



Copyright © 1999 McGraw-Hill Libri Italia srl
Via Ripamonti, 89 - 20139 Milano

McGraw-Hill
A Division of The McGraw-Hill Companies

I diritti di traduzione, di riproduzione, di memorizzazione elettronica e di adattamento totale e parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche) sono riservati per tutti i paesi.

Nomi e marchi citati nel testo sono generalmente depositati o registrati alle rispettive case produttrici

Editor: Alberto Kratter Thaler
Redazione: Chiara Tartara
Produzione: Gino La Rosa
Grafica di copertina: 46 xy studio, Milano
Stampa: Arti Grafiche Murelli - Fizzonasco di Pieve Emanuele (MI)

Il testo è stato composto dagli Autori mediante LATEX

ISBN 88 386 0824-5
Printed in Italy
1ª edizione ottobre 1996
2ª edizione settembre 1999
9AGMerv932

| | |
|--|-------------|
| Prefazione | xiii |
| 1 Introduzione | 1 |
| 1.1 Sistemi informativi, informazioni e dati | 1 |
| 1.2 Basi di dati e sistemi di gestione di basi di dati | 3 |
| 1.3 Modelli dei dati | 5 |
| 1.3.1 Schemi e istanze | 6 |
| 1.3.2 Livelli di astrazione nei DBMS | 6 |
| 1.3.3 Indipendenza dei dati | 7 |
| 1.4 Linguaggi e utenti delle basi di dati | 8 |
| 1.4.1 Linguaggi per basi di dati | 8 |
| 1.4.2 Utenti e progettisti | 9 |
| 1.5 Vantaggi e svantaggi dei DBMS | 10 |
| | |
| Parte Prima Basi di dati relazionali: modello e linguaggi | 13 |
| 2 Il modello relazionale | 15 |
| 2.1 Il modello relazionale: strutture | 15 |
| 2.1.1 Modelli logici nei sistemi di basi di dati | 15 |
| 2.1.2 Relazioni e tabelle | 16 |
| 2.1.3 Relazioni con attributi | 18 |
| 2.1.4 Relazioni e basi di dati | 21 |
| 2.1.5 Informazione incompleta e valori nulli | 26 |
| 2.2 Vincoli di integrità | 29 |
| 2.2.1 Vincoli di tupla | 31 |
| 2.2.2 Chiavi | 31 |
| 2.2.3 Chiavi e valori nulli | 34 |
| 2.2.4 Vincoli di integrità referenziale | 35 |
| 2.3 Conclusioni | 39 |
| | |
| 3 Algebra e calcolo relazionale | 43 |
| 3.1 Algebra relazionale | 44 |
| 3.1.1 Unione, intersezione, differenza | 44 |
| 3.1.2 Ridenominazione | 45 |
| 3.1.3 Selezione | 47 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.1.4 | Proiezione | 49 |
| 3.1.5 | Join | 51 |
| 3.1.6 | Interrogazioni in algebra relazionale | 59 |
| 3.1.7 | Equivalenza di espressioni algebriche | 62 |
| 3.1.8 | Algebra con valori nulli | 65 |
| 3.1.9 | Viste | 67 |
| 3.2 | Calcolo relazionale | 69 |
| 3.2.1 | Calcolo relazionale su domini | 70 |
| 3.2.2 | Pregi e difetti del calcolo su domini | 74 |
| 3.2.3 | Calcolo su tuple con dichiarazioni di range | 76 |
| 3.3 | Datalog | 79 |
| 4 | SQL | 87 |
| 4.1 | Definizione dei dati in SQL | 89 |
| 4.1.1 | I domini elementari | 89 |
| 4.1.2 | Definizione di schema | 93 |
| 4.1.3 | Definizione delle tabelle | 93 |
| 4.1.4 | Definizione dei domini | 94 |
| 4.1.5 | Specifica di valori di default | 94 |
| 4.1.6 | Vincoli intrarelazionali | 95 |
| 4.1.7 | Vincoli interrelazionali | 97 |
| 4.1.8 | Modifica degli schemi | 100 |
| 4.1.9 | Cataloghi relazionali | 101 |
| 4.2 | Interrogazioni in SQL | 102 |
| 4.2.1 | Dichiaratività di SQL | 103 |
| 4.2.2 | Interrogazioni semplici | 104 |
| 4.2.3 | Operatori aggregati | 117 |
| 4.2.4 | Interrogazioni con raggruppamento | 120 |
| 4.2.5 | Interrogazioni di tipo insiemistico | 124 |
| 4.2.6 | Interrogazioni nidificate | 127 |
| 4.3 | Manipolazione dei dati in SQL | 133 |
| 4.3.1 | Inserimento | 133 |
| 4.3.2 | Cancellazione | 134 |
| 4.3.3 | Modifica | 135 |
| 4.4 | Altre definizioni dei dati in SQL | 137 |
| 4.4.1 | Vincoli di integrità generici | 137 |
| 4.4.2 | Asserzioni | 138 |
| 4.4.3 | Viste | 139 |
| 4.4.4 | Le viste per la scrittura di interrogazioni | 140 |
| 4.5 | Controllo dell'accesso | 142 |
| 4.5.1 | Risorse e privilegi | 142 |
| 4.5.2 | Comandi per concedere e revocare privilegi | 143 |
| 4.6 | Uso di SQL nei linguaggi di programmazione | 144 |
| 4.6.1 | I problemi di integrazione | 145 |
| 4.6.2 | Cursori | 146 |
| 4.6.3 | SQL dinamico | 149 |
| 4.6.4 | Procedure | 151 |
| 4.7 | Esempi riepilogativi | 154 |

