

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>XI</b>
<b>1 Funzionalità e architettura dei DBMS</b>	<b>1</b>
1.1 I DBMS	1
1.2 Architettura dei DBMS	3
1.3 Il sistema JRS	5
1.4 Richiami del modello relazionale	6
1.4.1 Il modello relazionale	6
1.4.2 L'algebra relazionale	8
1.4.3 Il linguaggio SQL	12
1.5 Sommario	16
<b>2 La gestione della memoria permanente e del buffer</b>	<b>19</b>
2.1 Le memorie a dischi magnetici	19
2.2 Il gestore della memoria permanente	22
2.2.1 La soluzione del JRS	23
2.3 Il gestore del buffer	24
2.3.1 La soluzione del JRS	27
2.4 Memorizzazione di collezioni di record	27
2.4.1 Memorizzazione dei record	27
2.4.2 La struttura delle pagine	29
2.4.3 Gestione delle pagine di un file	31
2.4.4 La soluzione del JRS	32
2.5 Sommario	33
2.6 Esercizi	34
<b>3 Organizzazioni seriale e sequenziale</b>	<b>37</b>
3.1 Modello dei costi	37
3.2 Organizzazione seriale	38
3.2.1 Operazioni	38
3.2.2 Valutazione delle prestazioni	39
3.3 Organizzazione sequenziale	39
3.3.1 Operazioni	40

## VI Indice

3.3.2	Valutazione delle prestazioni . . . . .	43
3.4	Scelta di un'organizzazione . . . . .	45
3.5	Ordinamento dei dati . . . . .	45
3.5.1	Valutazione delle prestazioni . . . . .	47
3.6	Sommario . . . . .	50
3.7	Esercizi . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Organizzazioni per chiave con metodo procedurale</b>	<b>55</b>
4.1	Tipi di organizzazioni . . . . .	55
4.2	Metodo procedurale statico . . . . .	56
4.2.1	Preliminari . . . . .	56
4.2.2	Trasformazione della chiave . . . . .	57
4.2.3	Gestione dei trabocchi . . . . .	58
4.2.4	Fattore di caricamento . . . . .	61
4.2.5	Capacità delle pagine . . . . .	64
4.2.6	Valutazione delle prestazioni . . . . .	65
4.3	Metodo procedurale dinamico . . . . .	68
4.3.1	Organizzazioni con strutture dati ausiliarie . . . . .	70
4.3.2	Organizzazioni con espansione lineare . . . . .	76
4.4	Sommario . . . . .	83
4.5	Esercizi . . . . .	84
<b>5</b>	<b>Organizzazioni per chiave con strutture ad albero</b>	<b>87</b>
5.1	Tipi di indici . . . . .	87
5.2	<i>B</i> -alberi . . . . .	89
5.2.1	Preliminari . . . . .	89
5.2.2	Operazioni . . . . .	91
5.2.3	Valutazione delle prestazioni . . . . .	95
5.3	<i>B</i> <sup>+</sup> -alberi . . . . .	98
5.3.1	Ricerca per intervallo . . . . .	99
5.4	Organizzazione statica . . . . .	102
5.5	Organizzazione sequenziale con indice . . . . .	102
5.6	Indici con chiavi di lunghezza variabile* . . . . .	103
5.7	Indici per caratteri: il <i>trie</i> * . . . . .	106
5.8	<i>String B</i> -alberi* . . . . .	108
5.9	Sommario . . . . .	110
5.10	Esercizi . . . . .	112
<b>6</b>	<b>Organizzazioni per attributi non chiave</b>	<b>115</b>
6.1	La ricerca per attributi non chiave . . . . .	115
6.2	Indici a liste invertite . . . . .	116
6.2.1	Operazioni . . . . .	116
6.2.2	Osservazioni . . . . .	118
6.2.3	Valutazione delle prestazioni . . . . .	118

