

# UML: Diagramma delle classi; Diagramma degli oggetti

Laura Semini  
Ingegneria del Software  
Dipartimento di Informatica  
Università di Pisa

# Riassunto lezione precedente

## Outline della lezione

- Lezioni precedenti:
  - Diagramma dei casi d'uso
  - Per la specifica dei requisiti
- Questa lezione e le prossime
  - Descrizione del dominio
- In particolare in questa lezione
  - diagramma delle classi
- Il diagramma più noto e usato

# Classi e oggetti

- Un oggetto è un'entità caratterizzata da
  - Un'identità
  - Uno stato
  - Un comportamento
- Una classe descrive
  - un insieme di oggetti con caratteristiche simili
  - cioè oggetti che hanno lo stesso tipo

# Classi e oggetti

Course
name: String semester: SemesterType hours: float

Student
firstName : String lastName : String dob : Date matNo : Integer

<u>helenLewis:Student</u>
firstName = "Helen" lastName = "Lewis" dob = 04-02-1980 matNo = "9824321"

<u>mikeFox:Student</u>
firstName = "Mike" lastName = "Fox" dob = 02-01-1988 matNo = "0824211"

<u>paulSchubert:Student</u>
firstName = "Paul" lastName = "Schubert" dob = 11-04-1984 matNo = "0323123"

<u>oom:Course</u>
name = "OOM" semester = "Summer" hours = 2.0

<u>iprog:Course</u>
name = "IPROG" semester = "Winter" hours = 4.0

<u>db:Course</u>
name = "Databases" semester = "Summer" hours = 2.0

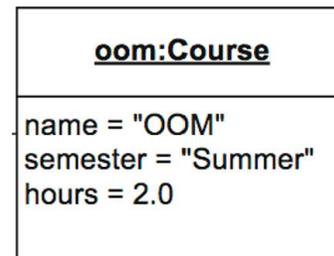
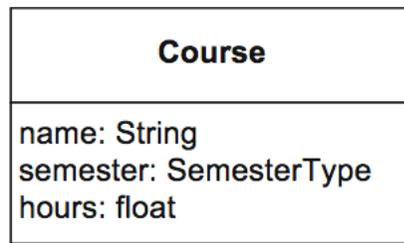
**CLASSI**

**OGGETTI**

**ISTANZE**

# Classificatori e istanze

- Le classi sono classificatori
- Gli oggetti sono istanze
- Modellare a livello dei classificatori significa vincolare i modelli a livello di istanza

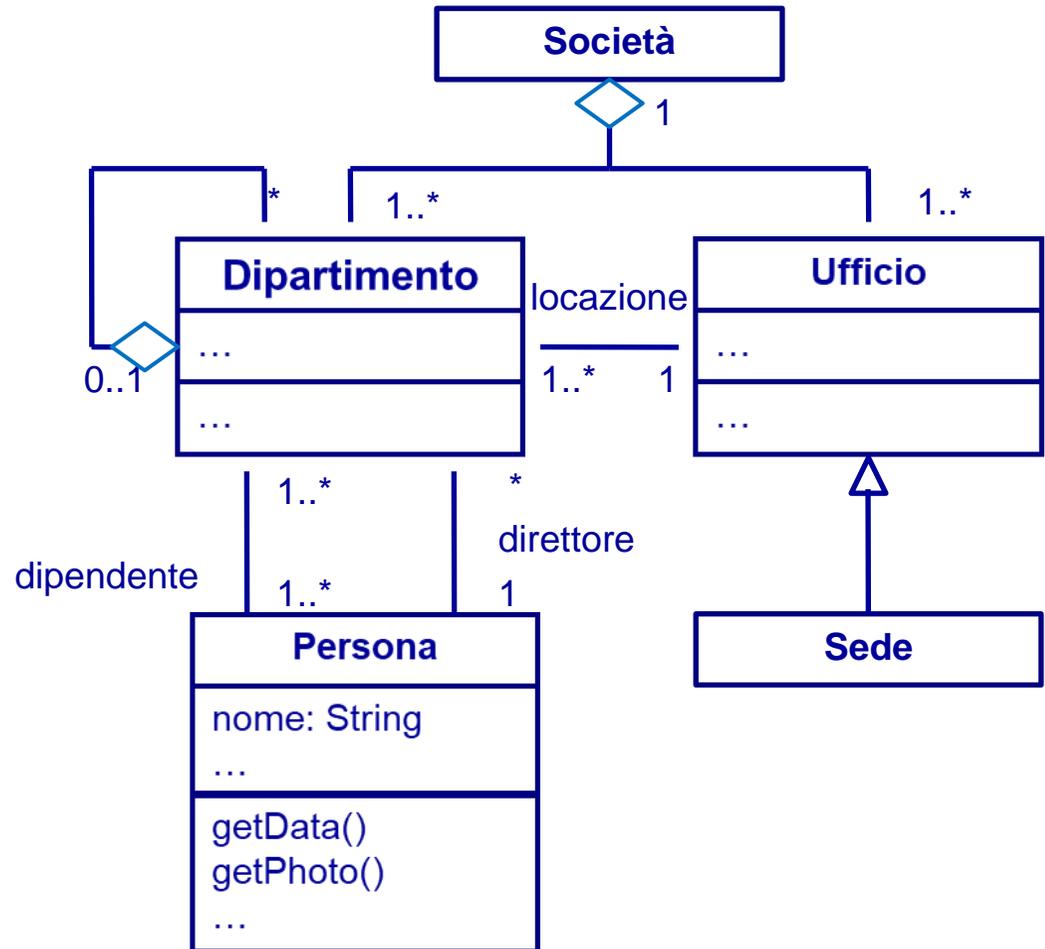


# Diagramma delle classi

- Una classe cattura un concetto nel dominio del problema o della realizzazione
- Il diagramma delle classi descrive:
  - Il tipo degli oggetti che fanno parte di un sistema sw o del suo dominio
  - Le relazioni statiche tra essi: **gli elementi e le relazioni tra essi non cambiano nel tempo**
- I diagrammi delle classi mostrano anche le proprietà e le operazioni di una classe

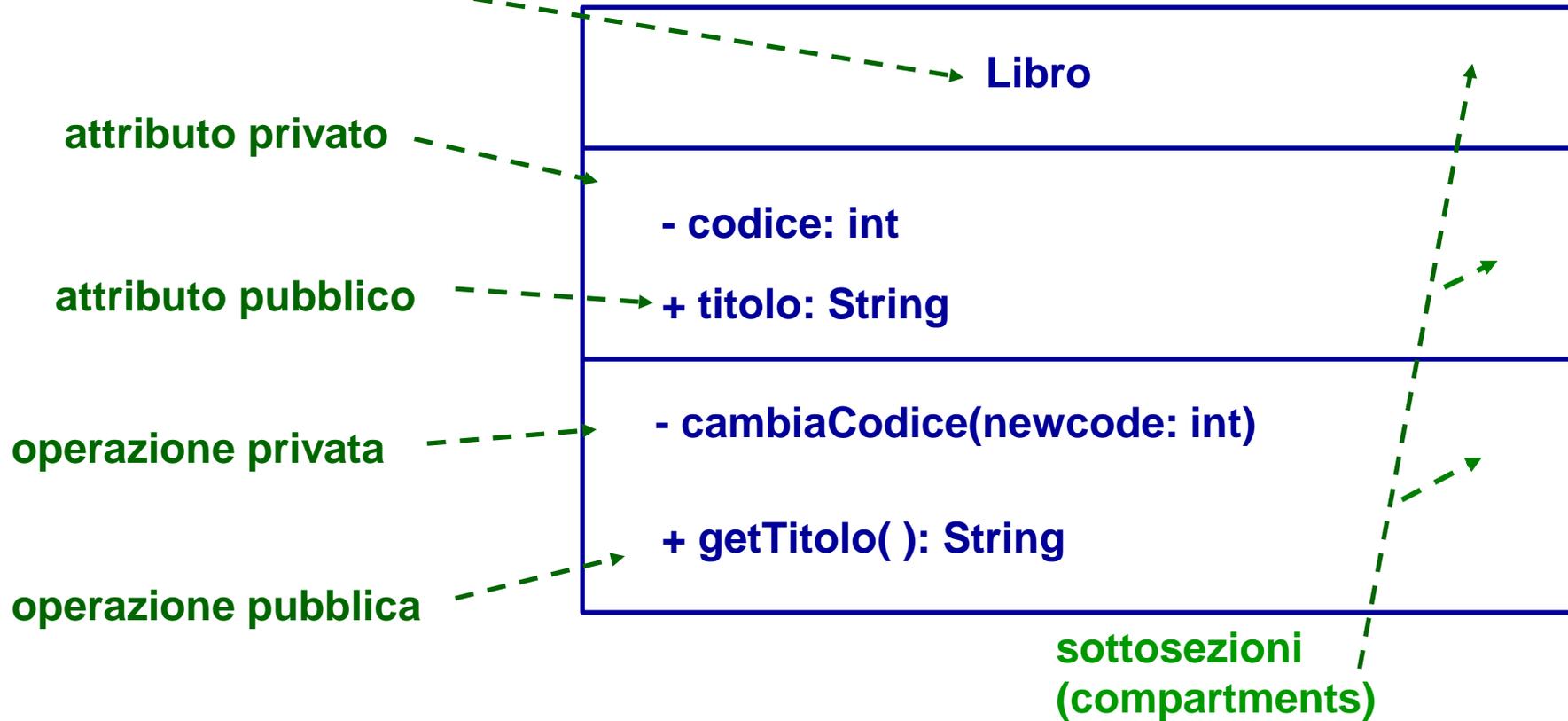
# Esempio: classi

- Una società è formata da dipartimenti e uffici
- Un dipartimento ha un direttore e più dipendenti
- Un dipartimento è situato in un ufficio
- Esiste una struttura gerarchica dei dipartimenti
- Le sedi sono uffici



# Sintassi della classe

nome (maiuscolo e sempre al singolare)



# Usi del diagramma delle classi

Il diagramma delle classi puo' essere usato

- a diversi livelli di dettaglio
- in diverse fasi del progetto
- fino alla generazione del codice in linguaggi OO

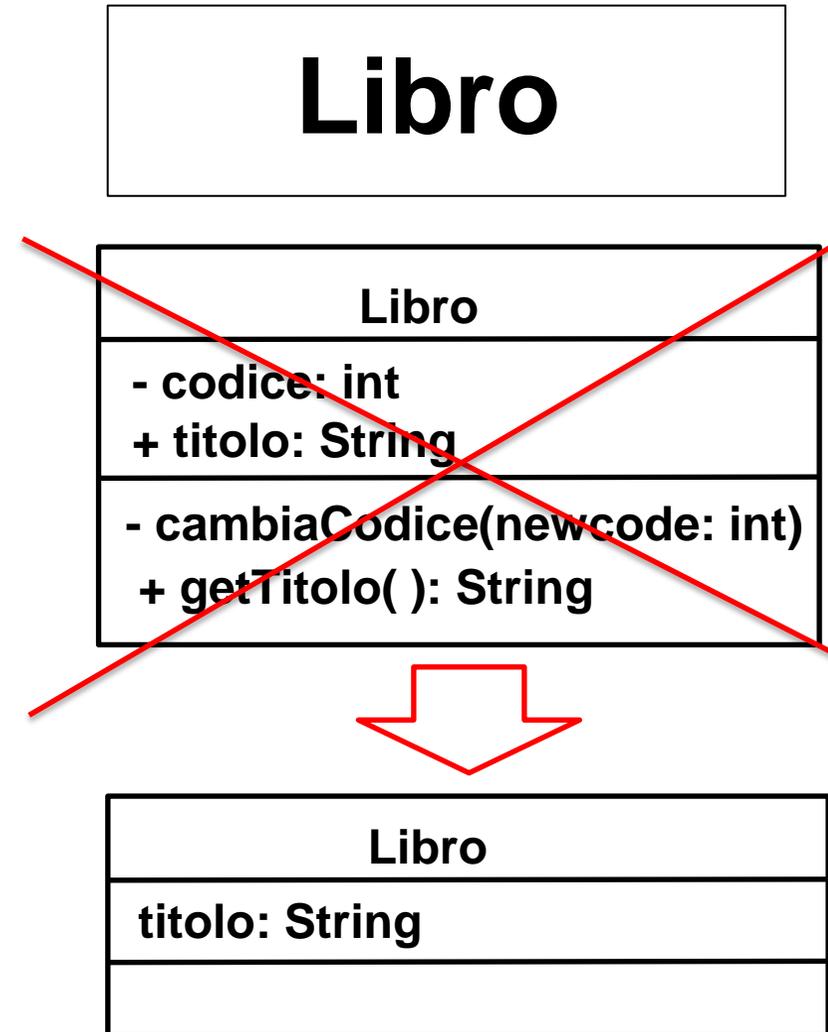
# Semantica

- Un oggetto è un'entità caratterizzata da
  - Un'identità, uno stato, un comportamento
- (I valori de)gli attributi definiscono lo stato dell'oggetto
- Le operazioni definiscono il suo comportamento

# Non è obbligatorio indicare attributi e operazioni

Quando si usa il diagramma delle classi per descrivere il dominio:

- le operazioni sono ritenute a un livello di dettaglio eccessivo e normalmente si omettono
  - In particolare MAI setters e getters
- gli attributi utili per caratterizzare l'elemento del dominio si specificano, dettagli implementativi no
- Le visibilità si omettono



# Sintassi attributi

visibilità **nome**: tipo [molteplicità]= valoreIniziale {proprietà}

*solo il nome è obbligatorio*

*chiamato di default nel libro, ma si intende iniziale*

molteplicità:

per indicare array di valori

colore: Integer [3] {ordered}

*modello RGB*

secondoNome: String [0..1] *zero per permettere valore null*

nome: String

*la molteplicità [1] può essere omessa*

proprietà {>0, <10}

*vincoli sui valori che l'attributo può avere*

{ordered}, {unique}

*hanno senso quando un attributo ha una molteplicità di valori:*

*ordered → liste ordinate invece che insiemi o multiinsiemi*

*unique → senza ripetizioni, come negli insiemi*

# Esempi

n: char                    carattere, tipo predefinito

n: String                 stringa, tipo predefinito

g: Gra                    con tipo Gra definito nel modello

n: Integer =1 {>= 0}        numero intero non negativo, inizialmente = 1

p : Integer [2] {>0, ordered} punto del quadrante positivo

s: Integer[10] {>3, <33, unique}        insieme (unique → senza ripetizioni)  
di 10 numeri compresi tra 3 e 33

col: Integer [3] {>=0, <=255, ordered} lista (ordered → la posizione è significativa)  
di 3 numeri, compresi tra 0 e 255

nome: String [1..2] {ordered, unique} si deve avere un nome, opzionalmente si può  
avere un secondo nome, ma diverso dal primo

# Visibilità di attributi e operazioni

Un elemento è visibile all'esterno dello spazio di nomi che lo contiene, in accordo con il suo tipo di visibilità

