

Progettazione del Software

Anno Accademico 2003/04

G. De Giacomo & M.Scannapieco

Dipartimento di Informatica e Sistemistica
Università di Roma “La Sapienza”

Introduzione alla Progettazione

Introduzione alla Progettazione

Introduzione alla progettazione del software

- Contesto organizzativo
- Ciclo di vita del software
- Qualità
- Modularizzazione
- Principi di base dell’orientazione agli oggetti

Il contesto organizzativo

- **Attori** nella progettazione del software:
 - Committente
 - Esperti del domino
 - Analista
 - Progettista
 - Programmatore
 - Utente finale
 - Manutentore

Esercizio 1

Il Comune di XYZ intende automatizzare la gestione delle informazioni relative alle contravvenzioni elevate sul suo territorio.

In particolare, intende dotare ogni vigile di un dispositivo palmare che gli consenta di comunicare al sistema informatico il veicolo a cui è stata comminata la contravvenzione, il luogo in cui è stata elevata e la natura dell’infrazione.

Il sistema informatico provvederà a notificare, tramite posta ordinaria, la contravvenzione al cittadino interessato.

Il Comune bandisce una gara per la realizzazione e manutenzione del sistema, che viene vinta dalla Ditta ABC.

Quali sono gli attori coinvolti in questa applicazione SW?

Soluzione esercizio 1

- Committente: Comune di XYZ
 - Esperto del domino: funzionario del Comune, o altro professionista designato, esperto del Codice della Strada
 - Utenti finali: vigili
 - Analista
 - Progettista
 - Programmatore
 - Manutentore
- } Personale della ditta ABC

Classificazione delle applicazioni (1)

Rispetto al flusso di controllo

- **Sequenziali:** un unico flusso di controllo governa l'evoluzione dell'applicazione
- **Concorrenti:** le varie attività necessitano di sincronizzazione e comunicazione
 - Composte da varie attività sequenziali che possono (e devono) essere sincronizzate al fine di garantire la correttezza
 - Il tempo di esecuzione influenza le prestazioni, non la correttezza
 - corsi di *Sistemi Operativi*
- **Dipendenti dal tempo:** esistono vincoli temporali riguardanti sia la velocità di esecuzione delle attività sia la necessità di sincronizzare le attività stesse

Esercizio 2

Considerare i seguenti contesti applicativi:

- sistema di controllo di una centrale nucleare;
- sistema di prenotazione dei voli di un aeroporto;
- risolutore di sistemi di equazioni;
- sistema di gestione di una banca dati;
- sistema operativo di un elaboratore elettronico.

Per ciascuno di essi, fareste ricorso ad applicazioni sequenziali, concorrenti o dipendenti dal tempo?

Classificazione delle applicazioni (2)

Rispetto agli elementi di interesse primario

- **Orienteate alla realizzazione di funzioni:** la complessità prevalente del sistema riguarda le funzioni da realizzare
- **Orienteate alla gestione dei dati:** l'aspetto prevalente è rappresentato dai dati che vengono memorizzati, ricercati, e modificati, e che costituiscono il patrimonio informativo di una organizzazione
 - corso di *Basi di Dati*
- **Orienteate al controllo:** la complessità prevalente del sistema riguarda il controllo delle attività che si sincronizzano e cooperano durante l'evoluzione del sistema

Applicazioni di interesse per questo corso

- **Sequenziali**
- **Orientate alla realizzazione di funzioni**

Sono le applicazioni più tradizionali, e vengono spesso adottate come riferimento per i metodi e le tecniche di base per la progettazione

Introduzione alla Progettazione

Introduzione alla progettazione del software

- Contesto organizzativo
- Ciclo di vita del software
- Qualità
- Modularizzazione
- Principi di base dell'orientazione agli oggetti

