Basi di Dati

Barbara Catania

Organizzazione corso

- Aspetti introduttivi
- Modelli tradizionali dei dati: il modello relazionale
  - algebra e calcolo relazionale
  - il linguaggio SQL
- Progettazione di basi dati
  - metodologie di progettazione
  - il modello Entity-Relationship
  - elementi di teoria della normalizzazione
- Cenni all'architettura di un DBMS

Organizzazione corso

- Lezioni di laboratorio:
  - Microsoft SQL Server
- Esame:
  - compitini (scritto/laboratorio)
  - prova scritta/prova di laboratorio
  - orale obbligatorio solo in caso di sufficienza scarsa su determinati argomenti

Basi di Dati e Sistemi Informativi: Aspetti Introduttivi

Organizzazione/Azienda

- Utilizza un insieme di **risorse** e **regole** per lo svolgimento coordinato delle attività al fine del perseguimento degli scopi
- le risorse di una azienda (o amministrazione):
  - persone
  - denaro
  - materiali
  - **informazioni**

Sistema informativo

- Componente (sottosistema) di ogni organizzazione che gestisce i processi informativi (cioé i processi che coinvolgono le informazioni)
- Acquisisce, elabora, conserva, produce le informazioni di interesse (cioè utilizzate per il perseguimento degli scopi dell'organizzazione stessa)
- ogni organizzazione ha un sistema informativo, eventualmente non esplicitato nella struttura
- il sistema informativo è di solito suddiviso in sottosistemi (in modo gerarchico o decentrato), più o meno fortemente integrati

Funzioni di un sistema informativo

- raccolta, acquisizione delle informazioni
- archiviazione, conservazione delle informazioni
- elaborazione delle informazioni
- distribuzione, scambio di informazioni

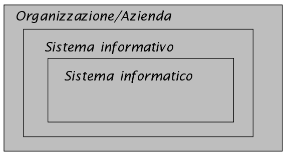
Sistemi informativi e automazione

- il concetto di “sistema informativo” è indipendente da qualsiasi automatizzazione: esistono organizzazioni la cui ragion d’essere è la gestione di informazioni (es: servizi anagrafici e banche) e che operano da secoli

Sistema Informatico

- porzione automatizzata del sistema informativo
- il sistema informatico è la parte del sistema informativo che gestisce informazioni per mezzo della tecnologia informatica

Sistema Informatico



Sistema informativo e Sistema Informatico

- anche prima di essere automatizzati, molti sistemi informativi si sono evoluti verso una razionalizzazione e standardizzazione delle procedure e dell’organizzazione delle informazioni

Gestione delle informazioni

- Nelle attività umane, le informazioni vengono gestite (registrate e scambiate) in forme diverse, a seconda delle necessità e capacità:
  - idee informali
  - linguaggio naturale (scritto o parlato, formale o colloquiale, in una lingua o in un’altra)
  - disegni, grafici, schemi
  - numeri
  - codici (anche segreti)
- e su vari supporti, dalla memoria umana alla carta

Gestione delle informazioni

- Nelle attività standardizzate dei sistemi informativi complessi, sono state introdotte col tempo forme di organizzazione e codifica delle informazioni
- ad esempio, nei servizi anagrafici si è iniziato con registrazioni discorsive e sono state poi introdotte informazioni via via più precise:
  - nome e cognome
  - estremi anagrafici
  - codice fiscale

Informazioni e dati

- Nei sistemi informatici (e non solo in essi) le informazioni vengono rappresentate attraverso i dati
  - **informazione**: tutto ciò che produce variazioni nel patrimonio conoscitivo di un soggetto detto *percettore dell'informazione*
  - **dato:** una registrazione della descrizione di una qualsiasi caratteristica della realtà su un supporto che ne garantisca la conservazione e, mediante un insieme di simboli, ne garantisca la comprensibilità e la reperibilità