- + public: accessibile ad ogni elemento che può vedere e usare la classe
- # protected: accessibile ad ogni elemento discendente
- private: solo le operazioni della classe possono vedere e usare l'elemento in questione
- ~ package: accessibile solo agli elementi dichiarati nello stesso package

# Sintassi delle operazioni

visibilità **nome** (listaParametri) : tipoRitorno

*obbligatorio solo **nome**()*

listaParametri ::=  $\emptyset$  | dichiarazione di parametro, listaParametri

dichiarazione di parametro ::= direzione **nome**: tipo = default

*obbligatorio solo **nome** (fermo restando che non è obbligatorio dichiarare i parametri)*

in, out, inout

valore assegnato al parametro in assenza di argomento

# Esempi

+ sum (a: Integer, b: Integer) : Integer

metodo pubblico che, dati due interi restituisce un intero

+ sum (a: Integer, b: Integer =10) : Integer

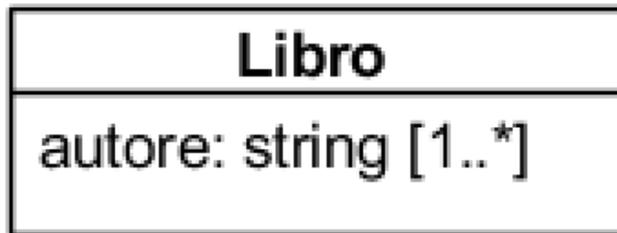
come sopra, con 10 valore di default del secondo parametro

- gra () : Gra

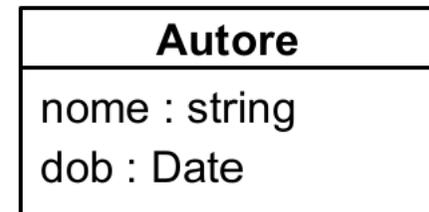
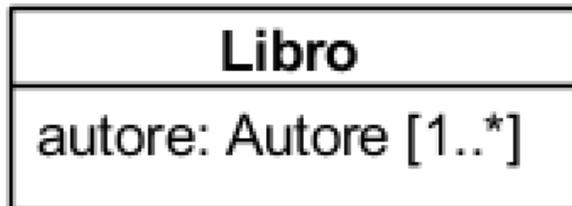
metodo privato che restituisce un oggetto di tipo Gra

# Cosa va modellato con una classe...

- autore solo come attributo di Libro, ha solo il nome

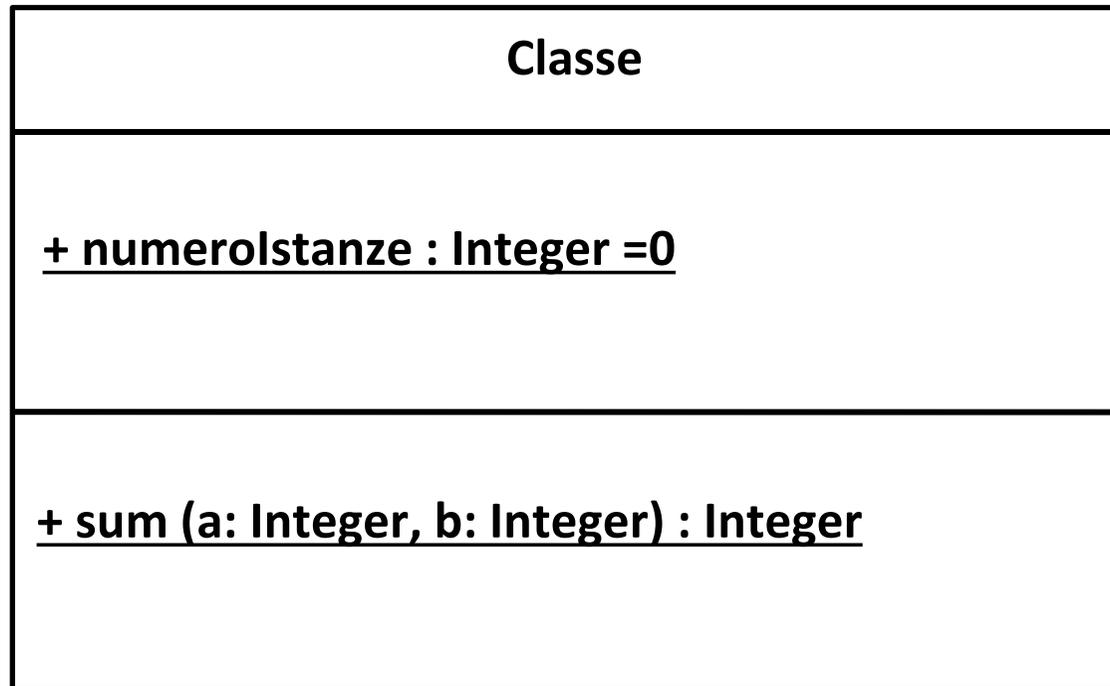


- autore come classe: può avere più attributi e eventualmente operazioni



# attributi e operazioni con ambito di classe (statici)

sottolineati



# Esempio

class attribute

instance attribute

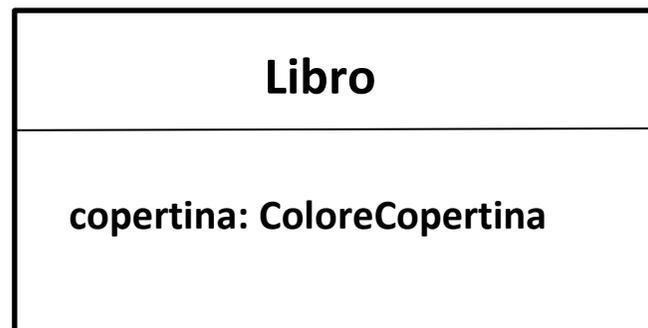
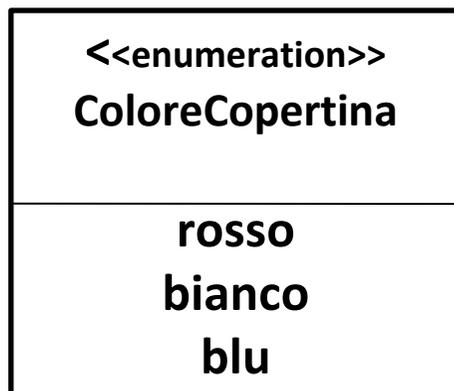
class operation

instance operation

Job	
class attribute	<u>maxCount: Integer = 0</u>
instance attribute	jobID: Integer
class operation	<u>create () { jobID = maxCount++ }</u>
instance operation	schedule ()

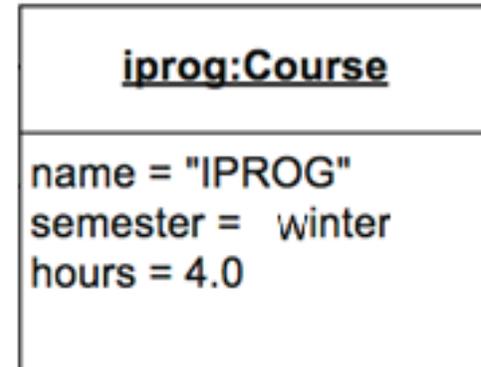
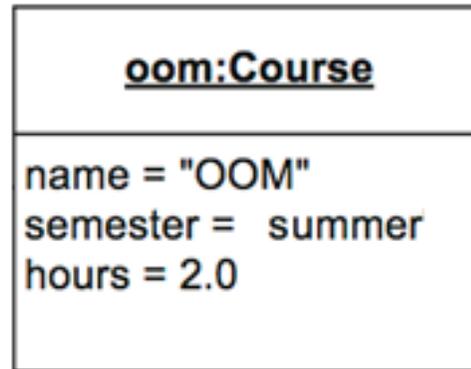
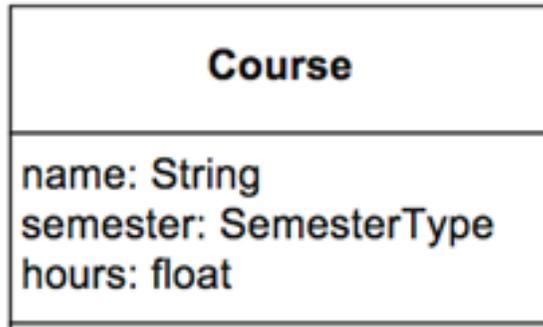
# Enumerazioni

- Le enumerazioni sono usate per specificare un insieme di valori prefissati
- Un'enumerazione è una lista completa di tutti i valori che un determinato tipo può assumere
- In UML sono rappresentate da classi
  - etichettate dallo stereotipo <<enumeration>>
  - con un nome (il tipo) e l'insieme di valori che gli attributi di quel tipo possono assumere

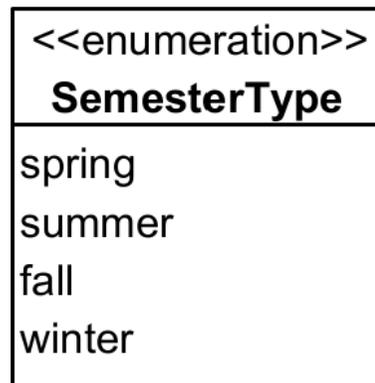


*La copertina dei libri può essere solo o tutta rossa, o tutta bianca, o tutta blu*

# Enumerazioni: esempio

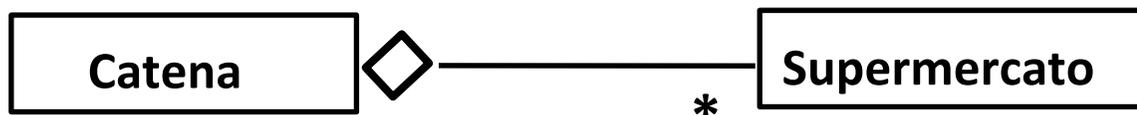


Ci possiamo aspettare



# Classi UML vs entità (DB)

- DB: le classi sono intese come collezioni. Sottointeso che
  - ci sono più istanze.
  - ci sono operazioni per visitare tutte le istanze.
- Da cui, per esempio, nome singolare vs nome plurale.
- La differenza è significativa più in prospettiva di progettazione che di descrizione del dominio.
  - In progettazione OO e quindi in UML uso "ListaDiQcosa" come aggregato di "Qcosa"
- Un esempio dal dominio dei supermercati:



Classi UML



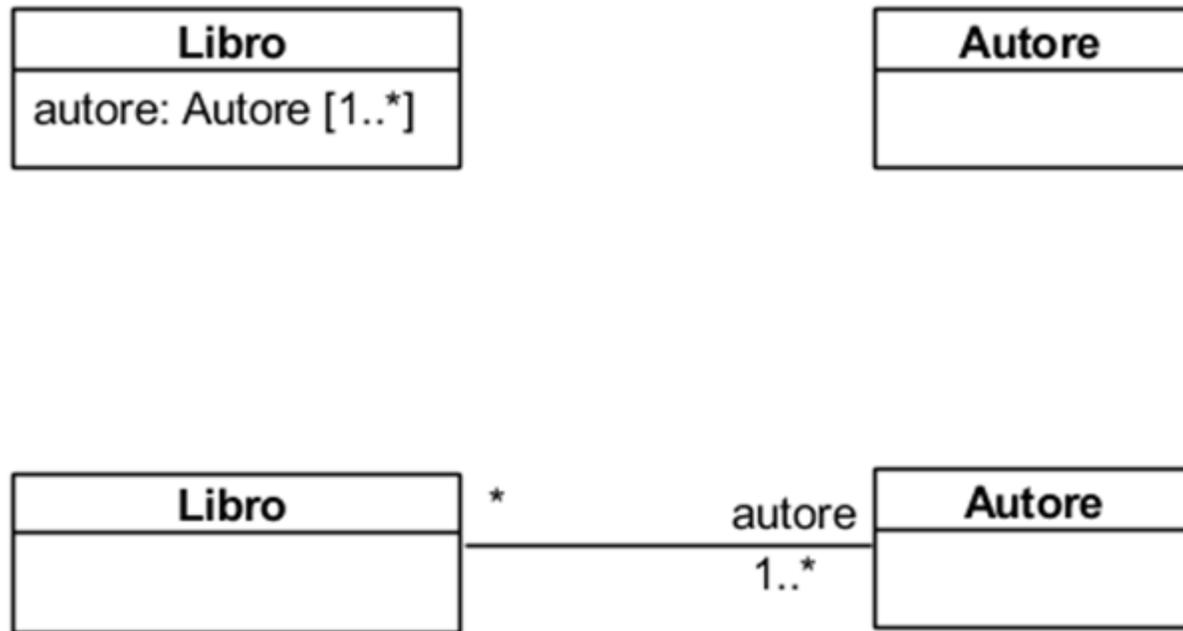
Entità

# Relazioni

- Una relazione rappresenta un legame
  - tra due o più oggetti
  - normalmente istanze di classi diverse

# Associazioni e attributi

Altro modo per rappresentare una proprietà

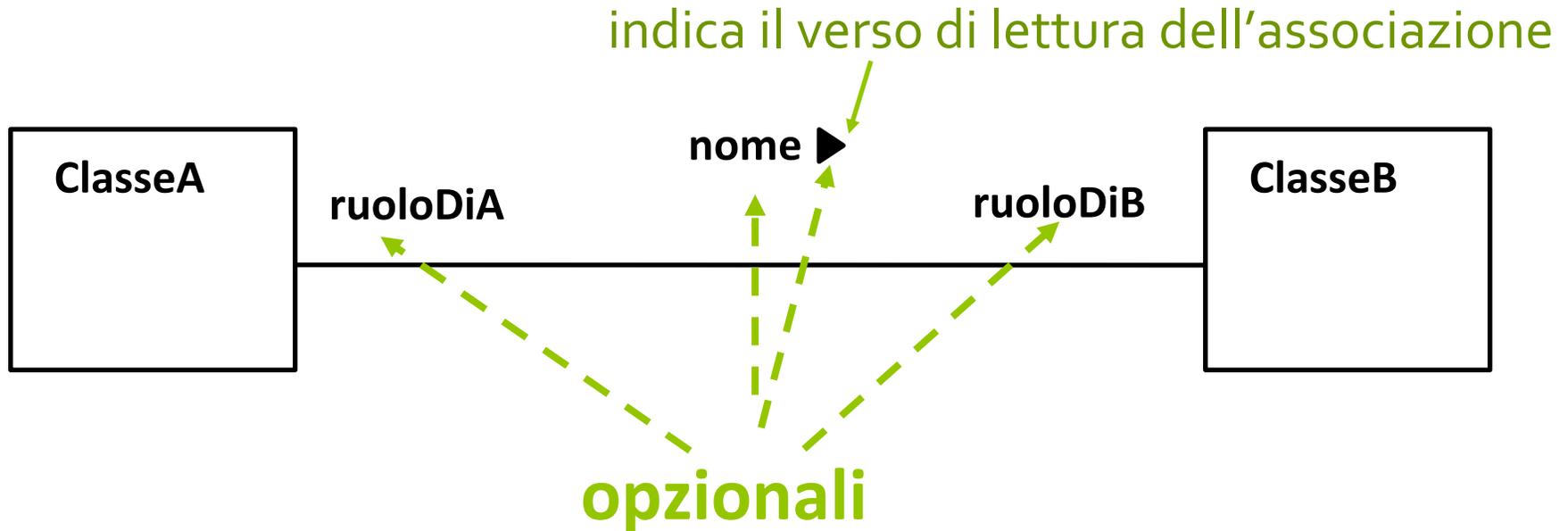


# Relazioni

- Tra elementi di un modello
- Vedremo le seguenti:

Tra Classificatori	Tra oggetti
Associazione Aggregazione Composizione	Collegamento Aggergazione Composizione
Generalizzazione	(non definita)
Realizzazione	(non definita)
Dipendenza (d'uso, di istanza...)	