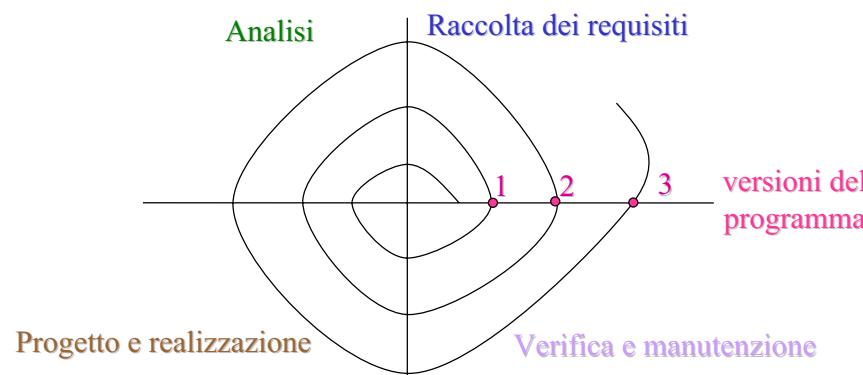
Ciclo di vita del software

1. Studio di fattibilità e raccolta dei requisiti
 - valutare costi e benefici
 - pianificare le attività e le risorse del progetto
 - individuare l'ambiente di programmazione (hardware/software)
 - raccogliere i **requisiti**
2. Analisi dei requisiti
 - si occupa del **cosa** l'applicazione dovrà realizzare
 - descrivere il dominio dell'applicazione e specificare le funzioni delle varie componenti: lo **schema concettuale**
3. Progetto e realizzazione
 - si occupa del **come** l'applicazione dovrà realizzare le sue funzioni
 - definire l'architettura del programma
 - scegliere le strutture di rappresentazione
 - scrivere il **codice del programma** e produrre la **documentazione**

Ciclo di vita del software

1. Studio di fattibilità
 2. Analisi dei requisiti
 3. Progetto e realizzazione
 4. Verifica
 - Il programma svolge correttamente, completamente, efficientemente il compito per cui è stato sviluppato?
 5. Manutenzione
 - Controllo del programma durante l'esercizio
 - Correzione e aggiornamento del programma
- **Se, necessario, si torna alla fase di raccolta dei requisiti**

Ciclo di vita del software (modello a spirale)



Introduzione alla Progettazione

Introduzione alla progettazione del software

- Contesto organizzativo
- Ciclo di vita del software
- Qualità
- Modularizzazione
- Principi di base dell'orientazione agli oggetti

Fattori di qualità del SW

ESTERNE

Correttezza
Affidabilità
Robustezza
Sicurezza
Innocuità
Usabilità
Estendibilità
Riusabilità
Interoperabilità

INTERNE

Efficienza
Strutturazione
Modularità
Comprensibilità
Verificabilità
Manutenibilità
Portabilità

Qualità esterne ed interne

- Qualità esterne:
 - Percepibili anche da chi non è specialista
 - Non richiedono l'ispezione del codice sorgente
- Qualità interne:
 - Valutabili da specialisti
 - Richiedono conoscenza della struttura del programma

A volte la distinzione fra qualità esterne ed interne non è perfettamente marcata

Esercizio 3

Considerare le seguenti proprietà di un impianto Hi-Fi e stabilire quali di esse sono esterne e quali sono interne.

1. il tempo dedicato al collaudo,
2. la fedeltà sonora,
3. la probabilità di malfunzionamenti nel primo anno di utilizzazione,
4. la dimensione del trasformatore per l'alimentazione,
5. l'ergonomia dei comandi,
6. la linearità della risposta in frequenza.

Correttezza, Affidabilità, Robustezza, Sicurezza, Innocuità

- La **correttezza** è fondamentale: il software fa quello per il quale è stato progettato?
- **Affidabilità**: risultati disponibili rispettando i vincoli
- **Robustezza**: comportamento corretto anche nel caso di situazioni non specificate
- **Sicurezza**: riservatezza nell'accesso alle informazioni
- **Innocuità**: il sistema **non** entra in certi stati (pericolosi)

Usabilità

- Enfasi sull'utente
- Psicologia cognitiva
- Fattori fisici/ergonomici
- Mentalità dell'utente
- Interfacce grafiche/visuali
- Viene, spesso, **totalmente** ignorata

Estendibilità

Facilità con cui il SW può essere adattato a modifiche delle specifiche

Nota: Importantissimo in grandi programmi

Nota: Due principi per l'estendibilità:

- Semplicità di progetto
- Decentralizzazione nell'architettura del SW

Riusabilità

Facilità con cui il SW può essere re-impiegato in applicazioni diverse da quella originaria

Nota: Evita di reinventare soluzioni

Nota: Richiede alta compatibilità

- Libreria di componenti riutilizzabili
- Progetto più generale possibile
- Documentazione
- Maggiore affidabilità