Informazioni e dati

- I dati sono fatti elementari, informazioni codificate, che hanno bisogno di essere interpretate per fornire conoscenza
- *Esempio:*
  - si consideri un dato rappresentato dal numero 3: tale dato non fornisce in effetti alcuna informazione
  - viceversa, dire che 3 è il numero degli anni di corso del corso di Laurea in Informatica fornisce una informazione

Informazioni e dati

- Uno degli obiettivi fondamentali di un sistema di gestione dati è fornire un contesto interpretativo ai dati, in modo da consentire un accesso efficace alle informazioni da essi rappresentate

Base di dati

(accezione generica)

- **collezione di dati, utilizzati per rappresentare le informazioni di interesse per una o più applicazioni di una organizzazione**

(accezione specifica)

- **collezione di dati gestita da un DBMS**

Sistema di Gestione di Basi di Dati
DataBase Management System — DBMS

Sistema (**prodotto software**) in grado di gestire **collezioni di dati** che siano:

- **Grandi:** di dimensioni (molto) maggiori della memoria centrale dei sistemi di calcolo utilizzati
- **Persistenti:** con un periodo di vita indipendente dalle singole esecuzioni dei programmi che le utilizzano
- **Condivise:** utilizzate da applicazioni diverse

DBMS (continua)

- Un DBMS deve garantire:
  - **Affidabilità:** resistenza a malfunzionamenti hardware e software
  - **Privatezza**: con una disciplina e un controllo degli accessi
- come ogni prodotto informatico, un DBMS deve essere **efficiente** (utilizzando al meglio le risorse di spazio e tempo del sistema) ed **efficace** (rendendo produttive le attività dei suoi utilizzatori)

Condivisione

- Ogni organizzazione (specie se grande) è divisa in settori o comunque svolge diverse attività
- a ciascun settore o attività corrisponde un (sotto-)sistema informativo (privato o porzione di un sistema più grande)
- possono esistere sovrapposizioni fra i dati di interesse dei vari settori
- una base di dati è una risorsa **integrata**, condivisa fra i vari settori

Condivisione (segue)

- L'integrazione e la condivisione permettono di ridurre la **ridondanza** (evitando ripetizioni) e, di conseguenza, le possibiltà di incoerenza (o **inconsistenza**) fra i dati
- poiché la condivisione non è mai completa (o comunque non opportuna) i DBMS prevedono meccanismi per garantire **privatezza** ai dati (**autorizzazioni**)
- la condivisione richiede un opportuno coordinamento degli accessi: **controllo della concorrenza**

Efficienza

- Si misura (come in tutti i sistemi informatici) in termini di tempo di esecuzione (tempo di risposta) e spazio di memoria (principale e secondaria)
- i DBMS, a causa della varietà di funzioni, non sono necessariamente più efficienti dei file system
- l'efficienza è il risultato della qualità del DBMS e delle applicazioni che lo utilizzano

DBMS vs file system

- La gestione di insiemi di dati grandi e persistenti è possibile anche attraverso sistemi più semplici — gli ordinari **file system** dei sistemi operativi, che permettono di realizzare anche rudimentali forme di condivisione
- i DBMS estendono le funzionalità dei file system, fornendo più servizi ed in maniera integrata

DBMS vs file system

- Si supponga che una società voglia mantenere informazioni sui suoi impiegati e dipartimenti e si supponga che le applicazioni usino direttamente i servizi del file system per la memorizzazione e l'accesso ai dati
- in base a tale approccio, i dati relativi agli impiegati ed ai dipartimenti sono mantenuti in record memorizzati in file su memoria secondaria

DBMS vs file system

- Si supponga che esista un insieme di programmi applicativi tra cui:
  - un programma di modifica dello stipendio di un dato impiegato
  - un programma di modifica del dipartimento di un dato impiegato
  - un programma per l'inserzione e cancellazione di un impiegato
  - un programma che stampa la lista di tutti gli impiegati in ordine alfabetico