# Associazione (binaria): sintassi

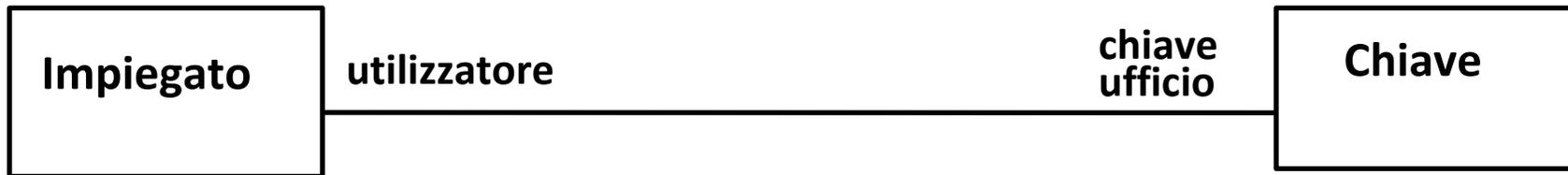
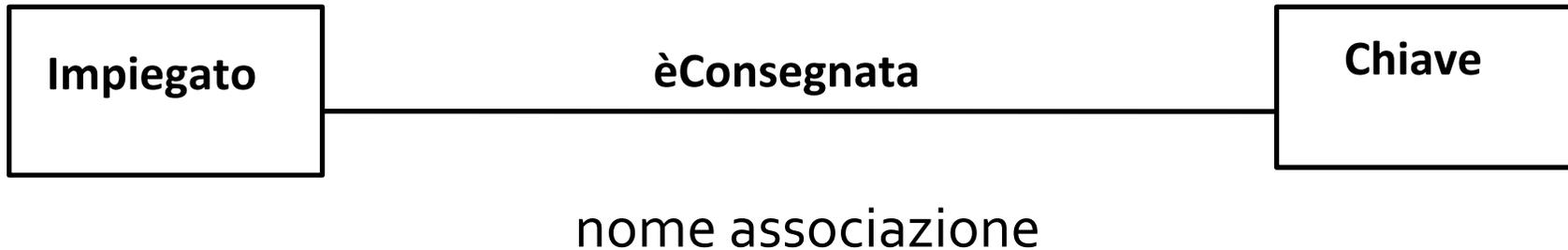


- Una linea retta tra le classi
  - A volte, e solo documentando il codice (non il dominio) una freccia → (eventualmente doppia) per specificare la navigabilità
- Almeno uno tra nome o ruoli, raramente entrambi.
  - Servono a caratterizzare la relazione

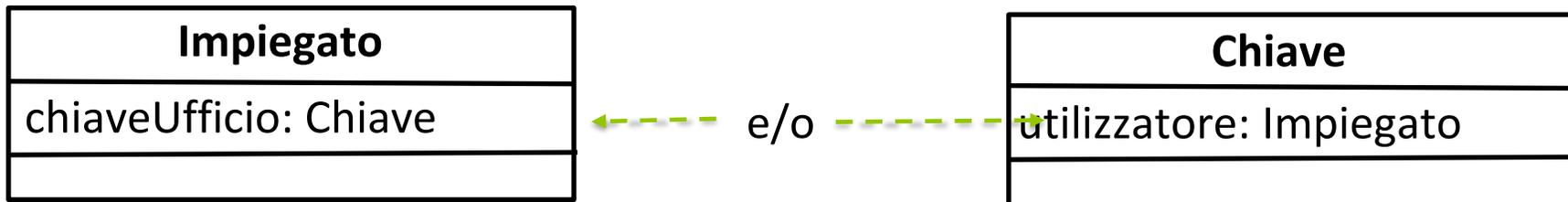
# Associazione (binaria): nome e ruoli

- nome e ruoli: lowercase
- nome associazione: normalmente un verbo  
eventualmente seguito da una freccia per capire da che parte si legge
- ruolo: normalmente un sostantivo
- Formalmente opzionali,
  - è utile ci sia o il nome dell'associazione o l'indicazione dei ruoli
  - inutile entrambi

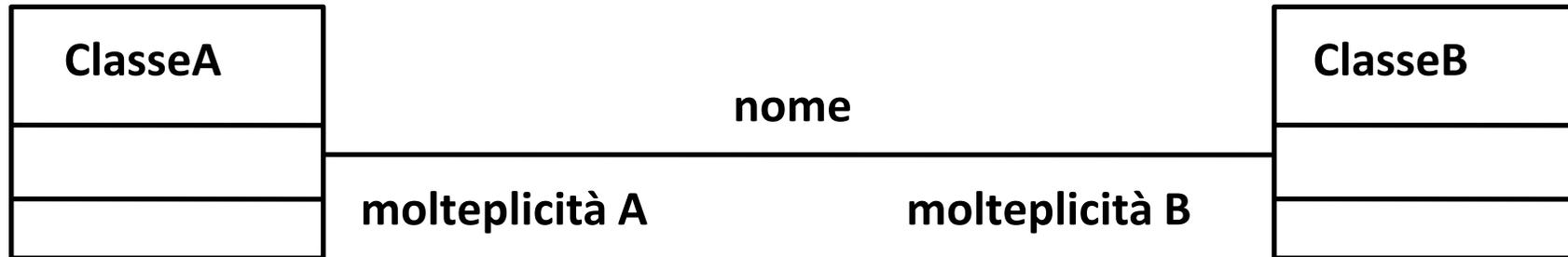
# Associazione (binaria): esempio



- Si esplicitano i ruoli degli oggetti nella relazione
  - c è la chiave dell'ufficio di i
  - i ne è l'utilizzatore
- Quando si trasforma il modello in codice:



# Associazioni: vincoli di molteplicità



**Numero di oggetti coinvolti nell'associazione  
in un dato istante**

# Molteplicità, un esempio



- Un oggetto Società può essere in relazione con molti oggetti Lavoratore
- Un oggetto Lavoratore può essere in relazione con un solo oggetto Società

in un dato istante

# Molteplicità delle relazioni

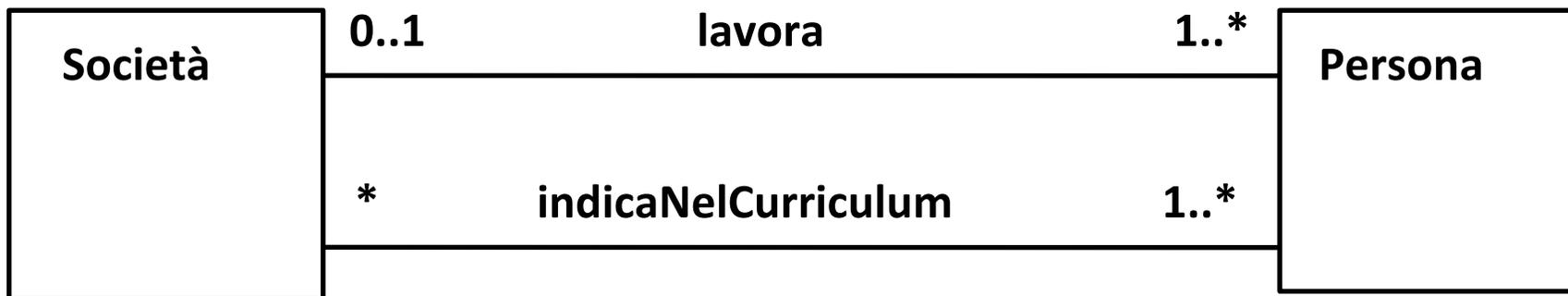
Le molteplicità si possono definire indicando gli estremi inferiore e superiore di un intervallo

- Esempio  $2..4$  per le ruote di un veicolo
- l'estremo inferiore può essere zero o un numero positivo
- quello superiore un numero positivo o  $*$  (indefinito)
- $n..n \equiv n$
- $0..* \equiv *$
- $1$  è il default e si può omettere

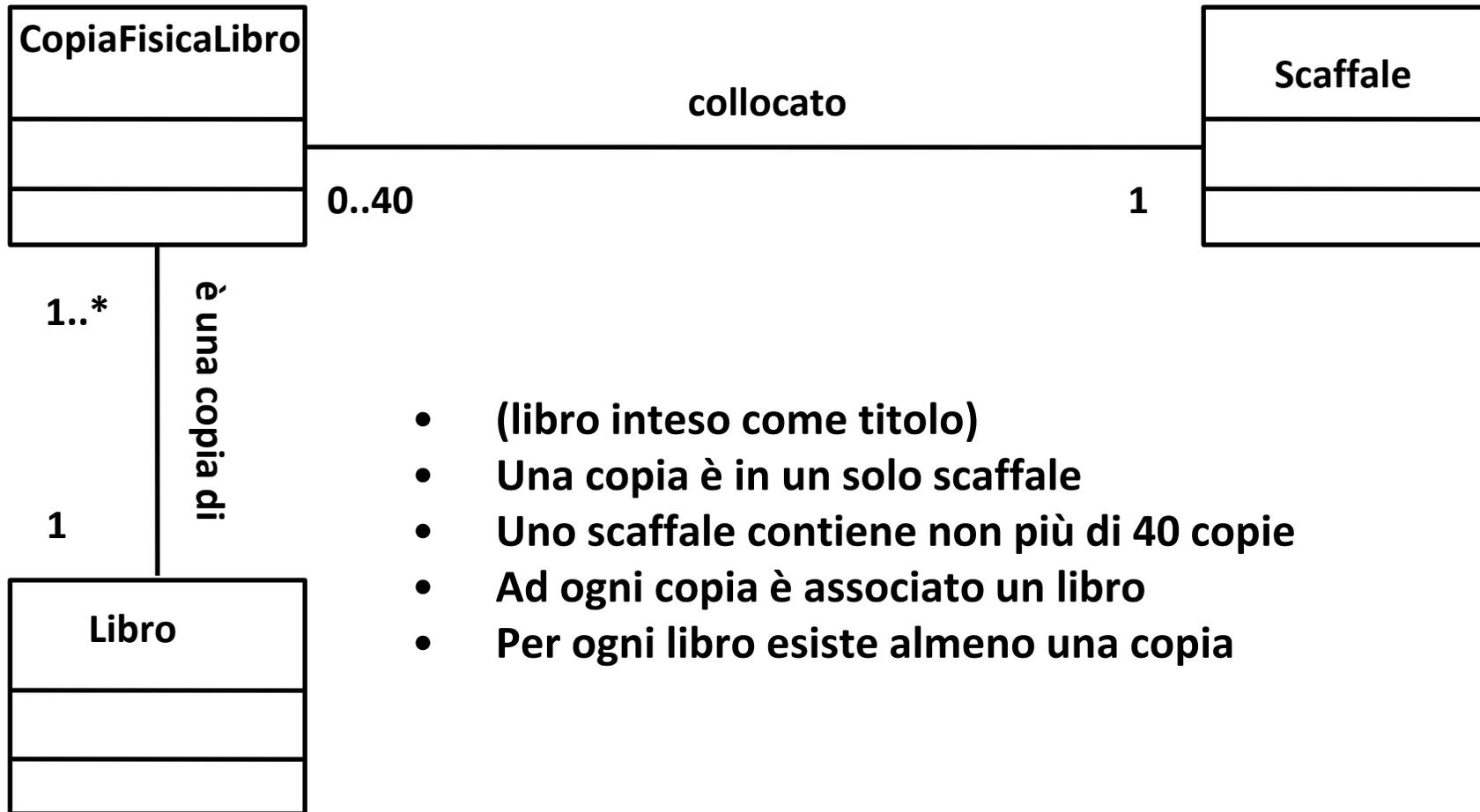
# La molteplicità è legata al nome dell'associazione



Sintatticamente si possono anche avere più associazioni tra due classi



# Molteplicità: esempio



- (libro inteso come titolo)
- Una copia è in un solo scaffale
- Uno scaffale contiene non più di 40 copie
- Ad ogni copia è associato un libro
- Per ogni libro esiste almeno una copia

# Associazioni riflesse

In questo caso è fondamentale indicare il ruolo



# Aggregazione e Composizione

Aggregazione e Composizione sono tipi particolari di associazione

- entrambe specificano che un oggetto di una classe è **una parte** di un oggetto di un'altra classe
- Suggerimento: prenderle in considerazione quando il nome dell'associazione sarebbe del tipo:
  - fa parte di, appartiene....
- o, simmetricamente:
  - è composto da, possiede, ha, ...