Interoperabilità

- Facilità di interazione con altri moduli al fine di svolgere un compito più complesso
- Problemi tecnologici e semantici
- Favorisce la riusabilità

Nota sulle qualità esterne

- **Correttezza**
- **Estendibilità**
- **Riusabilità**

sono qualità chiave, fortemente favorite da un approccio orientato agli oggetti

Efficienza

- Legata alle prestazioni
 - Tempo di esecuzione
 - Utilizzo di memoria
- Teoria della complessità
 - Corso di *Algoritmi e Strutture di Dati (Ing. Informatica)*
 - limiti asintotici
 - caso medio
 - caso peggiore
- Simulazioni (e.g., teoria delle reti di code)

Strutturazione, Modularità

- **Strutturazione**

Capacità del SW di riflettere con la sua struttura le caratteristiche del **problema** trattato e delle **soluzioni** adottate

- **Modularità**

Grado di organizzazione del SW in parti ben specificate ed interagenti

Comprensibilità

Capacità del SW di essere compreso e controllato anche da parte di chi non ha condotto il progetto

- si applica sia al software che al processo
- facilitata da:
 - strutturazione
 - modularità
- la comprensibilità del software facilita l'analisi della correttezza ed il riuso

Verificabilità

- La possibilità di verificare che gli obiettivi proposti siano stati raggiunti
- È una caratteristica sia del processo che del prodotto
- Facile: il codice soddisfa gli standard di codifica?
- Difficile: il codice fa ciò che deve fare? (vedi correttezza)

Manutenibilità, Portabilità

- Facilità nell'effettuare modifiche
- Portabilità
 - linguaggi compilabili su più piattaforme
 - macchine virtuali (html/java)

Nota sulle qualità interne

- Strutturazione
- Modularità

sono caratteristiche di estremo interesse, favorite dall'approccio orientato agli oggetti

Esercizio 4

Assimilando le qualità di un programma alle proprietà delle automobili, il fatto che i motori di un certo modello possono essere montati su diversi modelli di automobile a quali qualità interne fa riferimento?

Misura delle qualità

- Ogni qualità deve essere valutata attraverso alcune proprietà misurabili in modo oggettivo e quantitativo possedute dalle entità.
- Differenti entità possono essere collocate su una scala di valori in funzione dei livelli misurati per questi attributi.

Tendenza nello sviluppo di applicazioni SW

- + Complessità delle informazioni da gestire
- + Progetti di medio-grandi dimensioni
- + Eterogeneità degli utenti
- Durata media dei sistemi
- + Bisogno di interventi di manutenzione
- Costi di produzione e tempi di produzione
- + Qualità del prodotto finito



Modularizzazione e orientazione agli oggetti sono tecniche introdotte per rispondere a queste esigenze

Introduzione alla Progettazione

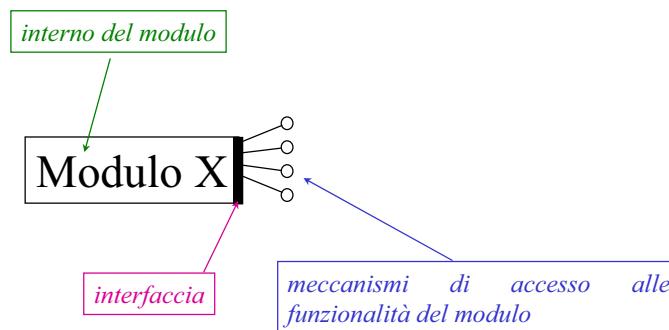
Introduzione alla progettazione del software

- Contesto organizzativo
- Ciclo di vita del software
- Qualità
- Modularizzazione
- Principi di base dell'orientazione agli oggetti

Modularizzazione

- Principio secondo il quale il software è strutturato secondo unità, dette appunto **moduli**
- Un modulo è una unità di programma con le seguenti caratteristiche:
 - ha un obiettivo chiaro
 - ha relazioni strutturali con altri moduli
 - offre un insieme ben definito di **servizi** agli altri moduli (**server**)
 - può **utilizzare servizi** di altri moduli (**client**)
- Principio fondamentale sia per la strutturazione sia per la modularità
- Concettualmente alla base del concetto di **architettura client/server** del software

