

Università di Roma "La Sapienza"
Laurea in Ingegneria Informatica

Basi di Dati

Anno Accademico 2003/2004
Canale M-Z

Diego Calvanese

*Dipartimento di Informatica e Sistemistica "Antonio Ruberti"
Università di Roma "La Sapienza"*

<http://www.dis.uniroma1.it/~calvanese/didattica/03-04-basididati/>

Informazioni sul docente

Docente (canale M-Z): Diego Calvanese
<http://www.dis.uniroma1.it/~calvanese/>

Ricevimento:

- Martedì 18:30 – 20:30
- Dipartimento di Informatica e Sistemistica,
Via Salaria 113, 2° piano, stanza 201

Tutore: Domenico Lembo
<http://www.dis.uniroma1.it/~lembo/>

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -2

A chi è rivolto il corso di Basi di Dati

Nuovo ordinamento (5 crediti, terzo anno)

- Laurea in Ingegneria Informatica – canale M-Z
- Collegato a questo modulo è il corso "Progetto di basi di dati", che viene erogato nel secondo periodo didattico

Vecchio ordinamento

- Il presente corso è uno di due moduli per la Laurea in Ingegneria Informatica (e altri corsi di laurea) – canale M-Z
- Il secondo modulo è "Sistemi di gestione di basi di dati", che viene erogato nel secondo periodo didattico, e che è anche un corso della Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica (nuovo ordinamento)
- L'esame si sostiene normalmente, e l'esito si combina con l'esame del secondo modulo per determinare il voto da verbalizzare per l'esame complessivo (la verbalizzazione è unica alla fine del secondo modulo)

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -3

Lezioni, esercitazioni, esame

Lezioni: in aula 1

- Martedì: 15:45 – 17:15
- Mercoledì: 15:45 – 17:15
- Venerdì: 14:00 – 15:30

Esercitazioni in aula

Esercitazioni al computer

- esercitazioni in laboratorio (verranno annunciate)
- si svolgono al Laboratorio Paolo Ercoli (Via Tiburtina 205)

Esame composto da

- progettino individuale
- prova scritta
- prova orale

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -4

Materiale didattico

Sito del corso del Prof. Calvanese:

<http://www.dis.uniroma1.it/~calvanese/didattica/03-04-basidati/>

Sito informativo sull'offerta didattica sulle basi di dati:

<http://www.dis.uniroma1.it/~lenzerini/didattica/basidati/offerta.html>

Materiale didattico fondamentale:

- Lucidi delle lezioni (sul sito web, con qualche giorno di anticipo)
- Atzeni, Ceri, Paraboschi, Torlone. "Basi di dati: modelli e linguaggi di interrogazione". McGraw-Hill, 2002.
- Chi sa già che sosterrà il corso "Sistemi di Gestione di Basi di Dati", può utilizzare in alternativa: Atzeni, Ceri, Paraboschi, Torlone. "Basi di dati". Seconda Edizione. McGraw-Hill, 1999.

Ulteriore materiale disponibile sul sito del corso:

- esercitazioni
- documentazione sul DBMS adottato
- esercizi di esame (anni accademici precedenti)

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -5

1. Introduzione alle Basi di Dati

1.2 Il concetto di base di dati

1. il concetto di base di dati
2. introduzione ai sistemi di gestione

Risorse di una organizzazione

- Le **risorse** di una organizzazione:
 - persone
 - denaro
 - materiali
 - **dati e informazioni (sistema informativo)**
- **Funzioni di un sistema informativo**
 - raccolta, acquisizione delle informazioni
 - archiviazione, conservazione delle informazioni
 - elaborazione delle informazioni
 - distribuzione, scambio di informazioni
 - il concetto di "sistema informativo" è indipendente da qualsiasi forma di automatizzazione

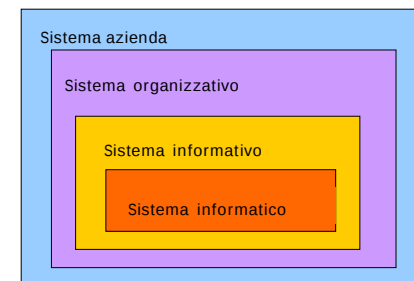
Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -7

Sistema Informatico

- Porzione automatizzata del sistema informativo
- Il **sistema informatico** è la parte del sistema informativo che gestisce informazioni per mezzo della tecnologia informatica



Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -8

Gestione dei dati

Un sistema informatico deve gestire due aspetti fondamentali:

- i **dati** che rappresentano le informazioni di interesse per l'organizzazione
 - sono una risorsa preziosa per un'organizzazione
 - vanno conservati anche a fronte di cambiamenti tecnologici
- le **operazioni** su tali dati (acquisizione, archiviazione, elaborazione, ecc.)