# Aggregazione vs Composizione

Aggregazione → relazione tra oggetti poco forte

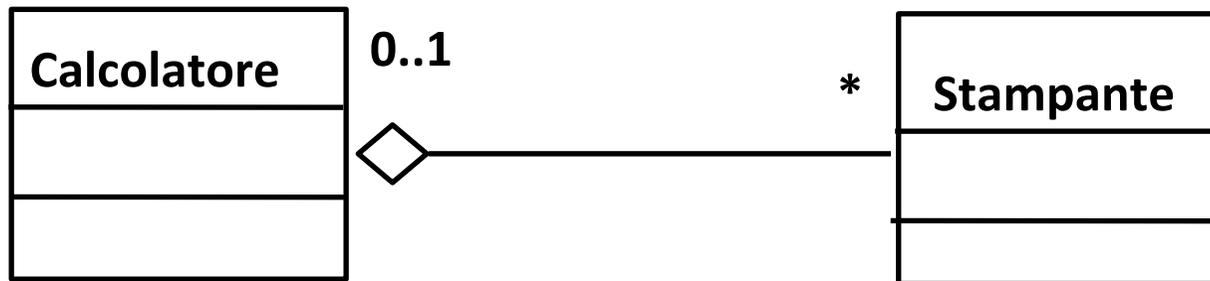
ovvero una relazione nella quale le classi parte hanno un significato anche senza che sia presente la classe tutto

Composizione → relazione tra oggetti forte

le classi parte hanno un reale significato solo se sono legate alla classe tutto

# Sintassi e semantica con un esempio

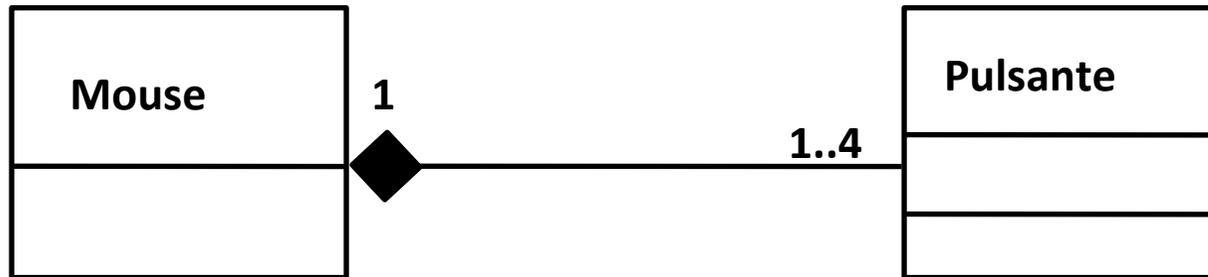
## Aggregazione



- La stampante nel tempo può essere collegata a calcolatori diversi
- La stampante esiste anche senza calcolatore
- Se il calcolatore viene distrutto la stampante esiste comunque
- L'aggregazione non ha un nome

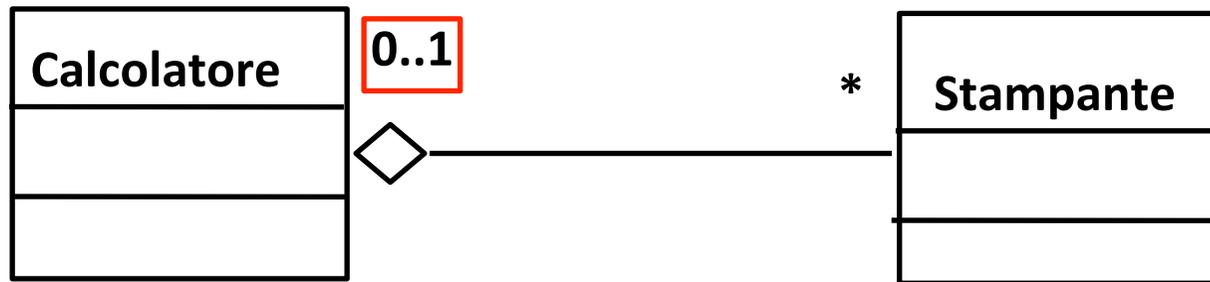
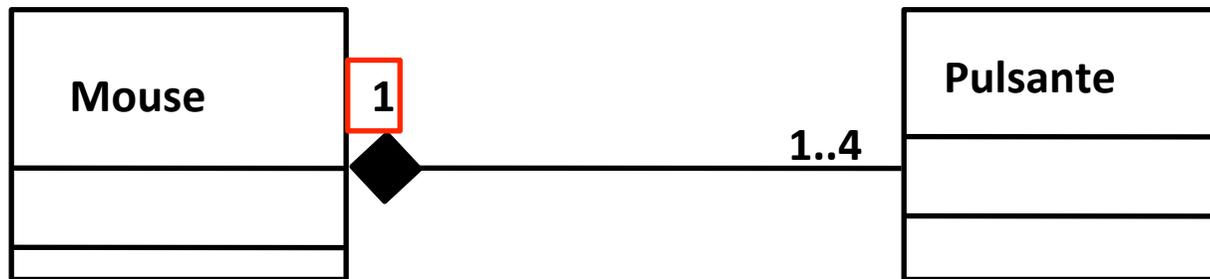
# Sintassi e semantica con un esempio

## Composizione



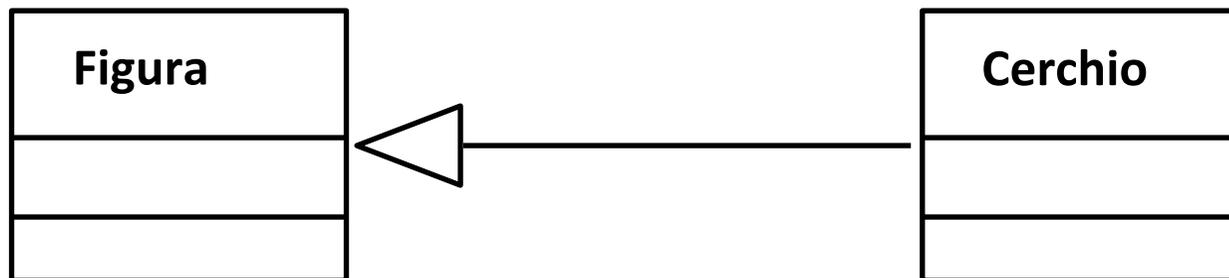
- Un pulsante appartiene a un solo mouse
- Non esiste senza il suo mouse
- Se il mouse viene distrutto vengono distrutti anche i pulsanti
- La composizione non ha un nome

# Uno sguardo alle molteplicita'



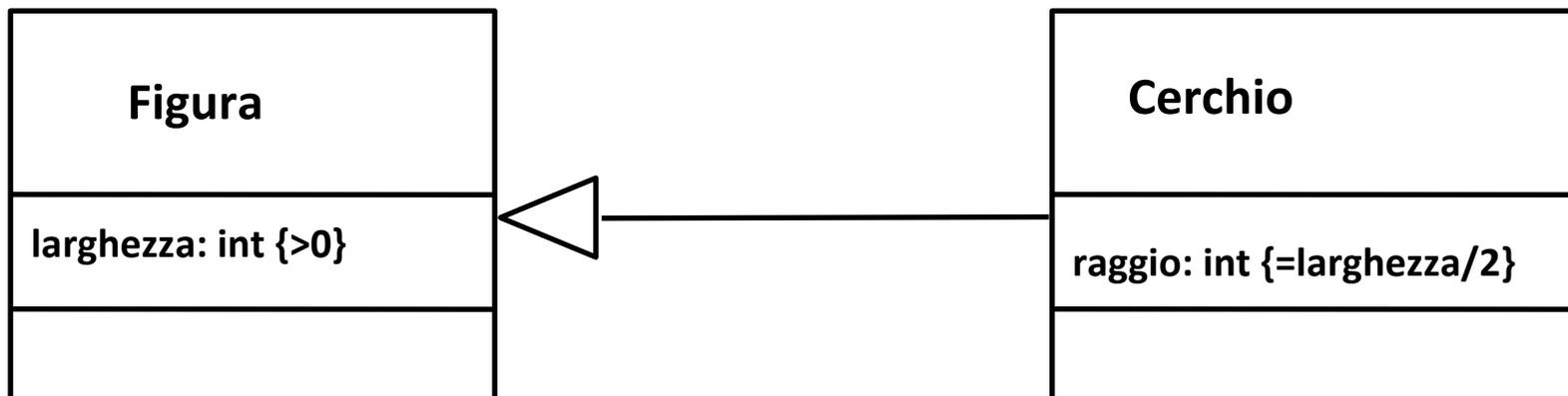
# Generalizzazione

- Relazione tra un elemento generico e uno più specializzato
- L'elemento più specializzato è completamente consistente con quello più generico ma contiene più informazione
- Vale il principio di sostituzione della Liskov: l'elemento specializzato può essere usato al posto dell'elemento generico
- "è un tipo di"

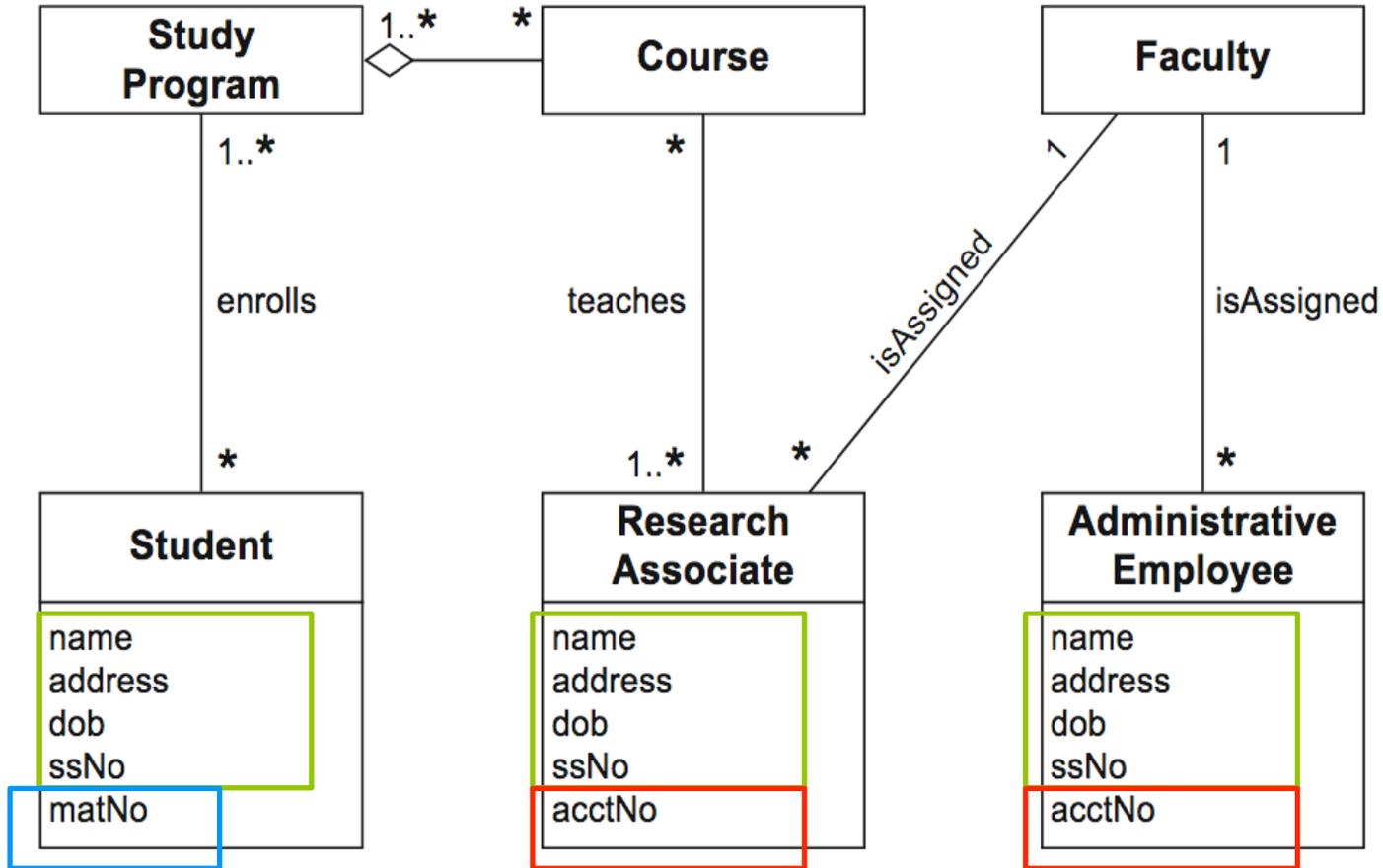


# Ereditarieta' di classe

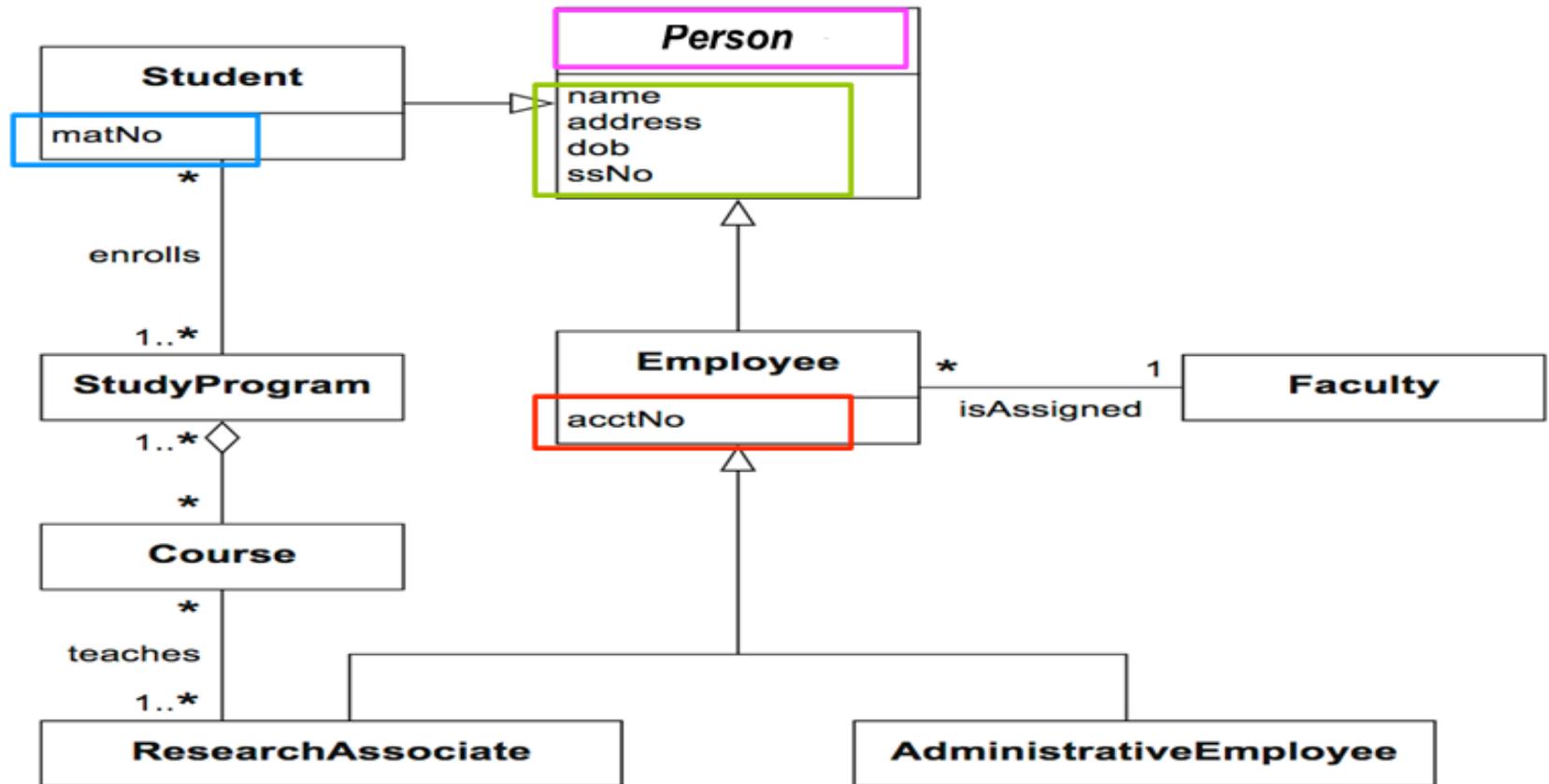
- Le sottoclassi ereditano tutte le caratteristiche della superasse:
  - attributi, operazioni, relazioni e vincoli
- Le sottoclassi possono aggiungere caratteristiche e ridefinire le operazioni