Componenti di un modulo

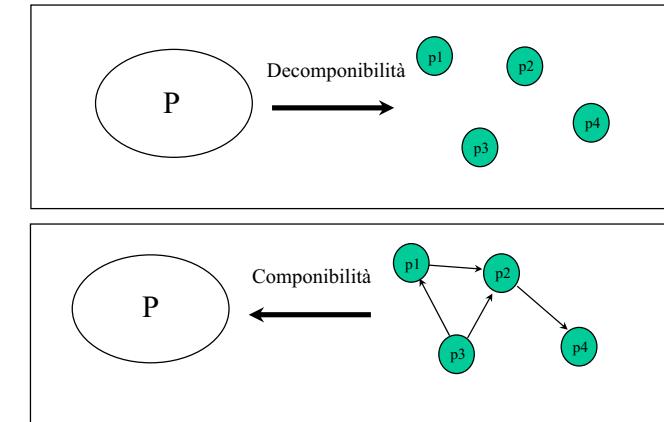


Obiettivi connessi alle qualità interne

Strutturazione

Modularizzazione

Criteri per la modularità



Principi per la modularità

- Principio di unitarietà (*incapsulamento, alta coesione*)
 - un modulo deve corrispondere ad una unità concettuale ben definita e deve incorporare tutti gli aspetti relativi a tale unità concettuale
- Poche interfacce (*basso accoppiamento*)
 - un modulo deve comunicare con il minor numero di moduli possibile (quelli necessari)
- Poca comunicazione (*basso accoppiamento*)
 - un modulo deve scambiare meno informazione possibile (quella necessaria!) con gli altri moduli
- Comunicazione chiara (*interfacciamento esplicito*)
 - informazione scambiata predeterminata e più astratta possibile
- Occultamento di informazioni inessenziali (*information hiding*)
 - le informazioni che non devono essere scambiate devono essere gestite privatamente dal modulo

Principi per la modularità

In sintesi, i quattro dogmi della modularizzazione sono:

- *Alta coesione (omogeneità interna)*
- *Basso accoppiamento (indipendenza da altri moduli)*
- *Interfacciamento esplicito (chiare modalità d'uso)*
- *Information hiding (poco rumore nella comunicazione)*

Esempi

- Esempi negativi:
 - *Bassa coesione*
Allo stesso sportello degli uffici postali si pagano i bollettini di conti corrente e contemporaneamente si ritirano le pensioni (servizi disomogenei!)
 - *Alto accoppiamento*
Per usufruire di alcuni servizi delle circoscrizioni, occorre acquistare delle marche da bollo dal tabaccaio (accoppiamento tra tabaccaio e ufficio circoscrizionale)
- Esempi positivi:
 - *Interfacciamento esplicito*
In molte pagine web (ad esempio per prenotazione posti in un teatro), le informazioni da fornire sono chiaramente espresse mediante campi da riempire
 - *Information hiding*
L'utente non conosce esattamente cosa è memorizzato nella banda magnetica delle carte di credito

Esempi di modularizzazione in Java

- Anche semplicissimi programmi Java possono essere modularizzati male
- Esempio:
 - **Cattiva modularizzazione** (server con basso interfacciamento esplicito, bassa coesione, alto accoppiamento; conseguenze negative sul client)
 - **Buona modularizzazione** (riprogettazione del server e del client)
 - I due programmi sono **entrambi corretti**, ma hanno **diversa qualità**

Esempio di cattiva modularizzazione

```
public class Server {  
  
    public static int alfa;  
    // ALTO ACCOPPIAMENTO: impone al cliente di  
    // usare alfa in maniera coerente  
  
    public static bool cerca(Lista x){  
        // BASSO INTERFACCIAMENTO ESPlicito:  
        // non e' esplicito che alfa e' il valore cercato  
        // BASSA COESIONE: non effettua il controllo di  
        // lista vuota  
        do{  
            if (x.info == alfa) return true;  
            x = x.next;  
        } while (x != null);  
        return false;  
    }  
  
}  
  
public class Client {  
  
    static Lista MiaLista() { ... }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Lista s = MiaLista();  
        if (s != null) {  
            // ALTO ACCOPPIAMENTO: il cliente  
            // deve controllare che la lista non sia vuota  
            System.out.print("Inserisci un intero: ");  
            Server.alfa = MioIO.leggiInt();  
            if (Server.cerca(s))  
                // ALTO ACCOPPIAMENTO: il cliente deve  
                // definire e usare alfa come vuole il server  
                System.out.print(Server.alfa+" presente\n");  
            else  
                System.out.print(Server.alfa+" non presente\n");  
        }  
    }  
}
```

