



Prefazione

SQL (*Structured Query Language*) è il linguaggio per l'accesso ai *database*, non solo per l'interrogazione, ma anche per l'esecuzione di qualsiasi tipo di operazione da parte di ogni livello di utenza. La sua sintassi, infatti, è abbastanza intuitiva da consentirne l'uso da parte di utenti non esperti per semplici operazioni di consultazione e aggiornamento dei dati, e nello stesso tempo abbastanza potente per l'utilizzo in contesti complessi da parte di specialisti e amministratori di basi di dati.

Il libro, in primo luogo, si propone di illustrare ed esemplificare, in maniera semplice ma esauriente, lo *standard SQL* nel contesto del *modello relazionale* e dei sistemi di gestione di basi di dati, o *Data Base Management System (DBMS)*. Le specifiche dello standard ISO e ANSI costituiscono il punto di riferimento attorno al quale università e industria continuano la ricerca per l'applicazione di nuove tecnologie e metodologie ai DBMS. Il modello relazionale, basato sulla teoria matematica delle relazioni tra insiemi, costituisce il fondamento formale del linguaggio.

In secondo luogo, il testo vuole testimoniare le evoluzioni che lo standard ha portato con la revisione ISO 9075:1999, conosciuta come SQL99 o SQL3, con enfasi su due degli aspetti forse più interessanti e concreti: l'incontro tra il paradigma degli oggetti e quello relazionale, e le estensioni procedurali per il controllo del flusso d'esecuzione.

Il libro, infine, vuole rapportare lo standard SQL a quello reso disponibile nei DBMS commerciali, citando di volta in volta limiti e differenze sostanziali e presentando in particolare due implementazioni reali: una del modello *object relational*, l'altra delle estensioni procedurali, dei *trigger* e delle *stored procedure*.

Impostazione del libro

Per garantire un approccio graduale all'apprendimento è stata posta grande attenzione all'ordine di presentazione dei concetti: gli argomenti vengono dapprima introdotti per esemplificazioni, successivamente sono sviluppati e approfonditi. Il lettore sarà messo rapidamente in grado, seguendo gli esempi, di realizzare interrogazioni di complessità crescente, manipolare i dati, definire proprie strutture quali tabelle, vincoli d'integrità, domini e tutto ciò che è necessario per un utilizzo allo stato dell'arte di

SQL. Per rendere agevole e produttivo il lavoro quasi tutti gli esempi si basano su una base di dati di prova introdotta sin dal primo capitolo e il cui contenuto è reperibile nell'Appendice A. Analogamente, gli esercizi proposti nel testo si basano principalmente su un altro database esemplificativo, introdotto nel Capitolo 4.

Il nucleo formato dai primi quattro capitoli, che costituisce il terreno fertile su cui far germogliare il lavoro successivo, introduce ed esemplifica i concetti di database e di modello relazionale.

I capitoli dal quinto al quattordicesimo trattano il linguaggio con una sola linea di sviluppo, con una progressione che parte da semplici interrogazioni, per passare alla modifica dei dati, alla definizione dello schema dati e arrivare alle problematiche più complesse relative alle transazioni e alla sicurezza. Abbiamo scelto di far riferimento in questa sezione alla parte dello standard già presente in SQL92 o SQL2 (salvo quando non venga esplicitamente citato SQL3), poiché i più diffusi DBMS disponibili sul mercato sono tuttora certificati solo SQL2 al livello d'ingresso detto *Entry*. Questa scelta fa sì che buona parte degli enunciati presentati possano essere davvero sperimentati sui DBMS reali, come quello del CD-ROM allegato al libro. SQL2 è un sottoinsieme di SQL3, dunque i due standard sono compatibili.

I due capitoli successivi si distaccano dall'argomento "SQL standard" in quanto tale per collocare l'uso dei DBMS e di SQL nel contesto tecnologico attuale: database distribuiti, *data mining*, *mobile computing*, realizzazione di applicazioni in Internet ecc. Il lettore non interessato all'uno o all'altro di questi temi può saltarne la lettura senza che ciò pregiudichi in senso stretto la comprensione del resto.