# Esempio generalizzazione

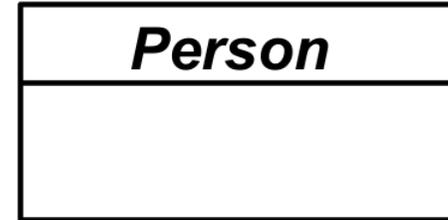


# Esempio generalizzazione

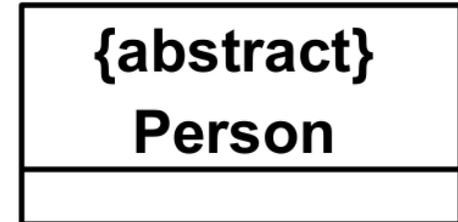


# Classi astratte

Notazione corretta (corsivo)



Notazione usata dal vostro libro



# (Classi) interfaccia

Si usano in fase di progettazione, per classi con solo comportamento e senza stato



# Dipendenze

Una relazione in cui le classi hanno ruolo di cliente e fornitore

- Il cliente dipende dal fornitore

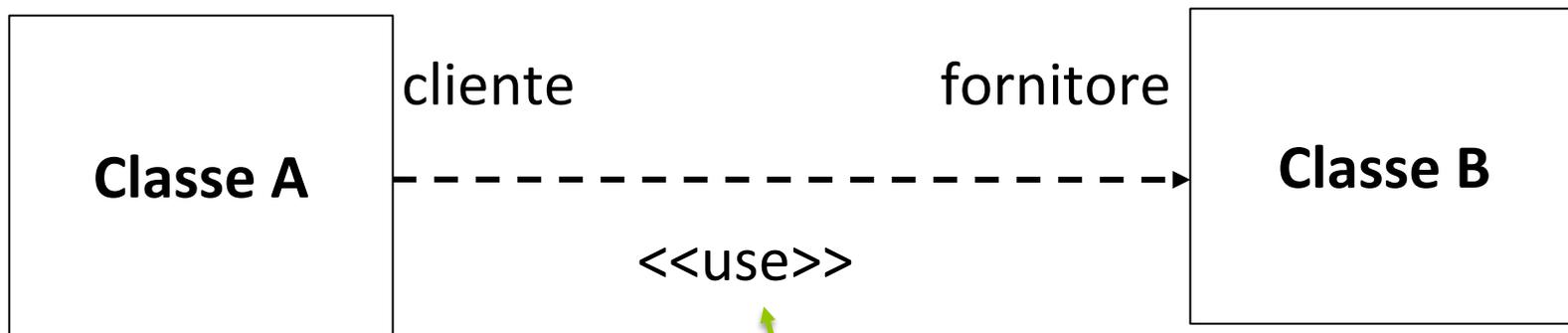


- una modifica nel fornitore può influenzare il cliente

# Dipendenza d'uso: esempi

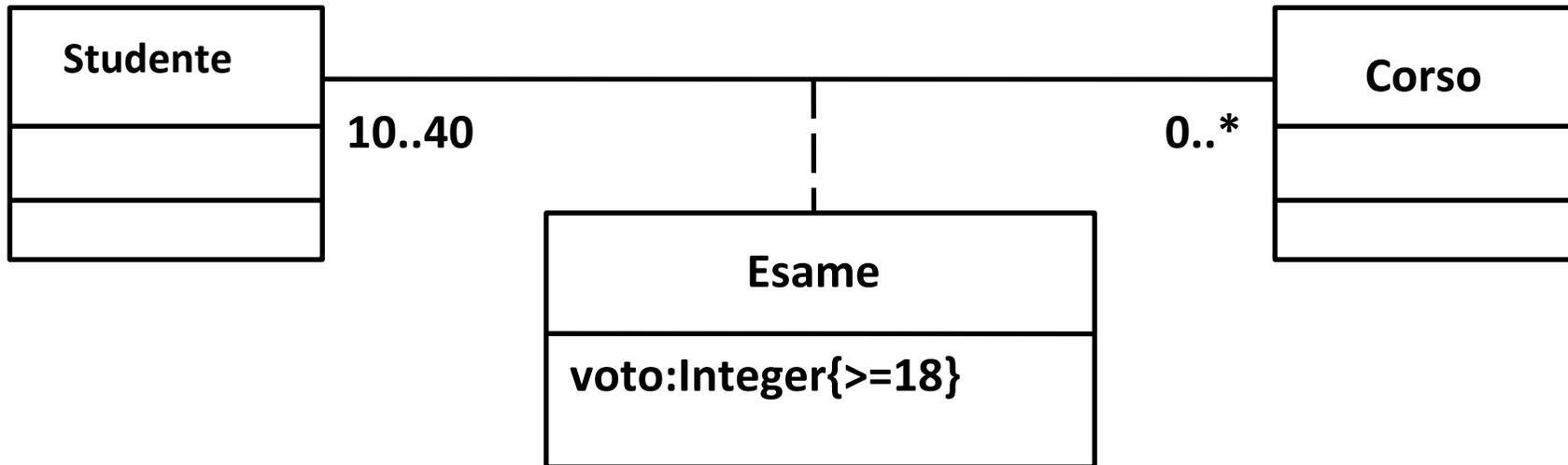
## Le dipendenze più comuni

- Un parametro di un'operazione di A è di tipo B
- Un'operazione di A restituisce un oggetto di tipo B
- Un'operazione di A crea dinamicamente un oggetto di tipo B



in caso di creazione si usa <<create>> invece di <<use>>

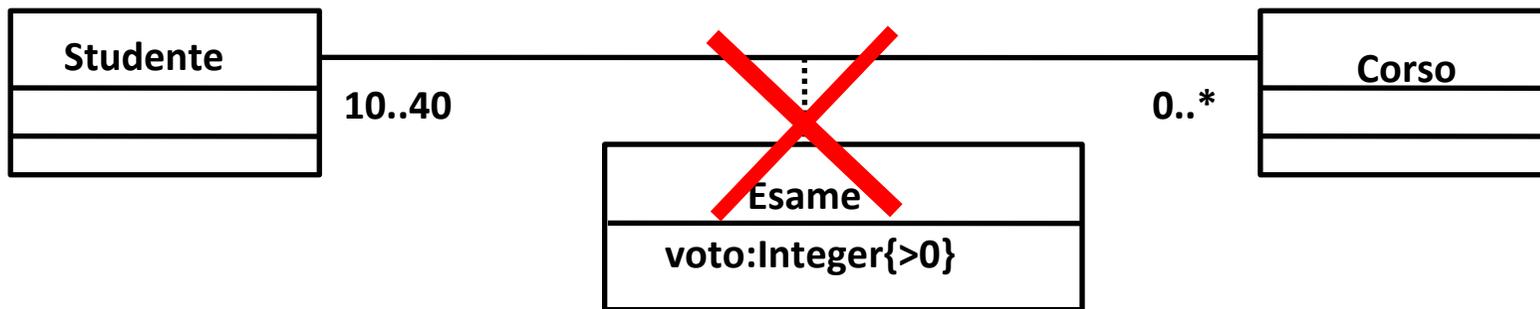
# Classi associazione



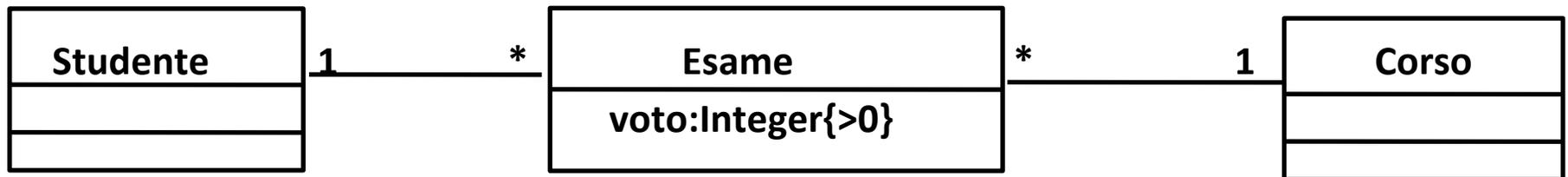
- Un'associazione può avere attributi propri, rappresentati con una classe associazione.
- Le istanze sono collegamenti con attributi propri.
- Voto non è attributo né di Corso né di Studente

# Classi associazione (2)

Per ogni coppia di oggetti collegati tra loro può esistere un unico oggetto della classe associazione



Se vogliamo tenere traccia dei voti negativi non si possono usare le classi associazione



# Individuare le classi di analisi

- Cosa sono le classi di analisi
  - Corrispondono a concetti concreti del dominio:
    - Per esempio i concetti descritti nel glossario
    - Normalmente, ciascuna classe di analisi sarà raffinata in una o più classi di progettazione.
  - Evitare di introdurre delle classi di progettazione
- Tecniche per individuarle
  - Non esiste un metodo automatico che le estrae da un documento in linguaggio naturale
  - Ma possiamo usare alcune tecniche note

# Classi di analisi: caratteristiche

- Astrazione di uno specifico elemento del dominio
- Numero ridotto di responsabilità (funzionalità)
- Evitare le classi "onnipotenti"
  - Attenzione quando si chiamano "sistema", "controllore", ....
- Evitare funzioni travestite da classi
- Evitare gerarchie di ereditarietà profonde ( $\geq 3$ )

# Classi di analisi: livello di dettaglio

Operazioni e attributi solo quando veramente utili

- Le classi di analisi dovrebbero contenere attributi e operazioni ad “alto livello”
- Limitare la specifica di tipi, valori, etc.
- Non inventare mai niente rispetto a quanto scritto nel documento! O almeno non prima di esservi confrontati con clienti o utenti

# Identificazione delle classi

- Principali tecniche
  - Approccio data driven: tipico della fase di analisi
    - Si identificano tutti i dati del sistema e si dividono in classi (ad esempio mediante identificazione dei sostantivi)
  - Approccio responsibility driven: soprattutto durante la progettazione
    - Si identificano le responsabilità e si dividono in classi

# Analisi nome-verbo

- Sostantivi → classi o attributi
- Verbi → responsabilità o operazioni
- Passi:
  - Individuazione delle classi
  - Assegnazione di attributi e responsabilità alle classi
  - Individuazione di relazioni tra le classi

# Analisi nome-verbo

- Problemi ricorrenti :
  - Tagliare le classi inutili
    - Trattare i casi di sinonimia
  - Individuare le classi nascoste cioè le classi implicite del dominio del problema che possono anche non essere mai menzionate esplicitamente
    - In un sistema di gestione degli orari delle lezioni di un corso universitario, nella descrizione testuale potrebbe non essere mai nominata l'aula, che invece deve essere inserita nel modello

# Individuazione classi: chiavi magnetiche

Per motivi di sicurezza, un'organizzazione ha deciso di realizzare un sistema secondo il quale a ogni dipendente è assegnata una chiave magnetica per accedere (aprire) determinate stanze. I diritti di accesso dipenderanno in generale dalla posizione e dalle responsabilità del dipendente. Quindi sono necessarie operazioni per modificare i diritti di accesso posseduti da una chiave se il suo proprietario cambia ruolo nell'organizzazione.