Esempio di buona modularizzazione

```
public class Server {  
  
    public static bool Cerca(Lista x, int alfa){  
        // ALTO INTERFACCIAMENTO ESPlicito:  
        // e' esplicito che alfa e' il valore cercato  
        // ALTA COESIONE: effettua il controllo di  
        // lista vuota  
        while (x != null) {  
            if (x.info == alfa) return true;  
            x = x.next;  
        }  
        return false;  
    }  
  
}  
  
public class Client {  
  
    static Lista MiaLista() { ... }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Lista s = MiaLista();  
        System.out.print("Inserisci un intero: ");  
        int alfa = MioIO.leggiInt();  
        if (Server.Cerca(s, alfa))  
            // BASSO ACCOPPIAMENTO: il cliente si  
            // concentra sulla richiesta del servizio  
            System.out.print(Server.alfa+" presente\n");  
        else  
            System.out.print(Server.alfa+" non presente\n");  
    }  
}
```

Effetti di una buona modularizzazione

- Il progetto, le competenze, ed il lavoro possono essere distribuiti (i moduli sono indipendenti tra loro)
- Rilevare eventuali errori nel software è più semplice (si individua il modulo errato e ci si concentra su di esso)
- Correggere errori e modificare il software è più semplice (si individua il modulo da modificare e ci si concentra su di esso)
- Attenzione: l'efficienza del programma ne può risentire!

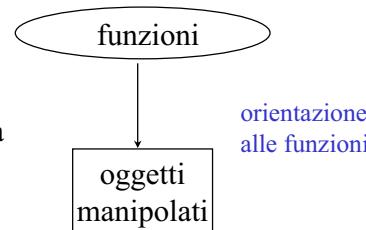
Introduzione alla Progettazione

Introduzione alla progettazione del software

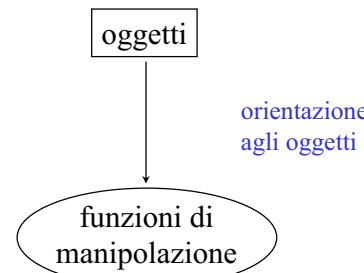
- Contesto organizzativo
- Ciclo di vita del software
- Qualità
- Modularizzazione
- Principi di base dell'orientazione agli oggetti

Funzioni od Oggetti ?

Molte delle tecniche tradizionali sono basate sull'idea di costruire un sistema concentrandosi sulle **funzioni**



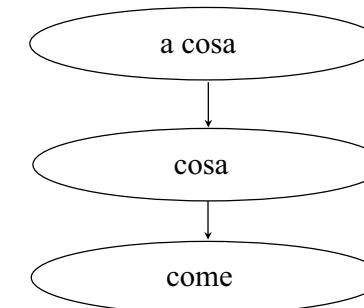
Le tecniche Object-Oriented (OO) rovescano questo rapporto: un sistema viene costruito partendo dalla classificazione degli **oggetti** da manipolare



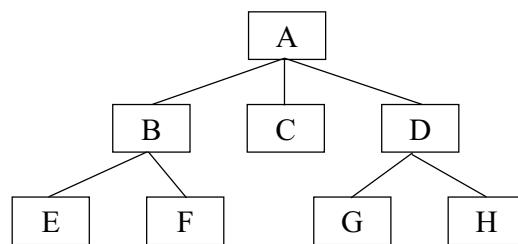
Quindi

La progettazione del SW con l'approccio OO è il metodo che conduce a concentrarsi sugli oggetti che il sistema deve manipolare piuttosto che sulle funzioni che deve realizzare.

Non chiederti cosa fa il sistema ma a cosa serve, di quali oggetti è composto, e come si opera su di essi!