25 Aspetti Introduttivi

DBMS vs file system: problemi

- Ridondanze e inconsistenze nei dati:
  - uffici diversi potrebbero mantenere file diversi
  - i dati di uno stesso impiegato potrebbero essere replicati
  - a fronte di una modifica (es. cambia lo stipendio)
    - tutte le repliche devono essere aggiornate
    - problemi di inconsistenza se questo non avviene (lo stesso impiegato potrebbe essere associato a stipendi diversi)
  - in un DBMS si mantiene una sola rappresentazione, riducendo al massimo ridondanza e inconsistenza

26 Aspetti Introduttivi

DBMS vs file system: problemi

- Difficoltà nell'accesso ai dati:
  - ogni tipologia di ricerca corrisponde ad un nuovo programma applicativo
  - ogni nuova esigenza comporta quindi la necessità di scrivere un nuovo programma
  - i DBMS permettono in modo semplice di esprimere condizioni di ricerca sui dati, senza dovere scrivere complessi programmi applicativi

27 Aspetti Introduttivi

DBMS vs file system: problemi

- Problemi nell'accesso concorrente ai dati:
  - la gestione della concorrenza a livello di file system avviene a livello di file
  - un DBMS gestisce la concorrenza a livello di singolo dato acceduto
- Problemi di protezione dei dati:
  - il file system ci permette di proteggere un singolo file
  - in un DBMS possiamo proteggere in modo diverso varie porzioni di dati contenuti in un singolo file

28 Aspetti Introduttivi

DBMS vs file system: problemi

- Problemi di integrità dei dati:
  - se i dati devono soddisfare determinate condizioni (ad esempio, si vuole imporre che lo stipendio sia un numero positivo), ogni programma applicativo deve forzare questa condizione
  - in un DBMS, è possibile specificare una sola volta i vincoli di integrità, che verranno automaticamente verificati dal sistema

29 Aspetti Introduttivi

Obiettivi di un DBMS

Integrazione dei dati → Aumentare la possibilità di consultare i dati, ridurre ridondanza e inconsistenza

Indipendenza dei dati → Agevolare lo sviluppo di nuove applicazioni, facilita-re la manutenzione delle applicazioni esistenti

Contollo centraliz-zato sui dati → Garantire qualità, private-za e sicurezza dei dati

30 Aspetti Introduttivi

Obiettivi di un DBMS

Integrazione dei dati

- Il meccanismo fondamentale che rende possibile l'integrazione è una definizione logica e centralizzata dei dati detta **schema** della base di dati
- uno schema descrive tramite un formalismo ad alto livello, detto **modello dei dati**, il contenuto della base di dati

31

Obiettivi di un DBMS

Indipendenza dei dati

- obiettivo estremamente importante in quanto garantisce che:
  - modifiche apportate alla rappresentazione fisica dei dati (ad esempio uso di una struttura di accesso piuttosto di un'altra) non comportino modifiche alle applicazioni esistenti - **indipendenza fisica**
  - modifiche apportate alla rappresentazione logica dei dati non comportino modifiche alle applicazioni esistenti - **indipendenza logica**

32

Obiettivi di un DBMS

Controllo centralizzato sui dati

- Il terzo obiettivo consiste nell'introdurre un controllo centralizzato sui dati tramite il DBMS che fornisce un metodo comune e controllato di accesso alla base di dati

33

Servizi offerti da un DBMS

Servizio	Descrizione
Descrizione dei dati	Per specificare i dati da memorizzare
Manipolazione dei dati	Per: accedere ai dati, memorizzare nuovi dati modificare/cancellare dati esistenti
Controllo di integrità	Per evitare di memo-rizzare dati non corretti
Strutture di memorizzazione	Per rappresentare in memoria i concetti di un modello dei dati

34

Servizi offerti da un DBMS

Servizio	Descrizione
Ottimizzazione di interrogazioni	Per determinare la strategia più effi-ciente per accedere ai dati
Privatezza dei dati	Per proteggere i dati da accessi non auto-rizzati
Ripristino del DB	Per evitare che errori e malfunzionamenti creino un DB inconsi-stente
Dizionario dei dati	Per determinare i dati disponibili nel DB