| | | |
|----------------------|---|------------|
| Parte Seconda | Progettazione di basi di dati | 161 |
| 5 | Metodologie e modelli per il progetto | 163 |
| 5.1 | Introduzione alla progettazione | 163 |
| 5.1.1 | Il ciclo di vita dei sistemi informativi | 163 |
| 5.1.2 | Metodologie di progettazione e basi di dati | 165 |
| 5.2 | Il modello Entità-Relazione | 168 |
| 5.2.1 | I costrutti principali del modello | 170 |
| 5.2.2 | Altri costrutti del modello | 176 |
| 5.2.3 | Panoramica finale sul modello E-R | 184 |
| 5.3 | Documentazione di schemi E-R | 186 |
| 5.3.1 | Regole aziendali | 187 |
| 5.3.2 | Tecniche di documentazione | 189 |
| 6 | La progettazione concettuale | 197 |
| 6.1 | La raccolta e l'analisi dei requisiti | 197 |
| 6.2 | Criteri generali di rappresentazione | 203 |
| 6.3 | Strategie di progetto | 204 |
| 6.3.1 | Strategia top-down | 204 |
| 6.3.2 | Strategia bottom-up | 207 |
| 6.3.3 | Strategia inside-out | 209 |
| 6.3.4 | Strategia mista | 211 |
| 6.4 | Qualità di uno schema concettuale | 212 |
| 6.5 | Una metodologia generale | 214 |
| 6.6 | Un esempio di progettazione concettuale | 215 |
| 6.7 | Strumenti CASE per la progettazione di basi di dati | 219 |
| 7 | La progettazione logica | 227 |
| 7.1 | Analisi delle prestazioni su schemi E-R | 228 |
| 7.2 | Ristrutturazione di schemi E-R | 232 |
| 7.2.1 | Analisi delle ridondanze | 233 |
| 7.2.2 | Eliminazione delle gerarchie | 237 |
| 7.2.3 | Partizionamento/accorpamento di concetti | 241 |
| 7.2.4 | Scelta degli identificatori principali | 244 |
| 7.3 | Traduzione verso il modello relazionale | 245 |
| 7.3.1 | Entità e associazioni molti a molti | 246 |
| 7.3.2 | Associazioni uno a molti | 248 |
| 7.3.3 | Entità con identificatore esterno | 249 |
| 7.3.4 | Associazioni uno a uno | 250 |
| 7.3.5 | Traduzioni di schemi complessi | 252 |
| 7.3.6 | Tabelle riassuntive | 255 |
| 7.3.7 | Documentazione di schemi logici | 256 |
| 7.4 | Un esempio di progettazione logica | 258 |
| 7.4.1 | Fase di ristrutturazione | 259 |
| 7.4.2 | Traduzione verso il relazionale | 263 |
| 7.5 | Progettazione logica con gli strumenti CASE | 263 |