Tecnica tradizionale: sviluppo funzionale

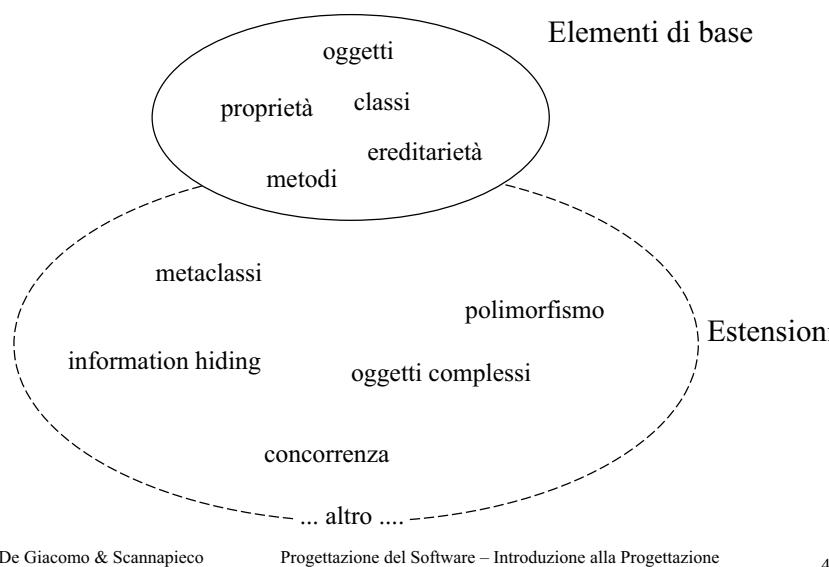


- Introduzione di funzioni troppo astratte/innaturali
- Declassamento degli aspetti relativi ai dati
- Attenzione agli aspetti meno stabili (metodi di manipolazione) rispetto a quelli più stabili (informazioni da gestire)
- Creazione di moduli validi solo in un contesto
- Estendibilità e riusabilità (qualità esterne) difficili da raggiungere

Principi di base dell'approccio OO

- Modellare gli aspetti della realtà di interesse nel modo più diretto ed astratto possibile (strutturazione), mediante le nozioni di oggetto, classi e relazioni
- Costruire il programma in termini di moduli, sulla base del principio che ogni classe è un modulo (modularità)
- Legare gli aspetti comportamentali a quelli strutturali
- Proteggere le parti delicate del SW permettendo solo un accesso controllato a dati e funzioni (concetto di interfaccia)

Fondamenti dell'approccio OO



Oggetti

- Elemento che ha vita propria e che è caratterizzato da un **identificatore** e da un insieme di **proprietà** (sia locali sia in relazione con altri oggetti)

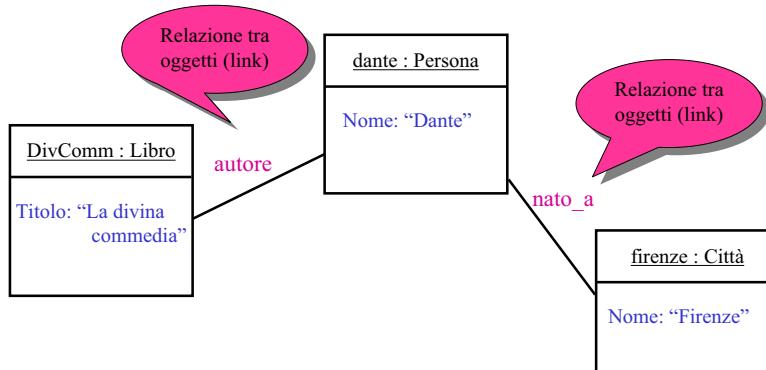
- DivComm è l'identificatore

- Titolo è una proprietà locale ed il valore associato a tale proprietà è una stringa



Oggetti

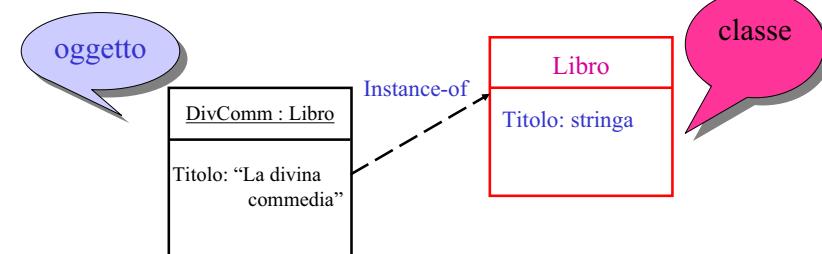
- Elemento che ha vita propria e che è caratterizzato da un identificatore e da un insieme di proprietà, sia locali (**attributi**) sia in relazione con altri oggetti