35

Modello dei dati

- Un modello dei dati è un insieme di strumenti concettuali, o *formalismo*, che consta di tre componenti fondamentali:
  - un insieme di strutture dati
  - una notazione per specificare i dati tramite le strutture dati del modello
  - un insieme di operazioni per manipolare i dati

36

Modello dei dati

- I modelli dei dati permettono di rappresentare la realtà di interesse per un certo insieme di applicazioni
- concetti rilevanti alla base di tale rappresentazione:
  - *Entità*: "oggetto" della realtà applicativa di interesse, esistente e distinguibile da tutti gli altri
  - *Attributo*: una proprietà significativa, ai fini della descrizione della realtà applicativa di interesse, di una data entità
  - Ogni entità è pertanto caratterizzata da uno o più attributi; un attributo assume uno o più valori, detti *valori dell'attributo*, da un insieme di valori possibili detto *dominio dell'attributo*

37

Modello dei dati

- *Insieme di entità*: raggruppa un insieme di "oggetti" con le stesse caratteristiche; in altre parole, raggruppa entità "simili" aventi gli stessi attributi, anche se non necessariamente gli stessi valori per tali attributi
- Un insieme di attributi i cui valori identificano univocamente una entità in un dato insieme di entità costituisce una *chiave* per l'insieme di entità
- *Associazione*: una corrispondenza tra gli elementi di due (o più) insiemi di entità

38

Modello dei dati: Esempio

- Si consideri la realtà applicativa relativa agli impiegati ed ai dipartimenti:
  - **entità**: Mario Rossi, il dipartimento 30
  - **insiemi di entità**: l'insieme di tutti gli impiegati
    l'insieme di tutti i dipartimenti
  - **attributi**: nome di impiegato, stipendio, mansione, numero di dipartimento, nome di dipartimento
  - **associazione**: il fatto che Mario Rossi lavora nel dipartimento 30

39

Modello dei dati

- Qualsiasi modello dei dati deve rispondere a due domande fondamentali:
  (a) come rappresentare le entità e i loro attributi
  (b) come rappresentare le associazioni
- la maggioranza dei modelli usa strutture come il record, in cui ogni componente rappresenta un attributo
- i modelli differiscono notevolmente in questo aspetto; la rappresentazione può avvenire tramite:
  - strutture, valori, puntatori

40

Il modello relazionale

- E' basato su una singola struttura dati - la *relazione*
- una relazione può essere vista come una tabella con righe, dette *tuple*, e colonne contenenti dati di tipo specificato, come ad esempio interi e stringhe

41

Tabelle: rappresentazione di relazioni

CORSI

Corso	Docente	Aula
Basi di dati	Rossi	DS3
Sistemi	Neri	N3
Reti	Bruni	N3
Controlli	Bruni	G

AULE

Nome	Edificio	Piano
DS1	Ex-OMI	Terra
N3	Ex-OMI	Terra
G	Pincherle	Primo

42

Schemi e istanze

In ogni base di dati esistono:

- lo **schema**, sostanzialmente invariante nel tempo, che ne descrive la struttura (aspetto **intensionale**);
  nell'esempio, le intestazioni delle tabelle
- l'**istanza**, costituita dai valori attuali, che possono cambiare rapidamente (aspetto **estensionale**);
  nell'esempio, il "corpo" di ciascuna tabella

Schemi e istanze

- Il primo passo nello sviluppo di una base di dati è la definizione dello schema della base di dati
- successivamente vengono immessi i dati veri e propri che devono conformarsi alla definizione data dallo schema
- l'insieme dei dati presente in dato momento in una base di dati è detto *insieme delle istanze* della base di dati