| | | |
|--|---|------------|
| 8 | La normalizzazione | 271 |
| 8.1 | Ridondanze e anomalie | 272 |
| 8.2 | Dipendenze funzionali | 273 |
| 8.3 | Forma normale di Boyce e Codd | 275 |
| 8.3.1 | Definizione di forma normale di Boyce e Codd | 275 |
| 8.3.2 | Decomposizione in forma normale di Boyce e Codd | 276 |
| 8.4 | Proprietà delle decomposizioni | 279 |
| 8.4.1 | Decomposizione senza perdita | 279 |
| 8.4.2 | Conservazione delle dipendenze | 281 |
| 8.4.3 | Qualità delle decomposizioni | 282 |
| 8.5 | Terza forma normale | 283 |
| 8.5.1 | Definizione di terza forma normale | 283 |
| 8.5.2 | Decomposizione in terza forma normale | 284 |
| 8.5.3 | Altre tecniche di normalizzazione | 285 |
| 8.6 | Progettazione di basi di dati e normalizzazione | 286 |
| 8.6.1 | Verifiche di normalizzazione su entità | 287 |
| 8.6.2 | Verifiche di normalizzazione su associazioni | 289 |
| 8.6.3 | Ulteriori decomposizioni di associazioni | 291 |
| 8.6.4 | Ulteriori decomposizioni di schemi concettuali | 292 |
| Parte Terza Tecnologia delle basi di dati | | 297 |
| 9 | Tecnologia di un database server | 299 |
| 9.1 | Definizione di transazione | 300 |
| 9.1.1 | Proprietà acide delle transazioni | 301 |
| 9.1.2 | Transazioni e moduli di sistema | 302 |
| 9.2 | Controllo di concorrenza | 303 |
| 9.2.1 | Architettura | 303 |
| 9.2.2 | Anomalie delle transazioni concorrenti | 304 |
| 9.2.3 | Teoria del controllo di concorrenza | 306 |
| 9.2.4 | Meccanismi per la gestione dei lock | 317 |
| 9.2.5 | Blocco critico | 321 |
| 9.3 | Gestione del buffer | 323 |
| 9.3.1 | Architettura del buffer manager | 323 |
| 9.3.2 | Primitive per la gestione del buffer | 324 |
| 9.3.3 | Politiche di gestione del buffer | 325 |
| 9.3.4 | Relazione tra buffer manager e file system | 326 |
| 9.4 | Controllo di affidabilità | 327 |
| 9.4.1 | Architettura del controllore della affidabilità | 327 |
| 9.4.2 | Organizzazione del log | 329 |
| 9.4.3 | Gestione delle transazioni | 331 |
| 9.4.4 | Gestione dei guasti | 333 |
| 9.5 | Strutture fisiche di accesso | 336 |
| 9.5.1 | Architettura del gestore degli accessi | 336 |
| 9.5.2 | Gestione delle tuple nelle pagine | 337 |
| 9.5.3 | Strutture sequenziali | 339 |
| 9.5.4 | Strutture con accesso calcolato | 341 |