Classi

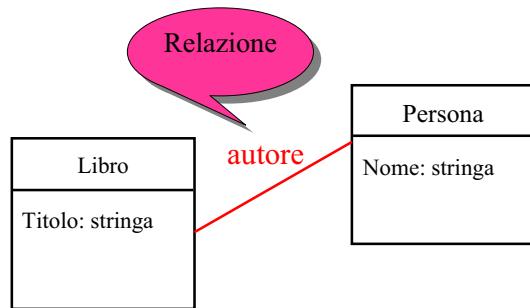
- Rappresentano un naturale meccanismo umano di astrazione che spinge a concentrarsi sulle proprietà comuni di oggetti (**istanze** della classe) differenti. Una **classe** è descritta da:

- un **nome**
- un insieme di **proprietà** (astrazioni delle proprietà comuni degli oggetti che sono istanze delle classi)



Relazioni

- Rappresentano il meccanismo per definire legami tra classi (a cui corrispondono legami tra gli oggetti che sono istanze delle classi)



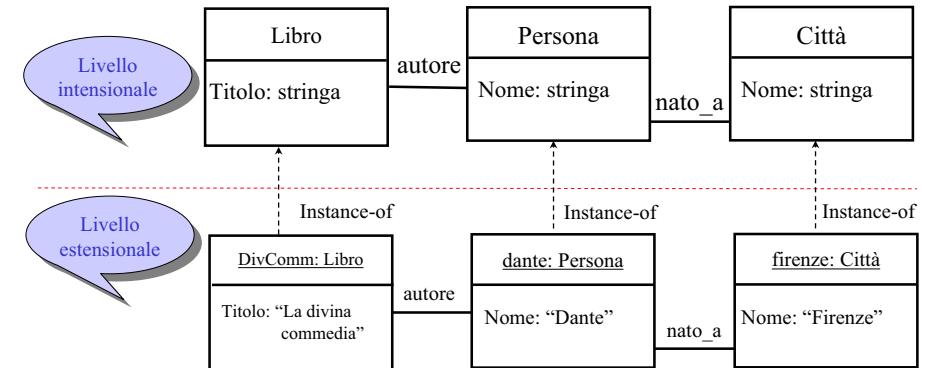
De Giacomo & Scannapieco

Progettazione del Software – Introduzione alla Progettazione

53

Livello degli oggetti e livello delle classi

- Oggetti e classi appartengono a livelli diversi:
 - Livello estensionale (degli oggetti, o delle istanze)
 - Livello intensionale (livello delle classi)



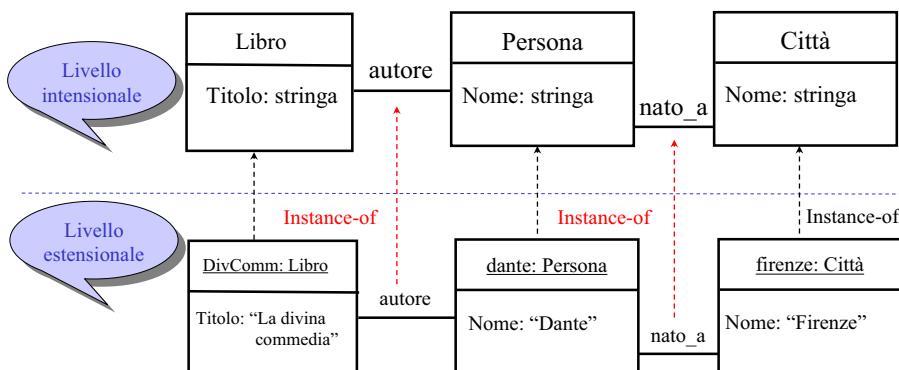
De Giacomo & Scannapieco

Progettazione del Software – Introduzione alla Progettazione

54

Livello delle relazioni e livello dei link

- Analogamente a classi e oggetti, relazioni e link appartengono a livelli diversi:
 - Livello estensionale (dei link, ovvero istanze delle relazioni)
 - Livello intensionale (livello delle relazioni)