6.3	Indici con liste a vettori binari *	124
6.4	Organizzazioni per ricerche multiattributi	124
6.4.1	Indici multiattributi	125
6.4.2	Hash multiattributi	127
6.5	Indici per testi *	127
6.5.1	Indici per parole	130
6.5.2	Indici per sottostringhe	133
6.6	Sommario	135
6.7	Esercizi	136
<b>7</b>	<b>Organizzazioni per dati multidimensionali</b>	<b>139</b>
7.1	Tipi di dati e di interrogazioni	139
7.2	<i>G</i> -alberi	143
7.3	Indici basati su curve che riempiono lo spazio	147
7.4	<i>Point Quad</i> -alberi	148
7.5	<i>Region Quad</i> -alberi	150
7.6	<i>R*</i> -alberi	150
7.7	Problemi con i dati a molte dimensioni	155
7.8	GiST	156
7.9	Sommario	157
7.10	Esercizi	158
<b>8</b>	<b>Gestione dei metodi di accesso</b>	<b>161</b>
8.1	La macchina fisica	161
8.2	Operatori su basi di dati	163
8.3	Operatori su file seriali	163
8.4	Operatori su indici	164
8.5	Operatori dei metodi di accesso	165
8.6	Esempi di piani di accesso	166
8.7	Sommario	168
8.8	Esercizi	169
<b>9</b>	<b>Gestione dell'affidabilità</b>	<b>171</b>
9.1	La transazione	171
9.1.1	La transazione vista dal programmatore	172
9.1.2	La transazione vista dal DBMS	175
9.2	Malfunzionamenti	176
9.2.1	Visualizzazione di dati all'esterno	177
9.3	Modello del sistema	178
9.4	Protezione dei dati da malfunzionamenti	179
9.4.1	Copia della base di dati	180
9.4.2	Giornale	180
9.4.3	Procedure per rifare o disfare modifiche	181
9.4.4	Punto di allineamento	182

## VIII Indice

9.5	Algoritmi per la gestione dell'affidabilità . . . . .	184
9.5.1	Uso della procedura <i>disfare</i> . . . . .	184
9.5.2	Uso della procedura <i>rifare</i> . . . . .	185
9.5.3	La tecnica delle pagine ombra . . . . .	186
9.5.4	Osservazioni . . . . .	188
9.6	Ripresa dai malfunzionamenti . . . . .	190
9.7	Gestione dell'affidabilità con ARIES * . . . . .	193
9.7.1	Gestione dei fallimenti di transazione . . . . .	193
9.7.2	Gestione dei fallimenti di sistema . . . . .	195
9.7.3	Gestione dei disastri . . . . .	201
9.7.4	Una visione più precisa della gestione dell'affidabilità . . . . .	202
9.8	Sommario . . . . .	204
9.9	Esercizi . . . . .	205
<b>10</b>	<b>Gestione della concorrenza</b> . . . . .	<b>209</b>
10.1	Introduzione . . . . .	209
10.2	Storia di un insieme di transazioni . . . . .	211
10.3	Storie serializzabili . . . . .	212
10.4	Il serializzatore 2PL . . . . .	217
10.5	Il serializzatore 2PL-stretto . . . . .	221
10.6	Realizzazione del serializzatore 2PL-stretto . . . . .	223
10.6.1	Il gestore dei blocchi . . . . .	223
10.6.2	Gestione di situazioni di stallo . . . . .	226
10.7	Il blocco di dati di dimensione diversa * . . . . .	227
10.7.1	Conversioni e scalate di blocco . . . . .	230
10.8	Gestione della concorrenza su basi di dati * . . . . .	230
10.8.1	Inserzioni e cancellazioni . . . . .	231
10.8.2	Controllo della concorrenza su indici ad albero . . . . .	232
10.9	Altre tecniche per il controllo della concorrenza * . . . . .	233
10.10	Sommario . . . . .	235
10.11	Esercizi . . . . .	237
<b>11</b>	<b>Realizzazione degli operatori relazionali</b> . . . . .	<b>239</b>
11.1	Ipotesi e notazione . . . . .	239
11.1.1	Organizzazione fisica dei dati . . . . .	239
11.1.2	Modello dei costi . . . . .	240
11.1.3	Gestione del buffer . . . . .	242
11.1.4	Statistiche . . . . .	242
11.2	L'operatore di proiezione . . . . .	250
11.2.1	Uso di ordinamento . . . . .	251
11.2.2	Uso di funzioni <i>hash</i> . . . . .	251
11.2.3	Uso di indice . . . . .	253
11.3	L'operatore di restrizione . . . . .	253
11.3.1	Restrizione con condizione semplice . . . . .	253