I Capitoli 17 e 18 trattano le estensioni introdotte dallo standard SQL3. Il Capitolo 17 si concentra sulle estensioni relative ai tipi di dato introducendo prima quelle relazionali poi quelle orientate agli oggetti, queste ultime precedute da una vera e propria introduzione al paradigma degli oggetti a beneficio di chi la gradisce. Il Capitolo 18 tratta le altre estensioni, tra cui spiccano per interesse quelle procedurali, oltre che la gestione dei gruppi attraverso i ruoli, mentre destano una certa curiosità le interrogazioni ricorsive. A questo punto ha termine la trattazione dello standard: i due ultimi capitoli, infatti, sono dedicati rispettivamente a due implementazioni reali, la prima focalizzata sulle estensioni *object oriented* di Oracle, da confrontare con quanto definito per lo standard nel Capitolo 17, la seconda sulle estensioni procedurali, trigger e *stored procedure* di Sybase, da confrontare soprattutto con quanto definito per lo standard nel Capitolo 18.

Novità della seconda edizione

Questa nuova edizione fa sue le definizioni dello standard SQL3, mentre la precedente ne presentava solo alcune parti come linee di tendenza non ancora formalizzate dagli organismi internazionali. Si è posta particolare attenzione ai tipi di dato astratti, alle nuove caratteristiche *object relational* e alle estensioni procedurali.

La nuova edizione, inoltre, si arricchisce di un'ampia sezione espressamente dedicata all'uso di SQL nelle architetture Web, al fine di testimoniare le possibilità più diffuse a disposizione del progettista software per lo sviluppo di applicazioni Internet orientate ai database.

Documentazione Web

Si accede alla documentazione digitale relativa al libro tramite il sito <http://www.ateneonline.it>. Da essa si possono scaricare gli esempi di comandi di tutto il testo, le soluzioni degli esercizi e altro materiale didattico di supporto a professori e studenti.

Documentazione sullo standard è disponibile nei siti Web dell'ISO (*International Standards Organization*), e dell'ANSI (*American National Standards Institute*), rispettivamente <http://www.iso.ch> e <http://www.ansi.org>.

CD-ROM allegato

Il CD-ROM allegato al questo volume contiene la suite "Sybase SQL Anywhere Studio Developer Edition" per Windows, che include l'omonimo sistema di gestione di basi di dati, un DBMS completo e molto diffuso – disponibile anche per altre piattaforme quali Linux, Mac OS X, Sun Solaris, HP UX e IBM AIX – con cui il lettore interessato potrà sperimentare buona parte di quanto espresso nel libro e verificare la correttezza delle proprie risposte agli esercizi.

La suite comprende l'interfaccia grafica di amministrazione del DBMS, la documentazione del prodotto e – in valutazione a scadenza temporale – un ambiente di modellazione relazionale e un sistema di reportistica.

Contenuto del libro

Capitolo 1 – Database. Introduce il lettore nel mondo dei sistemi di gestione di basi di dati; vengono esaminate le caratteristiche che tali sistemi devono possedere e i vantaggi che ha portato il passaggio dall'archiviazione tradizionale dei dati all'uso dei DBMS. Vengono poi presentate le fasi di progettazione di una base di dati, soffermandosi sulla definizione dello schema concettuale del database di esempio, il Registro Automobilistico, al quale si fa riferimento nelle esemplificazioni del libro. I primi passi sul sentiero della progettazione.

Capitolo 2 – Database relazionali. Illustra il modello relazionale, presentando i concetti di relazioni algebriche, n -uple e attributi – rappresentabili rispettivamente come tabelle, righe e colonne –, chiave primaria, chiave esterna, relazioni uno a uno, uno a molti, molti a molti. Grazie a questi nuovi strumenti possiamo proseguire il cammino della progettazione e, partendo dallo schema concettuale del database di esempio definito nel Capitolo 1, generiamo lo schema logico relazionale. Il contenuto completo del database di esempio, il Registro Automobilistico, è riportato in Appendice A.

Viene discussa la normalizzazione dei dati e presentata una breve panoramica sulla storia del linguaggio SQL, sulle sue caratteristiche e modalità d'uso, sull'importanza e l'evoluzione dello standard.

Capitolo 3 – Algebra relazionale. È dedicato alla definizione delle operazioni dell'algebra relazionale: proiezione, restrizione, congiunzione, ridenominazione, unione, differenza, giunzione, giunzione naturale, semi-giunzione, giunzione esterna, intersezione, divisione, complemento, aggregazione e chiusura transitiva. L'obiettivo è di porre le basi teoriche, seppure in forma preminentemente esemplificativa, per comprendere le modalità di selezione dei dati rappresentati mediante il modello relazionale che sperimenteremo in larga misura applicate in pratica grazie al linguaggio SQL.