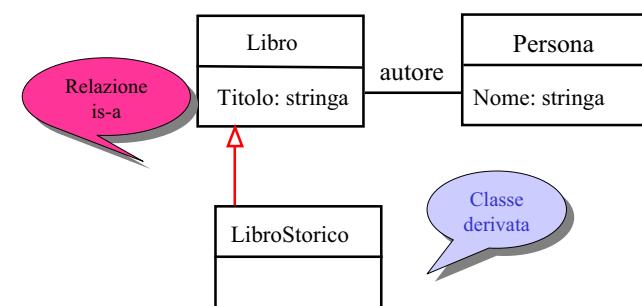
De Giacomo & Scannapieco

Progettazione del Software – Introduzione alla Progettazione

55

Derivazione ed Ereditarietà

Può succedere che tra due classi sussista una relazione speciale, e cioè che ogni istanza di una sia anche istanza dell'altra. In questo caso la relazione si chiama “is-a”, e si indica come una freccia dalla classe sottoinsieme (detta anche classe derivata) alla classe superinsieme.



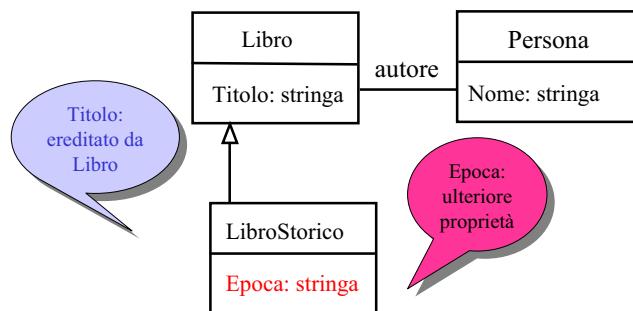
De Giacomo & Scannapieco

Progettazione del Software – Introduzione alla Progettazione

56

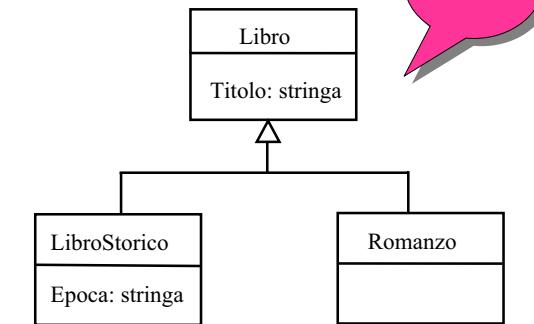
Derivazione ed Ereditarietà

La classe sottoinsieme **eredita** tutte le proprietà della classe soprainsieme, e può avere **ulteriori proprietà**.



Polimorfismo

Possibilità per un oggetto di assumere più forme.



Nota: deriva direttamente dalla ereditarietà

Metodi

• Proprietà di una classe:

- Statiche: attributi, relazioni
- Dinamiche: **metodi** (un metodo può essere utilizzato per calcolare in modo dinamico una proprietà e anche per catturare degli aspetti comportamentali degli istanze della classe – ad esempio il metodo ISCRIZIONE per la classe STUDENTE).

```
public class Persona {  
    public String nome;  
    private Data dataNascita;  
  
    public int Età(Data oggi) {  
        return oggi - dataNascita;  
    }  
}
```

Incapsulamento

- Con tale termine si intende l'assemblaggio di dati ed operazioni in una unica entità.
- La classe è il costrutto primario per tale proprietà: tramite il costrutto di classe è infatti possibile specificare la struttura di un insieme di oggetti unitamente al loro comportamento dinamico.

Visibilità delle proprietà

- **Pubblico**
 - la proprietà è visibile da tutte le altre classi
- **Privato**
 - la proprietà è visibile solo all'interno della classe in cui è definita
- **Protetto**
 - la proprietà è visibile solo all'interno della classe in cui è definita ed in tutte le classi che da lei ereditano

Fattori di qualità influenzati dall'approccio OO

ESTERNE

Correttezza

Affidabilità

Robustezza

Sicurezza

Innocuità

Usabilità

Estendibilità

favorita dalla ereditarietà

Riusabilità

favorita dal concetto di classe
e di ereditarietà

Interoperabilità

INTERNE

Efficienza

Strutturazione

favorita dal concetto di
incapsulamento e dalla ereditarietà

Modularità

favorita dal concetto di classe

Comprensibilità

favorita dalla struttura vicina al
modo in cui vediamo la realtà

Verificabilità

Manutenibilità

Portabilità