| | | |
|---|---|------------|
| 9.5.5 | Strutture ad albero | 343 |
| 9.6 | Ottimizzazione delle interrogazioni | 349 |
| 9.6.1 | Profili delle relazioni | 350 |
| 9.6.2 | Rappresentazione interna delle interrogazioni | 352 |
| 9.6.3 | Ottimizzazione basata sui costi | 356 |
| 9.7 | Progettazione fisica di una base di dati | 358 |
| 9.7.1 | Definizione degli indici in SQL | 359 |
| 10 | Architetture distribuite | 365 |
| 10.1 | Architettura client-server | 367 |
| 10.2 | Basi di dati distribuite | 369 |
| 10.2.1 | Applicazioni delle basi di dati distribuite | 369 |
| 10.2.2 | Autonomia locale e cooperazione | 371 |
| 10.2.3 | Frammentazione e allocazione dei dati | 371 |
| 10.2.4 | Livelli di trasparenza | 373 |
| 10.2.5 | Classificazione delle transazioni | 376 |
| 10.3 | Tecnologia delle basi di dati distribuite | 378 |
| 10.3.1 | Ottimizzazione di interrogazioni distribuite | 378 |
| 10.3.2 | Controllo di concorrenza | 379 |
| 10.3.3 | Atomicità di transazioni distribuite | 383 |
| 10.4 | Protocollo di commit a due fasi | 384 |
| 10.4.1 | Nuovi record nel log | 385 |
| 10.4.2 | Protocollo in assenza di guasti | 385 |
| 10.4.3 | Protocolli di ripristino | 388 |
| 10.4.4 | Ottimizzazioni del commit a due fasi | 390 |
| 10.4.5 | Altri protocolli di commit | 391 |
| 10.5 | Interoperabilità | 392 |
| 10.5.1 | Open Database Connectivity: ODBC | 393 |
| 10.5.2 | Commit standard: X-Open DTP | 394 |
| 10.6 | Cooperazione con sistemi preesistenti | 396 |
| 10.7 | Parallelismo | 399 |
| 10.7.1 | Parallelismo inter-query e intra-query | 400 |
| 10.7.2 | Parallelismo e frammentazione dei dati | 400 |
| 10.7.3 | Speed-up e scale-up | 402 |
| 10.7.4 | Benchmark delle transazioni | 402 |
| 10.8 | Basi di dati replicate | 404 |
| 10.8.1 | Nuove funzionalità dei gestori della replicazione | 405 |
| Parte Quarta Evoluzione delle basi di dati | | 411 |
| 11 | Basi di dati a oggetti | 413 |
| 11.1 | Basi di dati a oggetti | 414 |
| 11.1.1 | Tipi | 415 |
| 11.1.2 | Classi | 419 |
| 11.1.3 | Metodi | 421 |
| 11.1.4 | Gerarchie di generalizzazione | 425 |
| 11.1.5 | Persistenza | 428 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 11.1.6 | Ridefinizioni dei metodi | 429 |
| 11.1.7 | Ridefinizione con raffinamenti di tipo | 430 |
| 11.1.8 | Il manifesto delle basi di dati a oggetti | 432 |
| 11.2 | Standard ODMG per le basi di dati a oggetti | 433 |
| 11.2.1 | Linguaggio di definizione degli oggetti: ODL | 434 |
| 11.2.2 | Linguaggio di interrogazione: OQL | 436 |
| 11.3 | Basi di dati relazionali e a oggetti | 439 |
| 11.3.1 | Modello dei dati di SQL-3 | 440 |
| 11.3.2 | Linguaggio di interrogazione di SQL-3 | 444 |
| 11.3.3 | Il manifesto delle basi di dati della terza generazione | 445 |
| 11.4 | Basi di dati multimediali | 446 |
| 11.4.1 | Tipi di dati multimediali | 446 |
| 11.4.2 | Interrogazioni su dati multimediali | 448 |
| 11.4.3 | Ricerca di documenti | 448 |
| 11.4.4 | Rappresentazione dei dati spaziali | 450 |
| 11.5 | Estensioni tecnologiche per le basi di dati a oggetti | 452 |
| 11.5.1 | Rappresentazione dei dati e degli identificatori | 452 |
| 11.5.2 | Indici complessi | 453 |
| 11.5.3 | Architettura client-server | 455 |
| 11.5.4 | Transazioni | 455 |
| 11.5.5 | Distribuzione e interoperabilità: CORBA | 456 |
| 12 | Basi di dati attive | 463 |
| 12.1 | Comportamento dei trigger | 464 |
| 12.2 | Definizione e uso dei trigger in Oracle | 465 |
| 12.2.1 | Sintassi dei trigger in Oracle | 465 |
| 12.2.2 | Comportamento dei trigger in Oracle | 465 |
| 12.2.3 | Esempio di esecuzione | 466 |
| 12.3 | Definizione e uso dei trigger in DB2 | 468 |
| 12.3.1 | Sintassi dei trigger in DB2 | 468 |
| 12.3.2 | Comportamento dei trigger in DB2 | 469 |
| 12.3.3 | Esempio di esecuzione | 469 |