Capitolo 4 – Caso di studio – Parte I. Presenta il caso di studio – i Mobili Componibili –, una base di dati che verrà utilizzata nella maggioranza degli esercizi del libro. Vi vengono definiti schema concettuale, schema logico e contenuti della base di dati; si avranno così a disposizione due database: il primo, che abbiamo progettato nei primi due capitoli, è utilizzato nelle esemplificazioni del libro, il secondo negli esercizi proposti al lettore. I comandi per la definizione del database dei Mobili Componibili, che verranno introdotti nel Capitolo 10, sono riportati in Appendice B.

Capitolo 5 – Query. Dopo i primi quattro capitoli inizia la trattazione vera e propria del linguaggio: di ogni nuovo costrutto viene presentata la sintassi e sono illustrate le funzionalità, procedendo per successivi gradi di complessità. A partire da questo capitolo, in conclusione di ogni argomento vengono proposti gli esercizi per la verifica del corretto apprendimento; in fondo al volume il lettore troverà la soluzione proposta. Al fine di permettere una visione d'insieme coerente, nella trattazione si collega, dove possibile, l'utilizzo dei diversi elementi del linguaggio ai concetti propri dell'algebra relazionale introdotti nel Capitolo 3.

I Capitoli dal 5 all'8 trattano il *query language*, la parte di interrogazione del linguaggio. Il Capitolo 5, in particolare, introduce l'istruzione più rilevante dell'SQL (`SELECT`), presentando le interrogazioni limitate a una sola tabella, i connettori logici, il calcolo di espressioni, le funzioni di gruppo e gli ordinamenti.

I primi passi sul sentiero dell'SQL. Abbiamo a che vedere con una sola tabella per volta, per quante siano le colonne che vengono prese in considerazione le selezioni non risultano troppo complesse. Qualche riflessione di più implica il raggruppamento in base al valore di una colonna.

Capitolo 6 – Join. Estende l'interrogazione a più tabelle, approfondendo ed esemplificando il concetto fondamentale di *join*. Iniziamo a far pratica con relazioni uno a molti e molti a molti, introdotte nel Capitolo 2 con il modello relazionale, e lavoriamo con `natural-join` (`equi-join`), `inner-join`, `outer-join`, `cross-join` e `self-join`.

Proseguiamo il cammino della `SELECT`; si tratta di un falsopiano, e ogni tanto abbiamo necessità di una piccola sosta per dare un'occhiata al terreno percorso. Nelle interrogazioni colleghiamo tra loro due o più tabelle, osserviamo gli esempi, svolgiamo gli esercizi e andiamo avanti.

Capitolo 7 – Operatori su insiemi. Tratta le tabelle come "insiemi" di righe introducendo le interrogazioni tramite gli operatori su insiemi: unione, differenza e intersezione. Continuiamo a esercitarci con i comandi `SELECT` e le sue clausole `FROM` e `WHERE`.

Trotterelliamo giù per una riposante discesa, vuoi perché abbiamo incontrato gli insiemi nei nostri studi almeno una volta, vuoi perché si tratta di concetti intuitivi applicati all'SQL.

Capitolo 8 – Subquery. Introduce la tecnica delle subquery: una `SELECT` all'interno di un comando SQL, quale un'altra `SELECT`. Presenta le subquery scalari, di colonna e di tabella, come alternativa per la specifica di condizioni nella clausola `WHERE`, nelle espressioni di confronto e di confronto quantificato, congiuntamente ai predicati `EXISTS` e `NOT EXISTS`, e infine le subquery annidate. In questi come negli altri capitoli si fa riferimento alle specifiche ANSI e ISO, introducendo anche alcune parti dello standard che non sono attualmente implementate nei più diffusi DBMS commerciali, allo scopo di ottenere una trattazione esaustiva e concettualmente corretta. Vengono poi approfondite solo quelle parti che, in base all'esperienza, risultano essere più utili e che sono compatibili con la maggior parte dei DBMS esistenti.