11.3.2	Restrizione con condizione complessa . . . . .	255
11.4	L'operatore di giunzione . . . . .	256
11.4.1	<i>Nested loop join</i> . . . . .	258
11.4.2	Uso di indici di giunzione . . . . .	261
11.4.3	<i>Sort-merge join</i> . . . . .	262
11.4.4	<i>Hash join</i> . . . . .	262
11.5	Gli operatori insiemistici . . . . .	263
11.5.1	Uso di ordinamento . . . . .	264
11.5.2	Uso di funzioni <i>hash</i> . . . . .	265
11.6	L'operatore di raggruppamento . . . . .	266
11.6.1	Uso di ordinamento . . . . .	267
11.6.2	Uso di funzioni <i>hash</i> . . . . .	267
11.6.3	Uso di indice . . . . .	268
11.6.4	Funzioni di aggregazione senza raggruppamento . . . . .	268
11.7	Gli operatori di modifica* . . . . .	269
11.7.1	L'operatore UPDATE . . . . .	269
11.7.2	L'operatore DELETE . . . . .	274
11.7.3	L'operatore INSERT . . . . .	275
11.8	Sommario . . . . .	276
11.9	Esercizi . . . . .	277
<b>12</b>	<b>Ottimizzazione delle interrogazioni</b>	<b>281</b>
12.1	Introduzione . . . . .	281
12.1.1	Ipotesi di lavoro . . . . .	282
12.1.2	Fasi del processo di ottimizzazione . . . . .	283
12.2	Analisi dell'interrogazione . . . . .	284
12.3	Trasformazione dell'interrogazione . . . . .	285
12.4	I piani di accesso . . . . .	288
12.4.1	Esecuzione dei piani di accesso . . . . .	290
12.5	Ottimizzazione fisica dell'interrogazione . . . . .	296
12.6	Ottimizzazione fisica di interrogazioni su una relazione . . . . .	299
12.7	Ottimizzazione fisica di interrogazioni su più relazioni . . . . .	300
12.8	Ottimizzazione di altri tipi di interrogazioni . . . . .	309
12.8.1	Interrogazioni con sottoselect . . . . .	309
12.8.2	Interrogazioni con tabelle calcolate . . . . .	312
12.8.3	Interrogazioni con SELECT DISTINCT . . . . .	312
12.8.4	Interrogazioni con GROUP BY . . . . .	314
12.8.5	Interrogazioni con operatori insiemistici . . . . .	315
12.9	Sommario . . . . .	317
12.10	Esercizi . . . . .	318

<b>13 DBMS relazionali distribuiti e paralleli</b>	<b>323</b>
13.1 Sistemi distribuiti . . . . .	323
13.1.1 Progettazione della distribuzione dei dati . . . . .	324
13.1.2 Ottimizzazione delle interrogazioni . . . . .	327
13.1.3 Gestione dell'affidabilità . . . . .	330
13.1.4 Gestione della concorrenza . . . . .	334
13.2 Sistemi paralleli . . . . .	336
13.2.1 Architetture . . . . .	337
13.2.2 Partizionamento dei dati . . . . .	338
13.2.3 Esecuzione delle interrogazioni . . . . .	339
13.3 Sommario . . . . .	341
13.4 Esercizi . . . . .	342
<b>14 DBMS relazionali a oggetti</b>	<b>343</b>
14.1 Richiami del modello relazionale a oggetti . . . . .	344
14.1.1 Il modello relazionale a oggetti . . . . .	344
14.1.2 Il linguaggio OQL . . . . .	347
14.2 Gestione della memoria a oggetti . . . . .	349
14.2.1 Caratteristiche dei gestori di oggetti . . . . .	351
14.3 Memorizzazione di oggetti . . . . .	362
14.4 Memorizzazione di gerarchie di classi . . . . .	364
14.4.1 Osservazioni . . . . .	366
14.5 Indici per oggetti . . . . .	367
14.5.1 Requisiti . . . . .	368
14.5.2 Indici di cammino . . . . .	370
14.5.3 Indici composti . . . . .	372
14.5.4 Indici multipli . . . . .	372
14.5.5 Indici su gerarchie di classi . . . . .	373
14.6 Ottimizzazione delle interrogazioni . . . . .	374
14.6.1 L'algebra relazionale a oggetti . . . . .	375
14.6.2 Rappresentazione ad albero di un'interrogazione . . . . .	377
14.6.3 Riscrittura dell'interrogazione . . . . .	378
14.6.4 Operatori fisici . . . . .	379
14.6.5 Generazione dei piani di accesso . . . . .	380
14.7 Sommario . . . . .	382
14.8 Esercizi . . . . .	383
<b>A Parametri per la stima dei costi</b>	<b>385</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>387</b>
<b>Indice analitico</b>	<b>401</b>