291
17.2 Il modello pittorico 292
17.2.1 vincoli per la pittura 294
17.2.2 riempimento di aree 295
17.3 Lo spostamento di parti di un'immagine 296
17.4 Immagini con feedback 297
Esercizi 301
- Capitolo 18 Sistemi grafici raster 303**
18.1 Rappresentazioni 303
18.2 Funzioni per la manipolazione dei raster 304
18.3 I sistemi che utilizzano rappresentazioni raster 307
18.4 I sistemi che usano rappresentazioni geometriche 309
18.4.1 sistemi raster a linee 309
18.4.2 sistemi raster a superfici colorate 310
18.4.3 progettazione interna di un sistema grafico a superfici colorate 311
18.5 Conclusione 315
Esercizi 315
- Capitolo 19 Hardware dei terminali raster 317**
19.1 Le apparecchiature dei terminali raster 317
19.2 I frame buffer 319
19.2.1 i frame buffer a memoria rotante 319
19.2.2 i frame buffer a registri scorrevoli 320
19.3 Il frame buffer ad accesso random 321
19.3.1 mappatura del colore 322
19.3.2 i frame buffer a più piani di memoria 322
19.3.3 i punti di forza e i lati deboli del frame buffer 323
19.4 Scan conversion in tempo reale 324
19.4.1 la scan conversion di segmenti 325
19.4.2 il mantenimento della lista attiva 327

- 19.4.3 la scan conversion in tempo reale di poligoni 328
 19.5 Altri schemi di codifica 329
 19.5.1 codifica a run-length 330
 19.5.2 i terminali raster cell-organized 331
 19.5.3 i limiti delle tecniche di codifica 331
 Esercizi 332

Parte Quinta Grafica tridimensionale

- Capitolo 20 Realismo nella grafica tridimensionale 335**
 20.1 Tecniche per raggiungere il realismo 337
 20.2 Modellazione di scene tridimensionali 342
 20.2.1 i sistemi di coordinate 343
 20.2.2 la modellazione di oggetti 344
 20.2.3 la rappresentazione della topologia e della geometria 345
 20.2.4 modelli tridimensionali strutturali 345
 20.2.5 la costruzione dei modelli 347
 20.3 Modellazione e realismo 349
 Esercizi 350
- Capitolo 21 Curve e superfici 351**
 21.1 Requisiti per descrivere una forma 351
 21.2 Funzioni parametriche 355
 21.3 I metodi di Bézier 357
 21.3.1 le curve di Bézier 357
 21.3.2 le superfici di Bézier 361
 21.4 I metodi B-spline 362
 21.4.1 le superfici B-spline 367
 21.5 La visualizzazione di curve e superfici 368
 21.5.1 calcolo di punti appartenenti a curve e superfici 369
 21.6 Conclusione 372
 Esercizi 372
- Capitolo 22 Trasformazione tridimensionali e prospettiva 375**
 22.1 Le trasformazioni 375
 22.1.1 traslazione 375
 22.1.2 rotazione 376
 22.1.3 variazione di scala 377
 22.1.4 trasformazioni inverse 377
 22.1.5 concatenazione 378
 2.2 Le trasformazioni nella modellazione 378
 22.3 Le trasformazioni nella visualizzazione 381
 22.4 La trasformazione prospettica 382

- 22.5 Il clipping tridimensionale 384
22.6 Package grafici tridimensionali 387
22.7 Esempi 388
22.7.1 rotazione attorno ad un asse qualunque 388
vista prospettica di un cubo 390
Esercizi 394
- Capitolo 23 Profondità prospettica 399**
23.1 Il sistema di coordinate dello schermo 400
23.1.1 il clipping prima della divisione 402
23.1.2 le coordinate window-edge 402
23.2 Le proprietà del sistema di coordinate dello schermo 404
23.2.1 le linee rette rimangono rette 405
23.3 Rappresentazioni delle trasformazioni proiettive per mezzo delle coordinate omogenee 407
23.4 Conclusione 409
Esercizi 410
- Capitolo 24 Eliminazione delle superfici nascoste 413**
24.1 Due approcci 414
24.2 L'algoritmo depth buffer 415
24.2.1 i limiti dell'algoritmo depth buffer 416
24.3 I calcoli geometrici 417
24.3.1 le equazioni del piano 417
24.3.2 i test di sovrapposizione 418
24.3.3 i poligoni di copertura 419
24.4 Algoritmi basati sulla coerenza della linea di scansione 419
24.4.1 gli algoritmi basati sulla coerenza di intervallo 420
24.4.2 conclusione 423
24.5 Algoritmi basati sulla coerenza di area 423
24.5.1 l'algoritmo di Warnock 424
24.6 Algoritmi basati sulla priorità 428
24.6.1 l'algoritmo di Newell, Newell e Sancha 428
24.6.2 altri usi delle priorità 430
24.7 La scelta di un algoritmo 432
24.8 Ordinamento e coerenza 433
Esercizi 435
- Capitolo 25 Ombreggiatura 437**
25.1 Un modello di illuminazione 438
25.1.1 il calcolo degli angoli 441
25.2 Applicazione del modello di illuminazione 443
25.2.1 ombreggiatura di poliedri 445
25.2.2 ombreggiatura di superfici curve 446