Organizzazione

Dipendente

Chiave

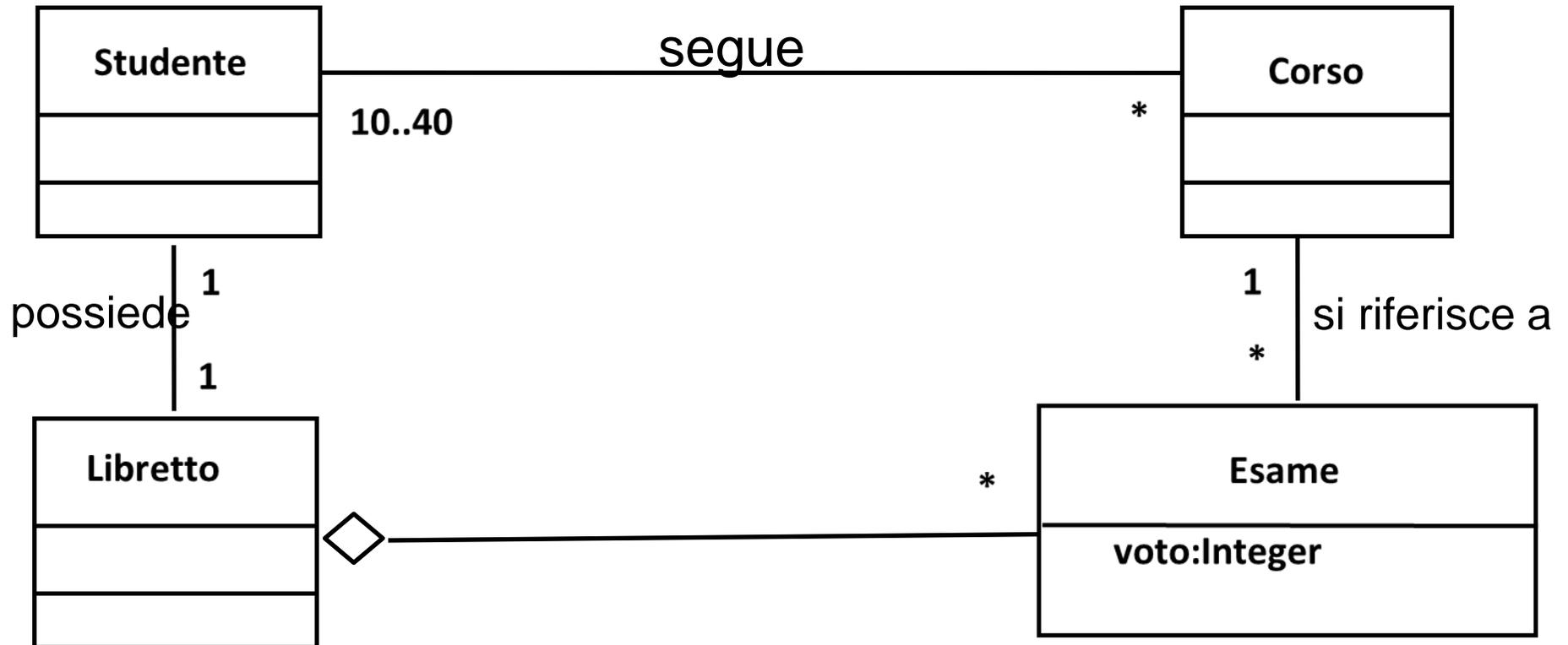
Stanza

Ruolo

DirittiDiAccesso

# Esempio

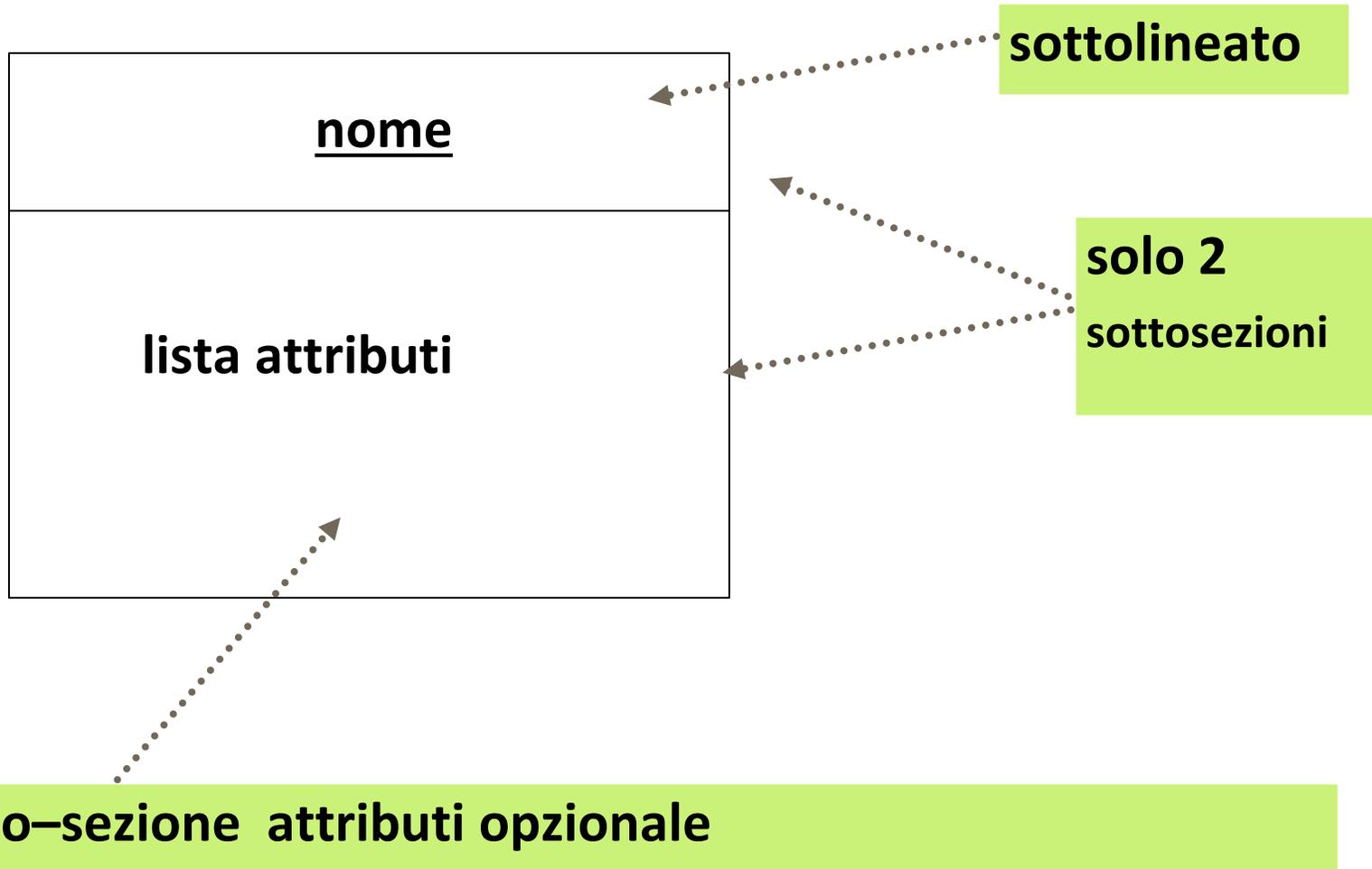
## ■ Studente, Libretto, Esame, Corso



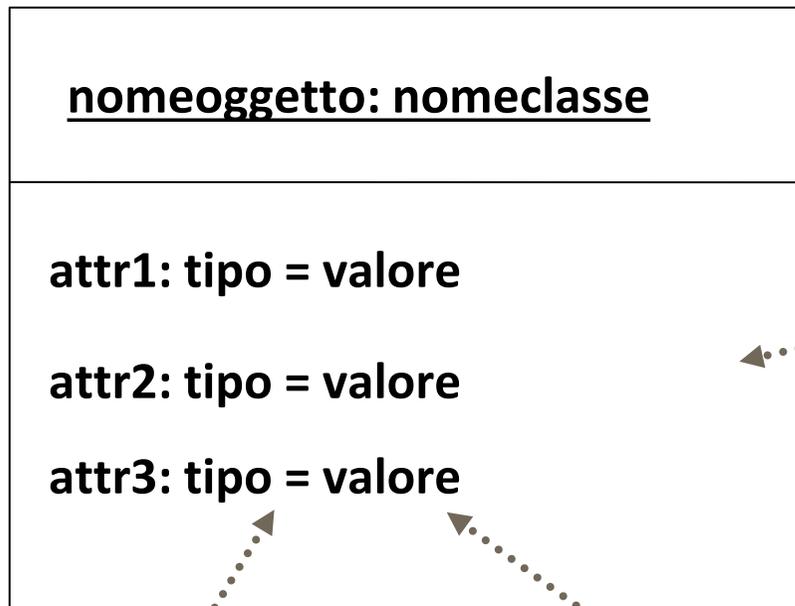
# Diagrammi degli oggetti

- viene anche chiamato diagramma delle istanze
- può essere utile quando le connessioni tra gli oggetti sono complicate.

# Diagrammi degli oggetti



# Diagrammi degli oggetti: attributi



**singoli attributi**

**opzionali**

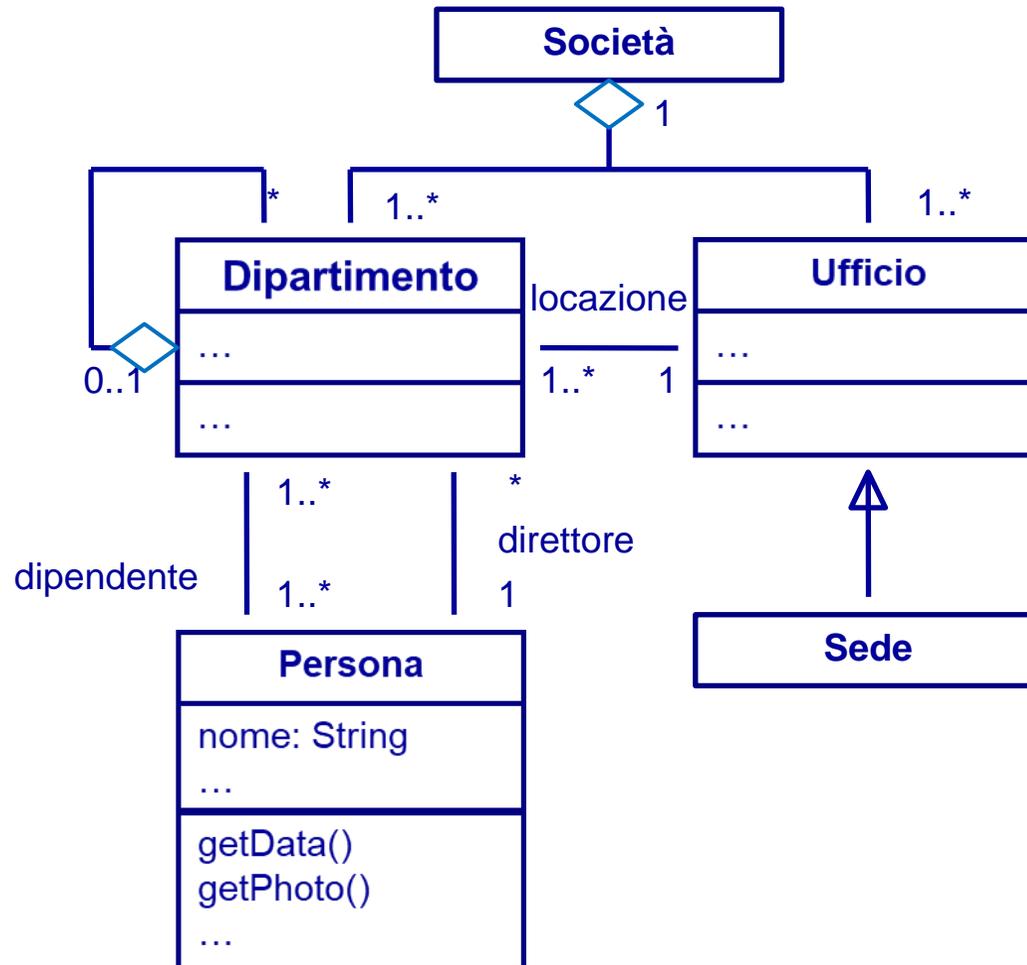
Il valore è la parte interessante può essere omissso  
ma allora inutile ripetere (vs classe) l'attributo

**Il tipo è ridondante ed è consigliato ometterlo**

# Diagramma degli oggetti: collegamenti

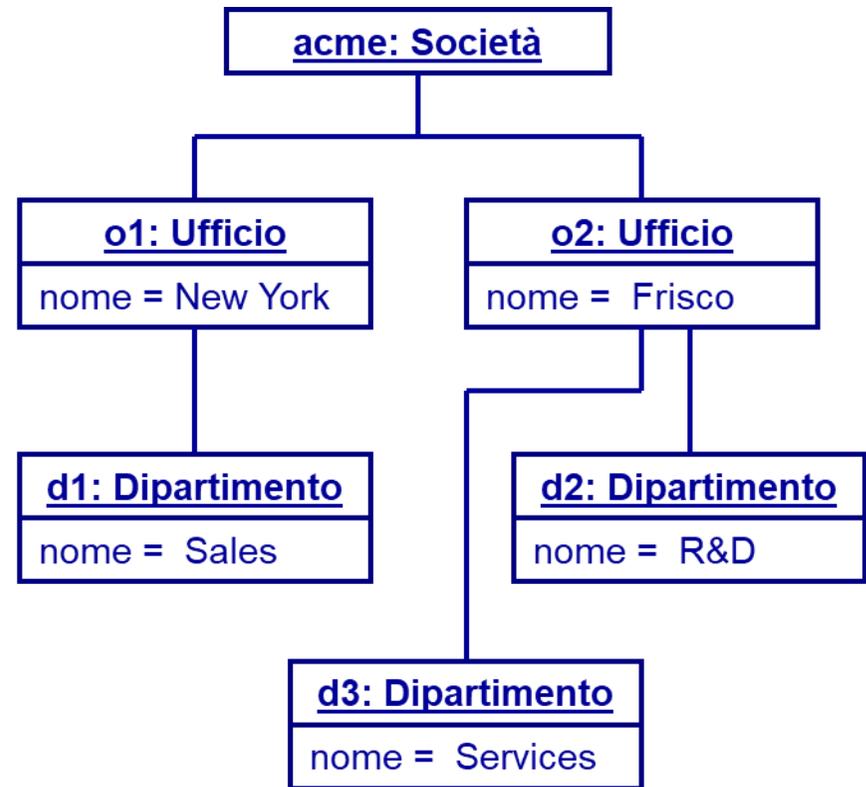
- Un collegamento è una istanza di una associazione
- Collega due (o più) oggetti
- Non ha un nome
- Se utile si possono indicare i ruoli
- Non ha molteplicità, è sempre 1 a 1
  - la molteplicità di una associazione dice quanti collegamenti ci saranno a livello di istanza

# Esempio: classi

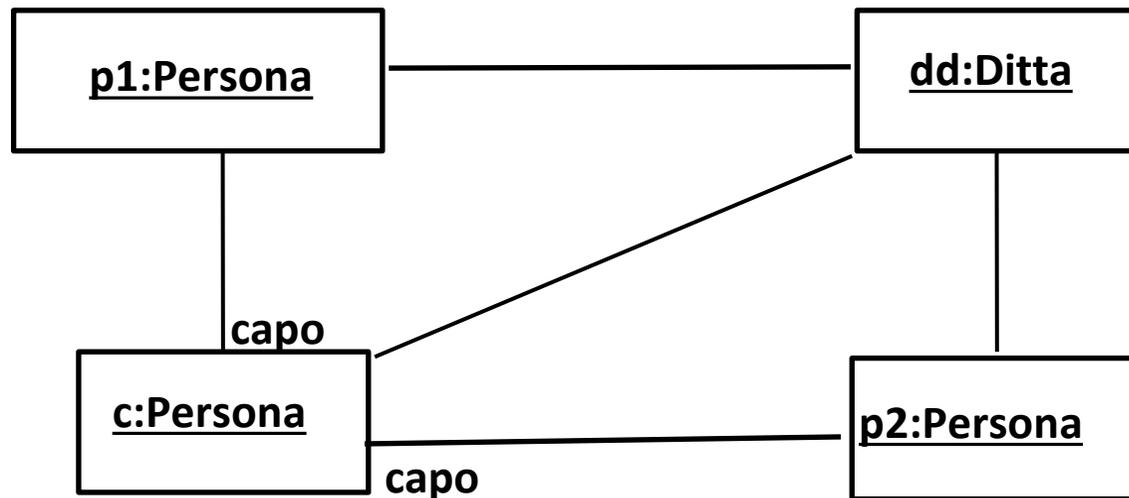
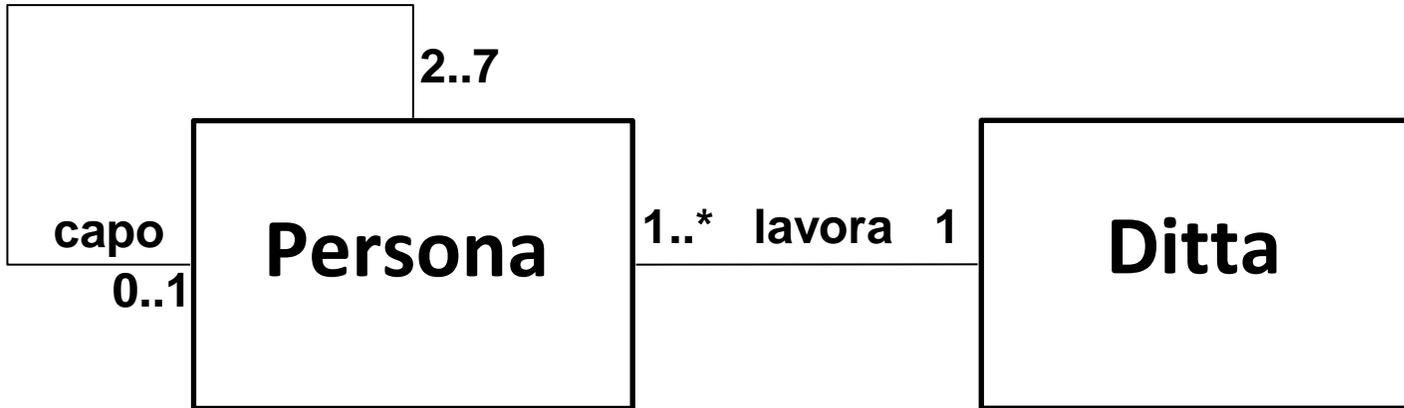