| 12.4 | Caratteristiche evolute delle regole attive | 470 |
| 12.5 | Proprietà delle regole attive | 471 |
| 12.6 | Applicazioni delle basi di dati attive | 473 |
| 12.6.1 | Gestione dell'integrità referenziale | 473 |
| 12.6.2 | Regole aziendali | 476 |
| 13 | Architetture e paradigmi per l'analisi dei dati | 481 |
| 13.1 | Architettura della data warehouse | 483 |
| 13.2 | Schema della data warehouse | 485 |
| 13.2.1 | Schema a stella | 486 |
| 13.2.2 | Schema a stella per una catena di supermercati | 488 |
| 13.2.3 | Schema a fiocco di neve | 489 |
| 13.3 | Operazioni per l'analisi dei dati | 491 |
| 13.3.1 | Interfacce per la formulazione delle query | 491 |
| 13.3.2 | Drill down e roll up | 492 |
| 13.3.3 | Data cube | 494 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 13.4 | Realizzazione della data warehouse | 496 |
| 13.4.1 | Indici bitmap e indici di join | 497 |
| 13.4.2 | Materializzazione delle viste | 498 |
| 13.5 | Data mining | 498 |
| 13.5.1 | Il processo di data mining | 499 |
| 13.5.2 | Problemi di data mining | 499 |
| 13.5.3 | Prospettive del data mining | 503 |
| 14 | Basi di dati e World Wide Web | 507 |
| 14.1 | Internet e World Wide Web: richiami | 508 |
| 14.1.1 | Internet | 509 |
| 14.1.2 | Il World Wide Web | 509 |
| 14.1.3 | HTML, un linguaggio per la specifica di ipertesti | 511 |
| 14.1.4 | Il protocollo HTTP | 512 |
| 14.1.5 | Gateway | 513 |
| 14.2 | Sistemi informativi su Web | 514 |
| 14.2.1 | Pubblicazione e consultazione sul Web: comunicazione unilaterale | 514 |
| 14.2.2 | Transazioni sul Web: comunicazione bidirezionale | 515 |
| 14.2.3 | Commercio elettronico e altre nuove applicazioni | 516 |
| 14.3 | Progettazione di siti Web centrati sui dati | 518 |
| 14.3.1 | Un modello logico per ipertesti orientati ai dati | 518 |
| 14.3.2 | Livelli di rappresentazione negli ipertesti Web | 521 |
| 14.3.3 | Fasi di progettazione di un sito centrato sui dati | 525 |
| 14.4 | Tecniche e strumenti per l'accesso a basi di dati attraverso il Web | 528 |
| 14.4.1 | Accesso a basi di dati tramite programmi CGI | 528 |
| 14.4.2 | Strumenti di sviluppo | 529 |
| 14.4.3 | Limiti del protocollo CGI | 531 |
| 14.4.4 | Simulazione di connessioni di lunga durata | 532 |
| 14.4.5 | Soluzioni basate sul server | 532 |
| 14.4.6 | Soluzioni basate sul client | 534 |
| A | Microsoft Access | 539 |
| A.1 | Caratteristiche del sistema | 539 |
| A.2 | La definizione delle tabelle | 541 |
| A.2.1 | Specificazione dei cammini di join | 546 |
| A.2.2 | Popolamento delle tabelle | 548 |
| A.3 | La definizione di query | 548 |
| A.3.1 | Query By Example | 548 |
| A.3.2 | L'interprete SQL | 555 |
| A.4 | Maschere e report | 556 |
| A.5 | La definizione di macro | 558 |
| B | IBM DB2 Universal Database | 561 |
| B.1 | Caratteristiche generali di DB2 | 562 |
| B.1.1 | Versioni del sistema | 562 |
| B.1.2 | Istanze e schemi di DB2 | 563 |

| | | |
|----------|---|------------|
| B.1.3 | Interazione con DB2 | 563 |
| B.2 | Gestione di una base di dati con DB2 | 564 |
| B.2.1 | Strumenti per la gestione interattiva | 564 |
| B.2.2 | Programmi applicativi | 569 |
| B.3 | Funzionalità avanzate di DB2 | 573 |
| B.3.1 | Estensioni di SQL per interrogazioni | 573 |
| B.3.2 | Funzionalità orientate agli oggetti di DB2 | 577 |
| C | Oracle PL/SQL | 583 |
| C.1 | L'architettura di strumenti di Oracle | 583 |
| C.2 | I domini di base | 585 |
| C.3 | L'estensione a oggetti | 587 |
| C.4 | Il linguaggio PL/SQL | 590 |
| C.4.1 | Esecuzione di PL/SQL in un contesto client-server | 591 |
| C.4.2 | Dichiarazioni di variabili e cursori | 592 |
| C.4.3 | Strutture di controllo | 594 |
| C.4.4 | Gestione delle eccezioni | 597 |
| C.4.5 | Procedure | 598 |
| C.4.6 | Moduli | 604 |