Qui le cose si complicano appena un po', ma se seguiamo con attenzione la mappa a nostra disposizione non ci perderemo mai. La curiosità ci spinge a confrontare le soluzioni con quelle viste nei capitoli precedenti, dove non avevamo a disposizione l'uso delle subquery.

Capitolo 9 – Inserimento, modifica e cancellazione dei dati. Presenta inserimenti, aggiornamenti e cancellazioni di dati con: `INSERT`, `UPDATE` e `DELETE`. Prosegue nel trattamento di quella parte del linguaggio che riguarda la manipolazione dei dati, detta DML, secondo la terminologia ancora largamente utilizzata, precedente a SQL99. Lavoriamo con stringhe di caratteri e date, approfondiamo le subquery utilizzandole all'interno di comandi di aggiornamento e cancellazione.

Dopo tante interrogazioni, finalmente modifichiamo il contenuto delle tabelle, quasi nella forma più naturale che ci saremmo aspettato dopo aver percorso le tappe precedenti. Una verde, piana radura si distende sotto i nostri piedi.

Capitolo 10 – Definizione del database. Introduce le parti di linguaggio rivolte alla definizione e al controllo dei dati, dette DDL e DCL, per la creazione, la modifica e la cancellazione degli elementi del database: schemi, tabelle, colonne, tipi di dati, vincoli d'integrità, domini. Apprendiamo i tipi di dati disponibili e gestiamo valori numerici, stringhe di carattere e date.

Eccoci alla vera e propria costruzione del database relazionale che avevamo disegnato sin dai primi capitoli e su cui abbiamo lavorato fino a qui. Le colline che fino a poco prima non si scorgevano ora si fanno sentire nella durezza della salita. Proseguiamo decisi, respirando a pieni polmoni.

Capitolo 11 – Viste. Tratta le viste logiche sui dati o tabelle virtuali che non contengono dati propri, ma sono un'aggregazione di dati presenti su altre tabelle. Imparando a definire, eliminare e interrogare le viste logiche ne comprendiamo i vantaggi nell'accesso e nella visione dei dati, nell'indipendenza logica delle applicazioni dalla struttura dei dati. Continuiamo lo studio del DDL.

Dietro alle colline non si scorgevano montagne e infatti d'improvviso un'ampia valle si è aperta ai nostri occhi, tutto chiaro con le "viste", basta concedersi il tempo necessario per qualche breve riflessione.

Capitolo 12 – Caso di studio – Parte II. Ripropone molti degli argomenti già trattati: query, join, operatori su insiemi, subquery, aggiornamento dei dati e viste logiche, applicandoli con esemplificazioni al database del caso di studio presentato nel Capitolo 4.

Capitolo 13 – Transazioni. Introduce le questioni dell'integrità fisica e della consistenza dei dati, per problemi dovuti a malfunzionamenti hardware o software oppure all'accesso concorrente ai dati. Esamineremo la gestione di transazioni che terminano con successo (COMMIT) o falliscono e devono essere completamente annullate (ROLLBACK), per cui il database deve tornare allo stato consistente, precedente l'inizio dell'intera transazione.

Capitolo 14 – Sicurezza. Presenta gli aspetti relativi alla protezione dei dati da accessi non autorizzati. Riprende le viste logiche utilizzabili per restringere la visibilità sui dati e illustra il rapporto tra privilegi, oggetti del database e utenti. In particolare, impareremo a usare i comandi per assegnare agli utenti i privilegi sugli oggetti (GRANT) e revocarli (REVOKE).

Il terreno si fa paludoso, senza l'esperienza sul campo transazioni e sicurezza rimangono argomenti teorici. Per non impantanarci dobbiamo percorrere le passerelle di legno poste a facilitarci il passaggio, sarà il lavoro di domani che renderà concreti ai nostri occhi questi importanti aspetti del linguaggio.

Capitolo 15 – DMBS in rete. I due capitoli successivi collocano l'SQL nel contesto tecnologico attuale. Il Capitolo 15 presenta una panoramica sulle evoluzioni architetturali dei DBMS, con particolare riferimento alle problematiche legate alla distribuzione dei dati, alla replicazione, agli ambienti client/server, al data mining, ai computer mobili.

Alziamo lo sguardo e osserviamo il panorama, riconosciamo i luoghi noti nel paesaggio intorno.