In molti contesti applicativi i dati rappresentano l'aspetto essenziale di un'organizzazione.

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -9

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:

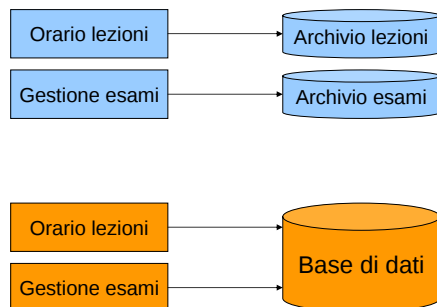
Collezione di dati in memoria secondaria gestita da un apposito sistema software, chiamato DBMS (Sistema di Gestione di Basi di Dati)

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -10

Nuova architettura del sistema informatico



Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -11

Obiettivi del corso

- *Conoscenza dei DBMS relazionali dal punto di vista degli utenti e degli sviluppatori di applicazioni*
- *Conoscenza del modello relazionale e di SQL*
- *Conoscenza del modello Entità-Relazione e di una metodologia di progettazione di basi di dati relazionali basata su tale modello*

Obiettivi del corso “Sistemi di gestione di basi di dati”:

- *Conoscenza dei DBMS dal punto di vista di un amministratore di basi di dati e di un progettista di DBMS*
- *Conoscenza di problematiche avanzate di gestione di dati in applicazioni informatiche*

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -12

Programma del corso di Basi di Dati

1. Introduzione alle basi di dati (2 ore)
 - il concetto di basi di dati
 - introduzione ai sistemi di gestione
2. Il modello relazionale (6 ore)
 - basi di dati relazionali
 - algebra relazionale
3. Sistemi di gestione di basi di dati (10 ore + 4 ore laboratorio)
 - definizione di una base di dati
 - utilizzo di una base di dati
 - il linguaggio SQL
4. Introduzione alla progettazione di basi di dati (2 ore)
5. La progettazione concettuale (14 ore)
 - modello entità-relazione
 - metodologia di progettazione concettuale
6. La progettazione logica-fisica (14 ore + 2 ore laboratorio)
 - metodologia di progettazione logica
 - cenni alla progettazione fisica

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -13

1. Introduzione alle Basi di Dati

1.2 Introduzione ai sistemi di gestione

1. il concetto di base di dati
2. introduzione ai sistemi di gestione

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -14

Sistema di gestione di basi di dati Data Base Management System — DBMS

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

- **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)
- garantendo:
- **affidabilità** (resistenza a malfunzionamenti hardware e software)
 - **privatezza** (con una disciplina e un controllo degli accessi),
 - **efficienza** (utilizzare al meglio le risorse di spazio e tempo del sistema)
 - **efficacia** (rendere produttive le attività dei suoi utilizzatori).

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -15

Un po' di storia

Inizio anni '60: Charles Bachman (General Electric) progetta il primo DBMS (Integrated Data Store), basato sul modello reticolare. Bachman vincerà il primo *ACM Turing Award* nel 1973.

Fine anni '60: l'IBM sviluppa l'Information Management System (IMS), basato sul modello gerarchico e usato tutt'oggi.

1970: Edgar Codd (IBM) propone il modello relazionale. Codd vincerà l'*ACM Turing Award* nel 1981.

Anni '80: il modello relazionale vince sugli altri, e i DBMS basati su tale modello si diffondono. Il linguaggio SQL viene standardizzato come linguaggio per DBMS basati sul modello relazionale.

Anni '90: sulla spinta di intense ricerche, i DBMS relazionali divengono sempre più sofisticati e diffusi (DB2, Oracle, Informix, ecc.). Nel 1999 James Gray vince l'*ACM Turing Award* per il suo contributo alla gestione delle transazioni.

Recentemente: i DBMS si integrano con strumenti WEB, e ampliano il loro spettro di utilizzazione.