- 25.2.3 calcolo dell'ombreggiatura di ogni punto in modo indipendente 451
- 25.2.4 il campionamento 451
- 25.2.5 considerazioni sull'hardware 452
- 25.3 Effetti speciali 453
 - 25.3.1 la trasparenza 454
 - 25.3.2 dettagli della superficie dei poligoni 454
 - 25.3.3 le ombre 455
 - 25.3.4 la texture e i riflessi 457
- 25.4 Conclusione 458
- Esercizi 459

Parte Sesta

Sistemi grafici

- Capitolo 26 Display processor 463**
 - 26.1 Il semplice terminale vettoriale a rinfresco 464
 - 26.2 I terminali a scansione random con tubo a memoria 466
 - 26.3 I terminali ad alte prestazioni 467
 - 26.3.1 hardware per la generazione di linee e curve 468
 - 26.3.2 hardware per la segmentazione 469
 - 26.3.3 hardware per la generazione dei codici di visualizzazione 469
 - 26.3.4 hardware per il clipping 469
 - 26.3.5 hardware per le trasformazioni 470
 - 26.3.6 hardware per la modellazione 470
 - 26.3.7 hardware per l'interazione 471
 - 26.4 Il terminale ad alte prestazioni senza memoria 471
 - 26.5 Il terminale ad alte prestazioni con memoria 473
 - Esercizi 475
- Capitolo 27 Sistemi grafici indipendenti dalle periferiche 477**
 - 27.1 L'indipendenza dalle periferiche 478
 - 27.2 Il modello dei processi di output per il programmatore 478
 - 27.2.1 l'algoritmo di visualizzazione 479
 - 27.2.2 l'analogia col plotter 481
 - 27.2.3 un ponte tra modello concettuale e realtà 482
 - 27.2.4 un modello di display file trasformato 483
 - 27.2.5 i sistemi di modellazione 485
 - 27.2.6 altri moduli software 486
 - 27.3 La progettazione del sistema grafico 487
 - 27.3.1 package grafici e linguaggi 488
 - 27.3.2 la struttura dei package grafici 489
 - 27.4 La progettazione di un gruppo di funzioni 490
 - 27.4.1 la struttura del programma applicativo 491

- 27.4.2 categorie di funzioni 492
 27.5 Conclusioni 493
 Esercizi 495

- Capitolo 28 Progettazione dell'interfaccia utente 497**
- 28.1 I componenti dell'interfaccia utente 497
 28.1.1 l'analisi dei compiti 499
 28.2 Il modello utente 500
 28.2.1 oggetti e azioni 502
 28.2.2 oggetti di controllo 502
 28.3 Il linguaggio di comandi 503
 28.3.1 problemi inerenti la progettazione di un linguaggio di comandi 504
 28.4 Gli stili dei linguaggi di comandi 506
 28.4.1 semplici dialoghi alla tastiera 507
 28.4.2 i linguaggi di comandi da tastiera 507
 28.4.3 una interazione semplice: i tasti funzione 509
 28.4.4 i linguaggi di comandi guidati dal menu 510
 28.4.5 i programmi di pittura 511
 28.4.6 riconoscimento on-line di curatieri 512
 28.5 La rappresentazione dell'informazione 513
 28.5.1 lo schema globale 514
 28.5.2 la visualizzazione degli oggetti 516
 28.6 Il feedback 518
 28.6.1 Il feedback ai comandi 519
 28.6.2 il feedback di selezione 521
 28.6.3 il feedback indipendente dall'applicazione 522
 28.7 Esempi 522
 28.7.1 analisi dei compiti 522
 28.7.2 esempio 1: Progetto di moduli con un terminale raster 523
 28.7.3 esempio 2: Progetto di moduli su un terminale con tubo a memoria 531
 28.8 Conclusioni 534
 Esercizi 534

Parte Settima
Appendici

- Appendice A Vettori e matrici 537**
- A.1 Le matrici 537
 A.2 I vettori 541

- Appendice B Tecniche delle coordinate omogenee 545**
- B.1 Le coordinate omogenee 546

B.2	Le notazioni 547
B.3	Punti e linee bidimensionali 548
B.4	Tecniche di soluzione 550
B.5	Punti, linee e piani tridimensionali 552
Appendice C	Bibliografia 555
C.1	Introduzione 555
C.2	L'hardware e le tecniche per la visualizzazione 556
C.3	L'hardware e le tecniche per l'input 557
C.4	I sistemi grafici 558
C.5	La modellazione 559
C.6	Gli algoritmi 560
C.7	L'interfaccia utente 562
C.8	Le applicazioni 564
C.9	La matematica 566
C.10	Riferimenti bibliografici 567

Indice analitico 591