# Esempio: oggetti

- Una società reale, ACME
- Ha due Uffici
- Il dipartimento vendite è a New York
- I dipartimenti Ricerca&Sviluppo e Servizi sono a San Francisco



# Esempio di istanza di classi legate da associazione riflessiva



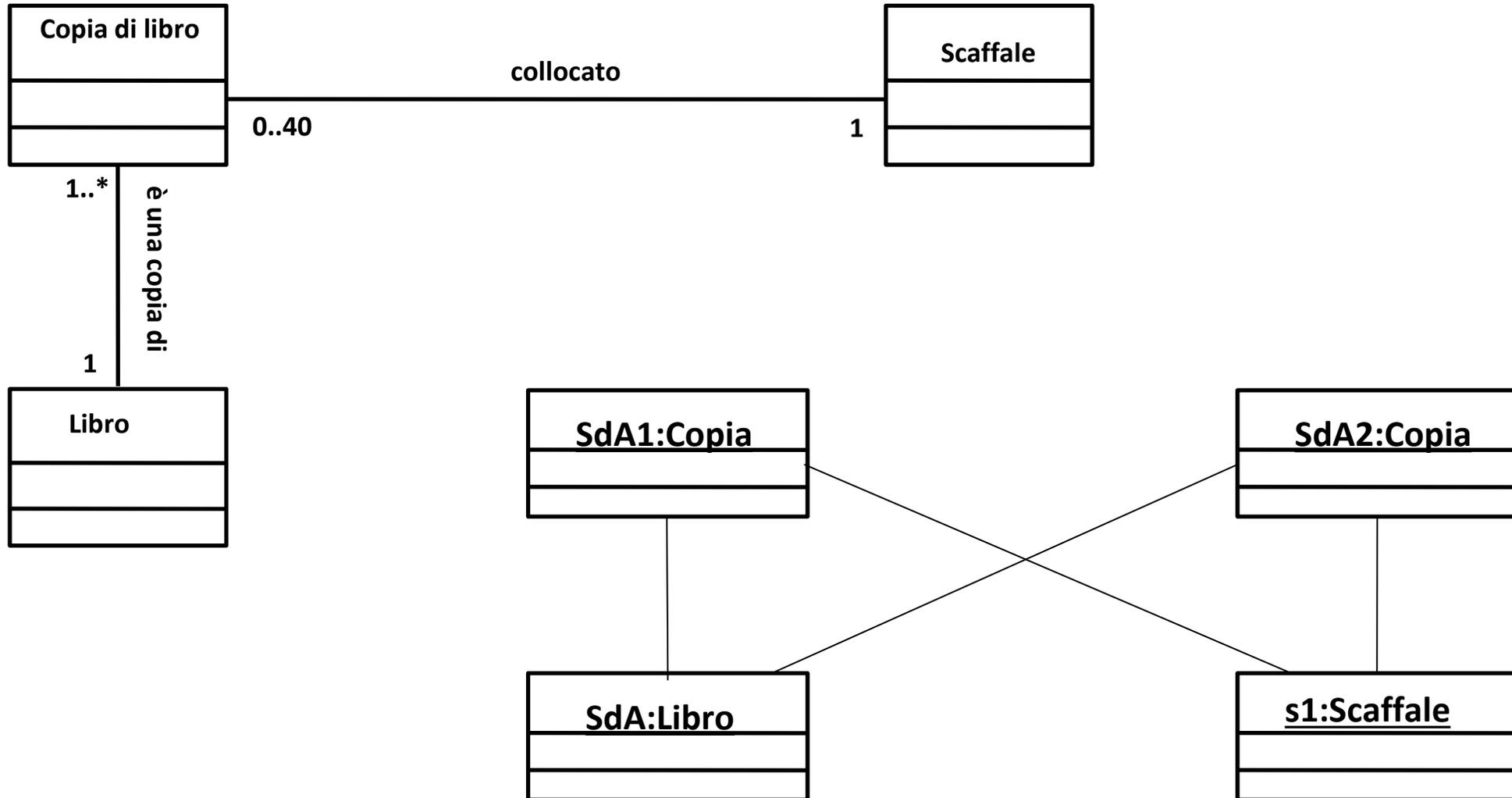
# Classi e Oggetti

Punto
x : Real y: Real colore: Saturazione [3]