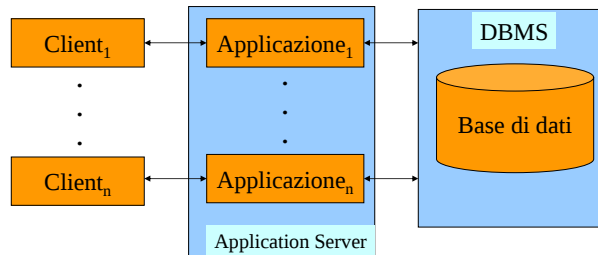
Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -16

Base di dati gestita dal DBMS

Il DBMS è l'unico responsabile della gestione della base di dati: i dati sono accessibili all'esterno solo tramite il DBMS



Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -17

Condivisione

- A ciascun settore o attività del sistema organizzativo corrisponde un (sotto-)sistema informativo, ed è comune che esistano sovrapposizioni fra i dati di interesse dei vari settori.
- Una base di dati è una risorsa **integrata**, condivisa fra i vari settori. L'integrazione e la condivisione permettono di ridurre la **ridondanza** (evitando ripetizioni) e, di conseguenza, le possibilità di incoerenza (o **inconsistenza**) fra i dati.
- Poiché la condivisione non è mai completa (o comunque non opportuna) i DBMS prevedono meccanismi di definizione della **privatezza** dei dati e di limitazioni all'accesso (**autorizzazioni**).
- La condivisione richiede un opportuno coordinamento degli accessi: **controllo della concorrenza**.

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -18

Efficienza

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

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -19

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 (cfr. **efficacia**).

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -20

DBMS vs file system (coerenza dei dati)

I **file system** non prevedono verifiche sulla coerenza dei dati:

- diversi file possono essere creati, cancellati e modificati indipendentemente l'uno dall'altro
- questo può creare incoerenze rispetto alle informazioni che il contenuto dei file rappresentano

Nei **DBMS**, sono presenti meccanismi che permettono di garantire che venga mantenuta la **coerenza reciproca dei dati**.

DBMS vs file system (condivisione dei dati)

I **file system** prevedono forme di condivisione:

- accesso condiviso in lettura
- accesso esclusivo in scrittura: se è in corso un'operazione di scrittura su un file, altri non possono accedere affatto al file

Nei **DBMS**, c'è maggiore **flessibilità e granularità**:

- si può accedere contemporaneamente a record diversi di uno stesso file o addirittura allo stesso record (in lettura)

DBMS vs file system (catalogo dei dati)

Nei programmi tradizionali che accedono a file:

- ogni programma contiene una descrizione della struttura del file stesso
- nascono rischi di incoerenza fra le descrizioni (ripetute in ciascun programma) e i file stessi

Nei **DBMS**, esiste una porzione della base di dati (il **catalogo** o **dizionario**) che contiene una **descrizione centralizzata dei dati**, che può essere utilizzata dai vari programmi.

DBMS vs file system (indipendenza dei dati)

- I DBMS consentono di utilizzare diversi livelli di descrizione e rappresentazione dei dati.
- I programmi fanno riferimento all'organizzazione logica della base di dati (livello alto).
- L'organizzazione fisica dei dati (livello basso) può essere modificata senza necessità di modifica dei programmi.
- In questo modo il DBMS garantisce l'**indipendenza dei dati** dalla rappresentazione fisica.

DBMS vs file system (interrogazione dei dati)

Nei programmi tradizionali che accedono a file ogni programma deve implementare:

- i meccanismi di accesso ai dati nei file
- i metodi di composizione di tali dati per ottenere i risultati richiesti

I **DBMS** mettono a disposizione un **linguaggio di interrogazione**, che permette di accedere in modo semplice e flessibile ai dati memorizzati e di comporre i dati elementari in modo opportuno.

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -25

Modello dei dati

- insieme di costrutti utilizzati per organizzare i dati di interesse e descriverne la dinamica
- componente fondamentale: **meccanismi di strutturazione** (o **costruttori di tipo**)
- come nei linguaggi di programmazione esistono meccanismi che permettono di definire nuovi tipi, così ogni modello dei dati prevede alcuni costruttori
- ad esempio, il **modello relazionale** prevede il costruttore **relazione**, che permette di definire insiemi di record omogenei

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -26

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

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -27

Schemi e istanze

In ogni base di dati si distinguono:

- lo **schema**, sostanzialmente invariante nel tempo, che ne descrive la struttura (aspetto **intensionale**); nell'esempio, le intestazioni delle tabelle

Esempio: CORSI(Corso, Docente, Aula)
AULE(Nome, Edificio, Piano)

- l'**istanza**, costituita dai valori attuali, che possono cambiare molto e rapidamente (aspetto **estensionale**); nell'esempio, il "corpo" di ciascuna tabella