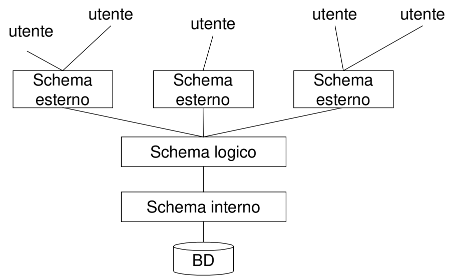
Due tipi (principali) di modelli

- **modelli logici**: utilizzati per l'organizzazione dei dati; ad essi fanno riferimento i programmi; sono indipendenti dalle strutture fisiche;
  esempi: relazionale, reticolare, gerarchico, a oggetti
- **modelli concettuali**: permettono di rappresentare i dati in modo indipendente da ogni sistema, cercando di descrivere i concetti del mondo reale; sono utilizzati nelle fasi preliminari di progettazione; il più noto è il modello **Entity-Relationship**

Modelli logici: Evoluzione

- Modelli di prima generazione (anni 60):
  - reticolare – Codasyl
  - gerarchico
- Modello relazionale (anni 70)
- Evoluzioni recenti:
  - modelli relazionali estesi (basi di dati attive)
  - modelli dei dati ad oggetti
  - modelli di basi di dati deduttive
  - modelli relazionali ad oggetti

Architettura ANSI/SPARC a tre livelli per DBMS



Architettura ANSI/SPARC: schemi

schema logico: descrizione dell'intera base di dati nel modello logico "principale" del DBMS

schema esterno: descrizione di parte della base di dati in un modello logico ("viste" parziali, derivate, anche in modelli diversi)

schema fisico: rappresentazione dello schema logico per mezzo di strutture fisiche di memorizzazione

Una vista

Corsi

Corso	Docente	Aula
Basi di dati	Rossi	DS3
Sistemi	Neri	N3
Reti	Bruni	N3
Controlli	Bruni	G

Aule

Nome	Edificio	Piano
DS1	Ex-OMI	Terra
N3	Ex-OMI	Terra
G	Pincherle	Primo

CorsiSedi

Corso	Aula	Edificio	Piano
Sistemi	N3	Ex-OMI	Terra
Reti	N3	Ex-OMI	Terra
Controlli	G	Pincherle	Primo

Indipendenza dei dati

- Conseguenza della articolazione in livelli:
  l'accesso avviene solo tramite il livello esterno (che può coincidere con il livello logico)
- **indipendenza fisica**: il livello logico e quello esterno sono indipendenti da quello fisico; una relazione è utilizzata nello stesso modo qualunque sia la sua realizzazione fisica (che può anche cambiare nel tempo senza che debbano essere modificate le forme di utilizzo)

Indipendenza dei dati

- **indipendenza logica**: il livello esterno è indipendente da quello logico
  - aggiunte o modifiche alle viste non richiedono modifiche al livello logico
  - modifiche allo schema logico che lascino inalterato lo schema esterno sono trasparenti

DBMS: linguaggi

- **Data Definition Language** (DDL). Definisce:
  - lo schema logico e le viste del DB
  - vincoli di integrità
  - autorizzazioni per l'accesso ai dati
- **Data Manipulation Language** (DML)
  - utilizzato per l'interrogazione (query language) e l'aggiornamento del DB
- **Storage Definition Language** (SDL)
  - definisce lo schema fisico del DB

Data Definition Language

- La descrizione dei dati, cioè la definizione dello schema della base di dati, viene realizzata mediante il DDL
- un DDL in particolare concretizza il modello dei dati fornendo la notazione che permette di specificarne le strutture
- il DDL deve supportare la specifica del nome della base di dati, come pure di tutte le unità logiche elementari della base di dati (ad esempio relazioni e colonne nel caso del modello relazionale) e di eventuali vincoli di integrità semantica

Data Manipulation Language

- Una base di dati, viene acceduta dagli utenti e dalle applicazioni tramite il DML
- le operazioni supportate da questo linguaggio sono fondamentalmente quattro:
  - *Inserimento*: per l'immissione di nuovi dati
  - *Ricerca:* per il ritrovamento dei dati di interesse. Una operazione di ricerca è spesso detta *interrogazione* da cui il nome *linguaggio di interrogazione* del DML che permette di esprimere le operazioni di ricerca
  - *Cancellazione* - per l'eliminazione di dati obsoleti
  - *Aggiornamento* - per la modifica di dati