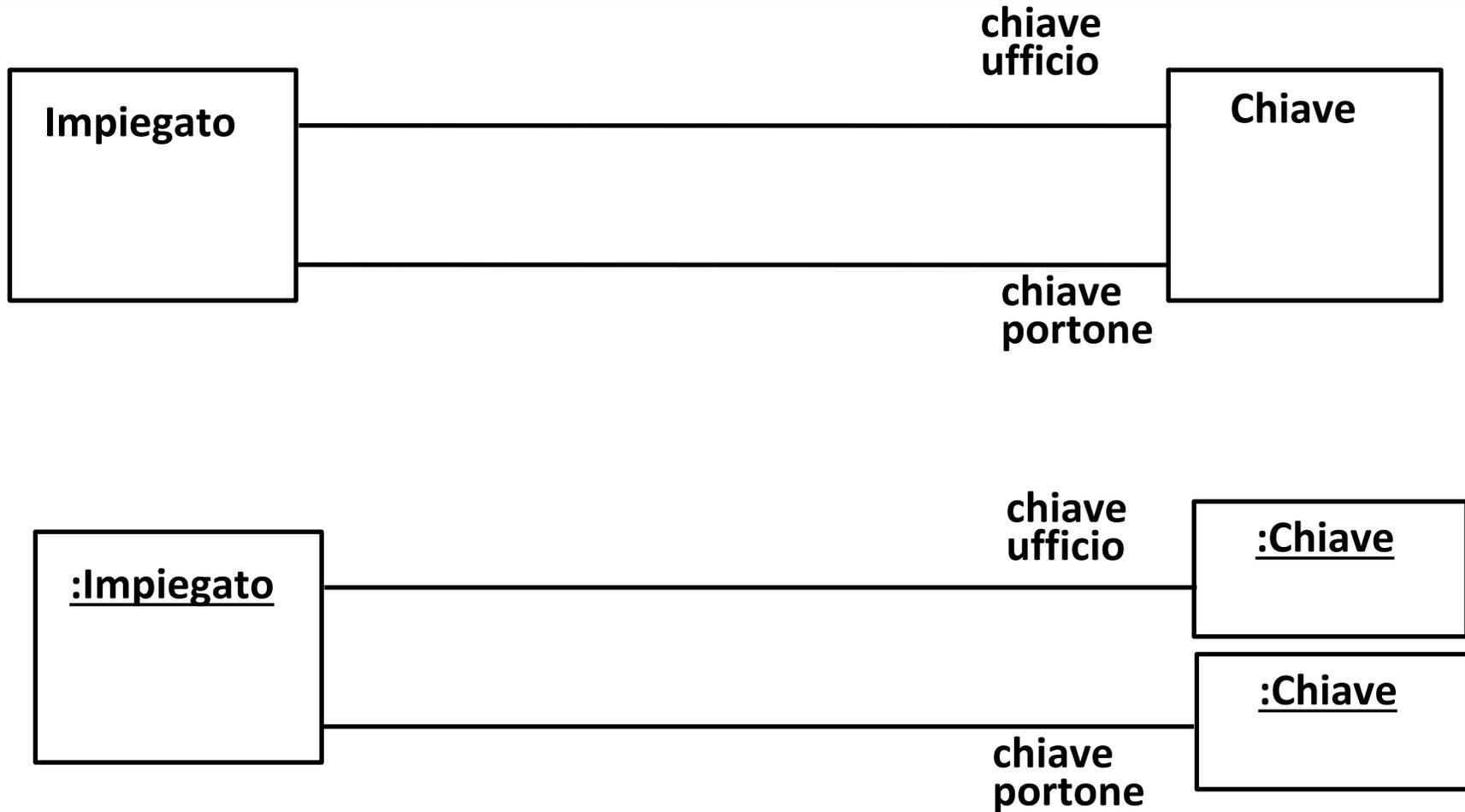
<u>p1: Punto</u>
x =3,14 y= 2,78

<u>p2: Punto</u>
x =1 y= 2

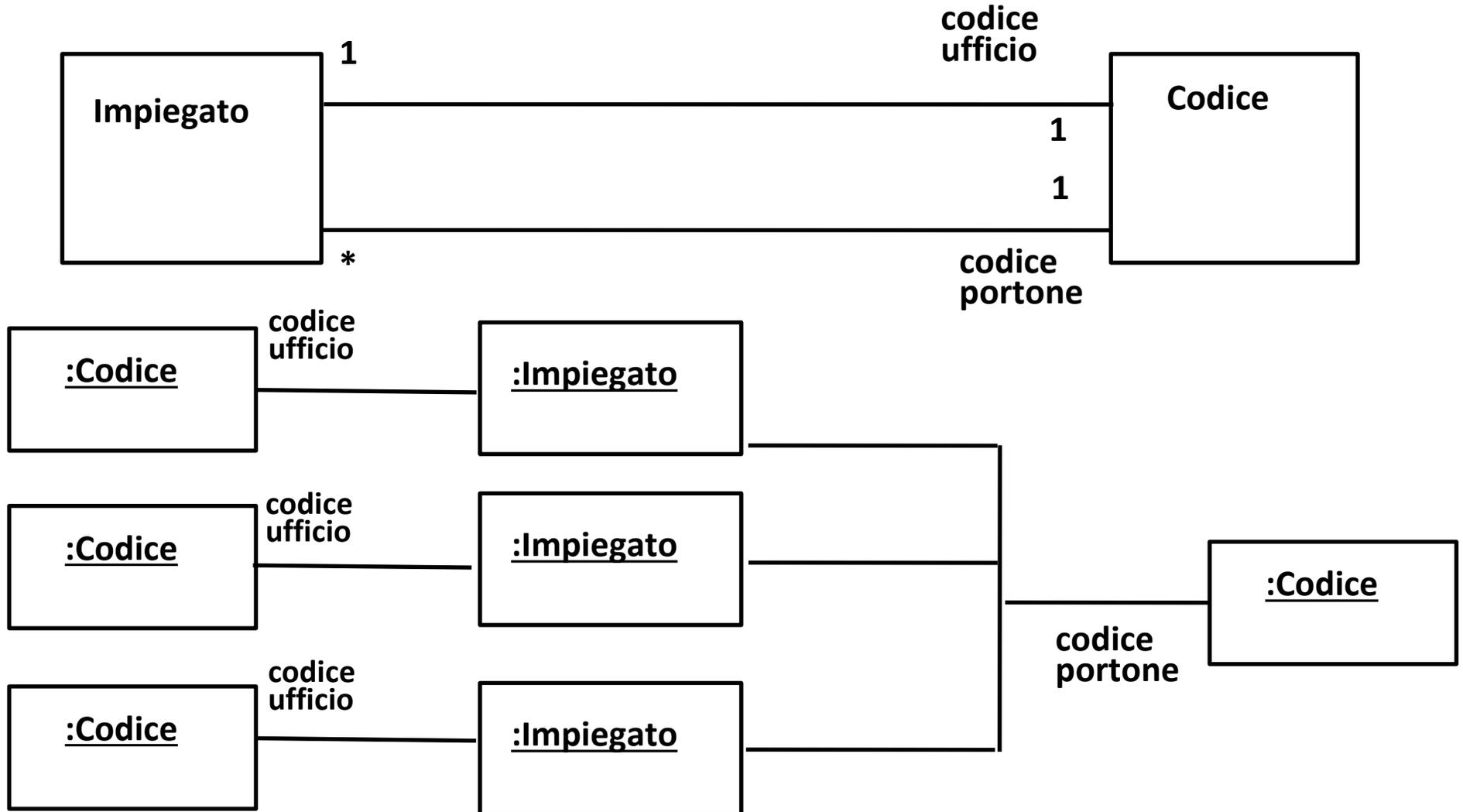
# Esempio



# Associazione: caso particolare ruoli importanti

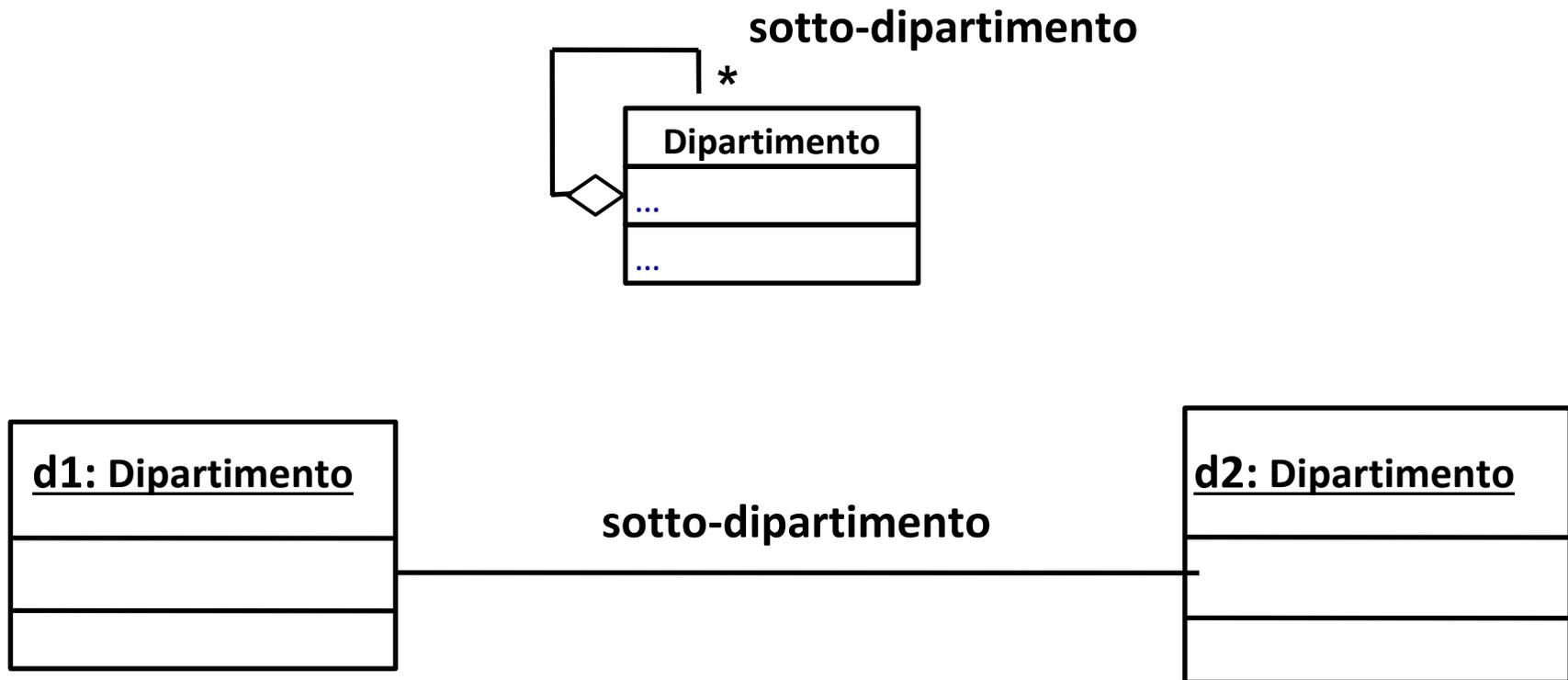


# Molteplicità: esempio

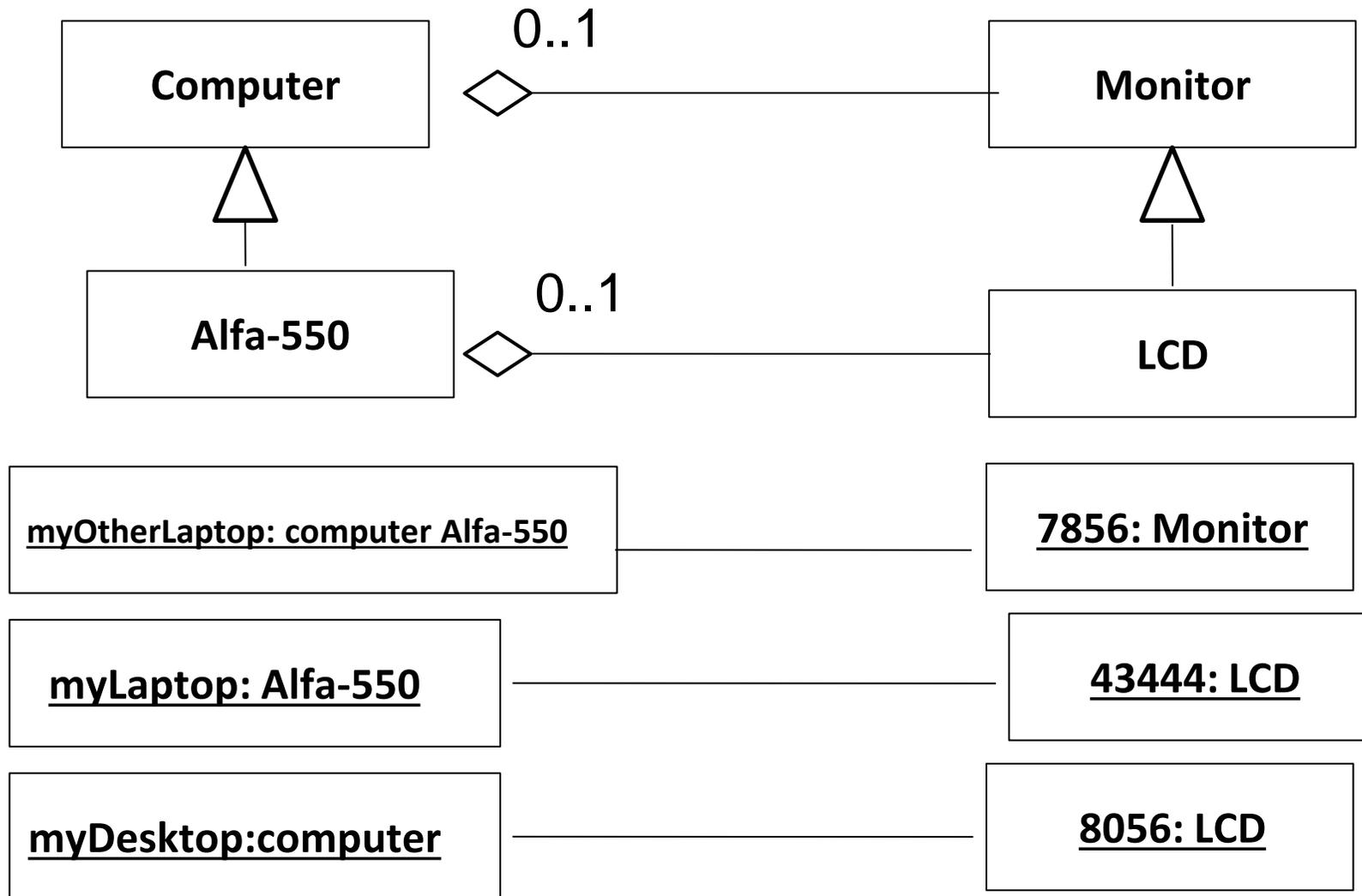


# Ruoli e aggregazione: un caso speciale

- Nel diagramma delle classi



# Un esempio con generalizzazione e aggregazione



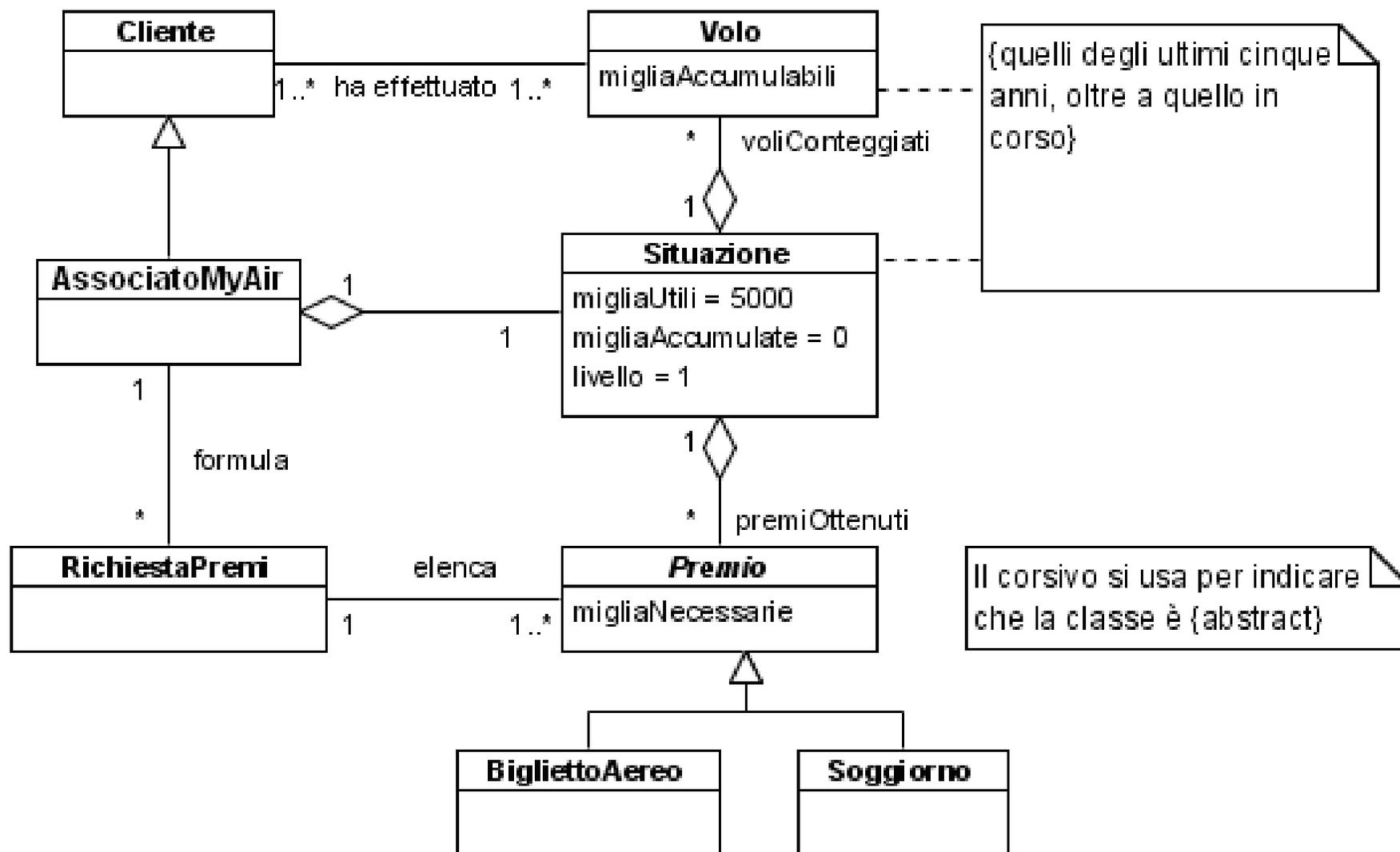
# Syllabus

---

- UML@ Classroom, capitolo 4

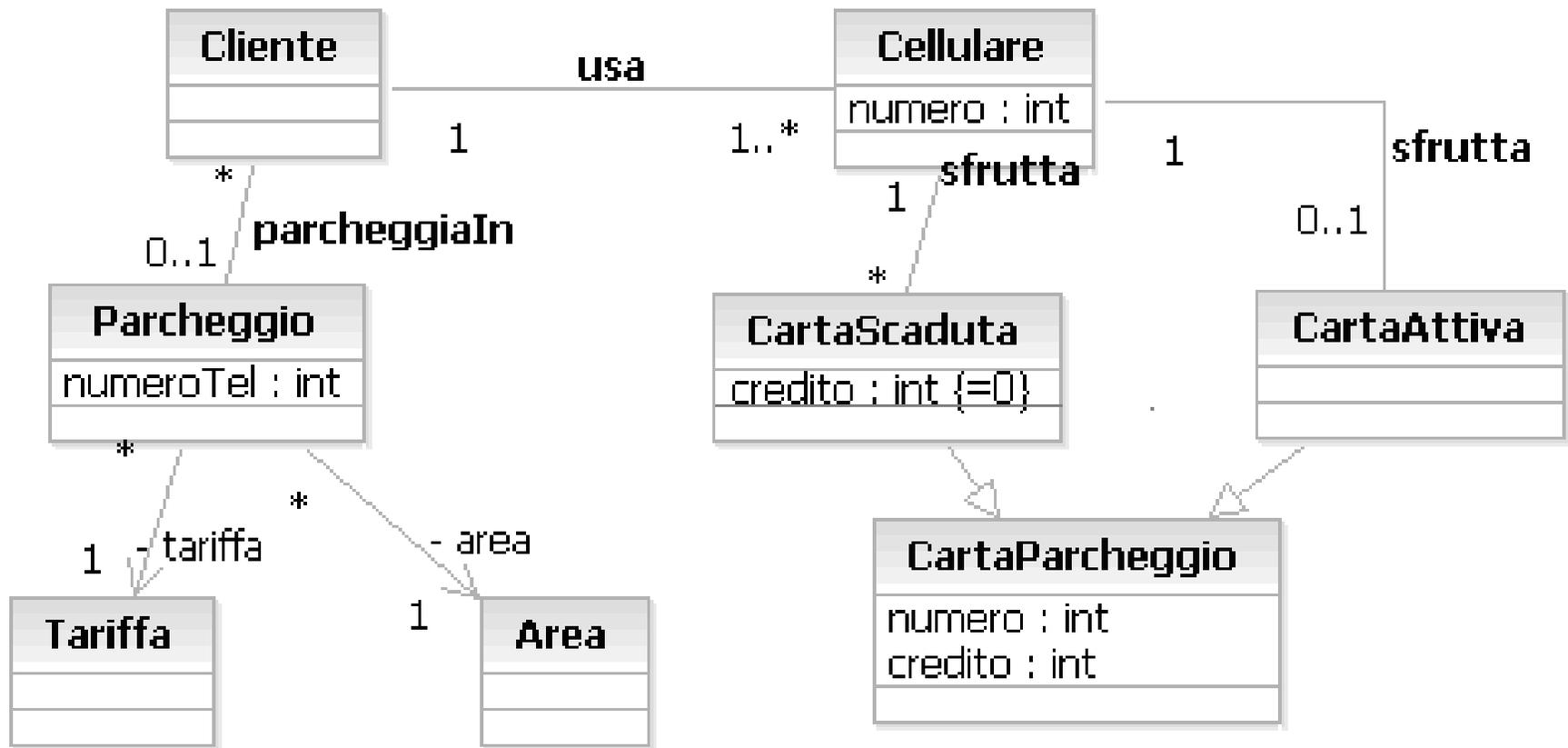
# Ex: MyAir

- Iscriviti al programma e da semplice cliente diventerai un associato MyAir, guadagnando immediatamente un bonus di 5.000 miglia utili.
- Ogni volta che volerai con MyAir le miglia accumulabili del volo saranno sommate alle tue miglia utili, permettendoti di raggiungere in poco tempo le miglia necessarie per richiedere uno dei nostri premi (omaggio biglietti aereo o soggiorni in località da sogno).
- I premi riscossi danno luogo a una diminuzione immediata delle miglia utili. La situazione è aggiornata il 31 dicembre, mantenendo solo le miglia dei voli effettuati negli ultimi 5 anni.
- Inoltre se accumulerai almeno 15.000 miglia (miglia accumulate) sarai promosso dal livello standard al livello argento. Se invece accumulerai almeno 100.000 miglia entrerai a far parte del ristretto numero di associati del livello oro2.
- Tutte le condizioni si riferiscono esclusivamente alle miglia accumulate in un anno. Il passaggio da un livello all'altro è effettuato il 31 dicembre. La permanenza nel livello da un anno all'altro è soggetta al rispetto degli stessi requisiti per entrare nel livello. Il bonus iniziale non concorre al raggiungimento delle miglia richieste per cambiare o mantenere un livello.



# Easy Park

- Soluzione per il pagamento del parcheggio via telefono cellulare.
- 1. Il cliente acquista una Carta Parcheggio prepagata e l'attiva indicando il proprio numero di cellulare. Durante l'attivazione, il sistema trasferisce sulla nuova carta l'eventuale credito residuo su una carta già associata al numero di telefono indicato.
- 2. Il cliente parcheggia ed espone sul cruscotto la Carta Parcheggio. Nel cartellone del Parcheggio verifica qual è il numero di telefono che identifica l'area e la tariffa. Il cliente telefona a questo numero, il cliente è identificato attraverso il proprio numero di telefono cellulare e il sistema attiva il pagamento della sosta.
- 3. Il Controllore controlla l'effettivo pagamento della sosta inserendo il numero della Carta Parcheggio in un applicativo fruibile tramite Pocket PC connesso a internet o Telefono Cellulare.
- 4. Disattivazione della sosta con chiamata via cellulare: l'utente chiama il numero associato al parcheggio, il sistema riconosce l'utente e disattiva il pagamento. Inoltre il sistema comunica vis SMS la disattivazione, la somma pagata, la durata della sosta e il residuo presente sulla Carta Parcheggio.



**Modellare anche sosta, con inizio, fine costo (classe associazione)**