Capitolo 16 – SQL e Web. Introduce le principali tecniche di sviluppo di applicazioni in ambiente Web e mostra come viene utilizzato l'SQL in questo contesto. È offerta una panoramica sulle soluzioni lato server – PHP, ASP e JSP – e lato client – VBScript e JavaScript –, la comunicazione con i DBMS tramite ODBC, la programmazione Java – applet, servlet, JDBC –, lo scambio dati tramite XML, Web Services e SOAP, la programmazione .NET.

Qualunque scelta si faccia alla fine del cammino, troviamo l'SQL come percorso obbligato per accedere alle basi di dati, anche se fino a quel punto le strade possibili nelle architetture Internet possono essere profondamente diverse.

Capitolo 17 – SQL3: estensioni ai tipi di dato. I Capitoli 17 e 18 trattano le estensioni introdotte nel linguaggio dallo standard corrente, detto SQL3 o SQL99. In particolare, il Capitolo 17 esamina le estensioni ai tipi di dato con i tipi LOB, BOOLEAN, ARRAY, ROW, i predicati SIMILAR e DISTINCT, ma soprattutto i tipi di dato astratti (ADT) e le conseguenti estensioni *object relational*. Al fine di rendere accessibile l'argomento a chi non avesse una preparazione specifica in questo senso, il tema è preceduto dalla presentazione del paradigma orientato agli oggetti con l'illustrazione organica dei concetti di: classe, oggetto, metodo, incapsulamento, polimorfismo.

Capitolo 18 – SQL3: nuove caratteristiche del linguaggio. Prende in considerazione le altre innovazioni introdotte nel linguaggio dal recente standard. Vengono trattati

argomenti quali la modifica dei dati attraverso le viste, il salvataggio dei dati in punti intermedi della transazione, il ripristino allo stato del database all'ultimo punto di salvataggio, la gestione dei gruppi attraverso i ruoli, le interrogazioni ricorsive. Impareremo a lavorare con le estensioni procedurali del linguaggio con l'uso dei comandi composti, le variabili, i comandi condizionali e iterativi. Vedremo come creare i trigger e definire il tempo e l'evento di attivazione.

Capitolo 19 – L'implementazione a oggetti di Oracle. Nei Capitoli 19 e 20 l'attenzione viene rivolta a due sistemi commerciali. In particolare, il Capitolo 19 tratta l'implementazione a oggetti di Oracle. Osserveremo come quanto introdotto nei due capitoli precedenti, soprattutto per ciò che concerne i tipi di dato astratti, sia presente e con quali specifiche in Oracle.

Capitolo 20 – Trigger e stored procedure nell'implementazione di Sybase. Introduce le estensioni apportate in ASE (*Adaptive Server Enterprise*), un DBMS di Sybase, che arricchiscono il linguaggio con i comandi procedurali e le variabili per il controllo delle condizioni logiche e dei cicli, i *trigger* per la gestione dell'integrità referenziale, di dominio (in alternativa alla tecnica dichiarativa) e di comportamento (*business rule*), e le *stored procedure* per migliorare l'efficienza e per incapsulare i dati. Da quanto esposto potremo dedurre congruità e differenze con lo standard, in special modo con i temi toccati nel Capitolo 19.

Appendici. Le prime due appendici presentano rispettivamente il contenuto del database del Registro Automobilistico, che è utilizzato negli esempi di molti capitoli del libro, e i comandi standard ANSI che permettono di creare il database dei Mobili Componibili, introdotto nel Capitolo 4, cui fa riferimento la maggioranza degli esercizi del testo. L'Appendice C che contiene le parole riservate dello standard SQL99 è seguita dalle soluzioni di molti degli esercizi proposti, da una bibliografia di riferimento e da una nota sull'installazione e l'uso del CD-ROM allegato.

Ringraziamenti

Professori, ricercatori e studenti da tante università ci hanno scritto permettendoci di correggere errori e imprecisioni, dandoci alcune indicazioni che ci hanno fatto riflettere e che abbiamo ritenuto importante seguire in questa nuova edizione. A loro va il nostro più sentito ringraziamento, a noi ogni responsabilità per le decisioni prese.

Al lettore auguriamo di cuore buono studio/lavoro. Chi lo desidera può inviarci commenti e consigli ai seguenti indirizzi di posta elettronica:

d.dorbolo@ing.unipi.it
andreag@softpi.it

*Daniela Dorbolò
Andrea Guidi*