Storage Definition Language

- Le corrispondenze fra le strutture logiche dei dati, specificate nello schema della base di dati, e le strutture di memorizzazione devono essere opportunamente definite
- nella maggior parte dei DBMS attuali la definizione di tali corrispondenze è eseguita automaticamente dal DBMS stesso una volta che lo schema è definito
- tuttavia l'utente esperto può influenzare le scelte operate dal DBMS richiedendo ad esempio l'allocazione di strutture ausiliarie di accesso (come i B-alberi) per velocizzare determinati accessi ai dati
- tali richieste vengono effettuate tramite i comandi del linguaggio di definizione delle strutture di memorizzazione

SQL, un linguaggio interattivo

SELECT Corso, Aula, Piano
FROM Aule, Corsi
WHERE Nome = Aula
AND Piano="Terra";

Corso	Aula	Piano
Reti	N3	Terra
Sistemi	N3	Terra

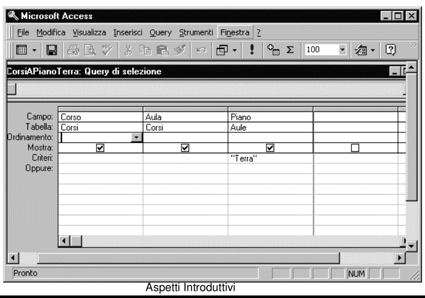
SQL immerso in Pascal (o altro linguaggio ad alto livello)

```
write('nome della citta''?'); readln(citta);
EXEC SQL DECLARE P CURSOR FOR
      SELECT NOME, REDDITO
      FROM PERSONE
      WHERE CITTA = :citta ;
EXEC SQL OPEN P ;
EXEC SQL FETCH P INTO :nome, :reddito ;
while SQLCODE = 0 do begin
    write('nome della persona:', nome, 'aumento?');
    readln(aumento);
    EXEC SQL UPDATE PERSONE SET REDDITO = REDDITO + :aumento
                 WHERE CURRENT OF P
    EXEC SQL FETCH P INTO :nome, :reddito
  end;
EXEC SQL CLOSE CURSOR P
```


SQL immerso in linguaggio ad hoc (Oracle PL/SQL)

```
declare  Stip number;
begin
     select Stipendio into Stip
     from Impiegato
     where Matricola = '575488'
     for update of Stipendio;
     if Stip > 30 then
        update Impiegato set Stipendio = Stipendio * 1.1 where Matricola = '575488';
     else
        update Impiegato set Stipendio = Stipendio * 1.15 where Matricola = '575488';
     end if;
     commit;
  exception
     when no_data_found then
       insert into Errori
         values('Non esiste la matricola specificata',sysdate);
  end;
```


Interazione non testuale (in Access)



Personaggi e interpreti

- progettisti e realizzatori di DBMS
- progettisti della base di dati e amministratori della base di dati (DBA)
- progettisti e programmatori di applicazioni
- utenti
  - utenti finali (terminalisti): eseguono applicazioni predefinite (**transazioni**)
  - utenti casuali: eseguono operazioni non previste a priori, usando linguaggi interattivi

Database administrator (DBA)

- Persona o gruppo di persone responsabile del controllo centralizzato e della gestione del sistema, delle prestazioni, dell'affidabilità, delle autorizzazioni
- le funzioni del DBA includono anche (parte di) quelle di progettazione

61

Aspetti Introduttivi

Transazioni

- Programmi che realizzano attività frequenti e predefinite, con poche eccezioni, previste a priori
  - versamento presso uno sportello bancario
  - emissione di certificato anagrafico
  - dichiarazione presso l'ufficio di stato civile
  - prenotazione aerea
- Le transazioni sono di solito realizzate con programmi in linguaggio ospite (tradizionale o ad hoc)
- **N.B.:** il termine **transazione** ha un'altra accezione, più specifica: sequenza indivisibile di operazioni (o vengono eseguite tutte o nessuna)

62

Aspetti Introduttivi