Esempio:

Basi di Dati	Rossi	DS3
Sistemi	Neri	N3
Reti	Bruni	N3
Controlli	Bruni	G

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -28

Due tipi (principali) di modelli

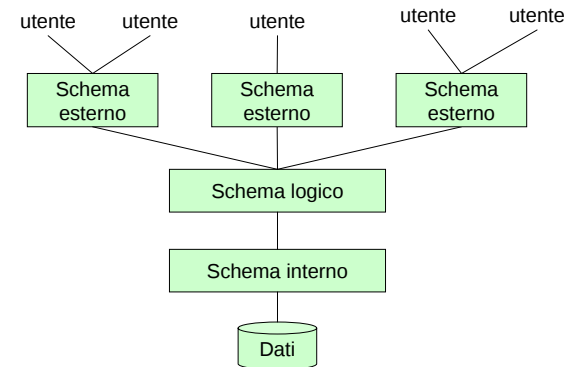
modelli logici: utilizzati nei DBMS esistenti per l'organizzazione dei dati; ad essi fanno riferimento i programmi; sono indipendenti dalle strutture fisiche;

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;

esempi: il più noto è il modello **Entità-Relazione**

Architettura standard (ANSI/SPARC) a tre livelli per DBMS



Architettura ANSI/SPARC: schemi

schema logico: descrizione dell'intera base di dati nel modello logico adottato dal DBMS

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

schema interno (o 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)

Due forme di indipendenza dei dati:

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)

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

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -33

Linguaggi per basi di dati

Un altro contributo all'efficacia è la disponibilità di vari linguaggi e di interfacce diverse.

L'accesso ai dati può avvenire:

1. con **linguaggi testuali interattivi** (ad es. SQL)
2. con comandi (come quelli del linguaggio interattivo) immersi in un **linguaggio ospite** (Java, C, Cobol, etc.)
3. con comandi (come quelli del linguaggio interattivo) immersi in un **linguaggio ad hoc**, con anche altre funzionalità (ad es. per grafici o stampe strutturate), anche con l'ausilio di strumenti di sviluppo (ad es. per la gestione di maschere)
4. con **interfacce amichevoli** (senza linguaggio testuale)

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -34

SQL, un linguaggio interattivo

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

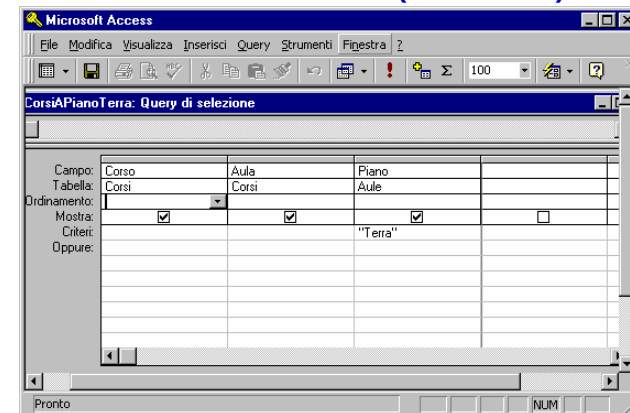
Corso	Aula	Piano
Reti	N3	Terra
Sistemi	N3	Terra

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -35

Interazione non testuale (MS Access)



Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -36

Una distinzione terminologica (separazione fra dati e programmi)

Data Definition Language (DDL):

per la definizione di schemi (logici, esterni, fisici) e altre operazioni generali

Data Manipulation Language (DML):

per l'interrogazione e l'aggiornamento di (istanze di) basi di dati

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -37

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

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -38

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.

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -39

Transazioni

- programmi che realizzano attività frequenti e predefinite sui dati, con poche eccezioni
- *Esempi:*
 - 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 tecnica: sequenza indivisibile di operazioni (o vengono eseguite tutte o nessuna).

Diego Calvanese

Basi di Dati – A.A. 2003/2004

1. Introduzione -40

Vantaggi e svantaggi dei DBMS

Pro

- dati come risorsa comune, schema dei dati come modello della realtà
- gestione centralizzata con possibilità di standardizzazione ed "economia di scala"
- disponibilità di servizi integrati
- riduzione di ridondanze e inconsistenze
- indipendenza dei dati (favorisce lo sviluppo e la manutenzione delle applicazioni)

Contro

- costo dei prodotti e della transizione verso di essi
- non scorponabilità delle funzionalità (con riduzione di efficienza)