

# UML: Diagramma delle classi; Diagramma degli oggetti

Roberta Gori, Laura Semini  
Ingegneria del Software  
Dipartimento di Informatica  
Università di Pisa

# Riassunto lezione precedente

## Outline della lezione

- Lezioni precedente:
  - Diagramma dei casi d'uso
- Questa lezione e le prossima
  - Descrizione del dominio
- In particolare in questa lezione: diagramma delle classi e degli oggetti
  - 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

# Classificatori e istanze

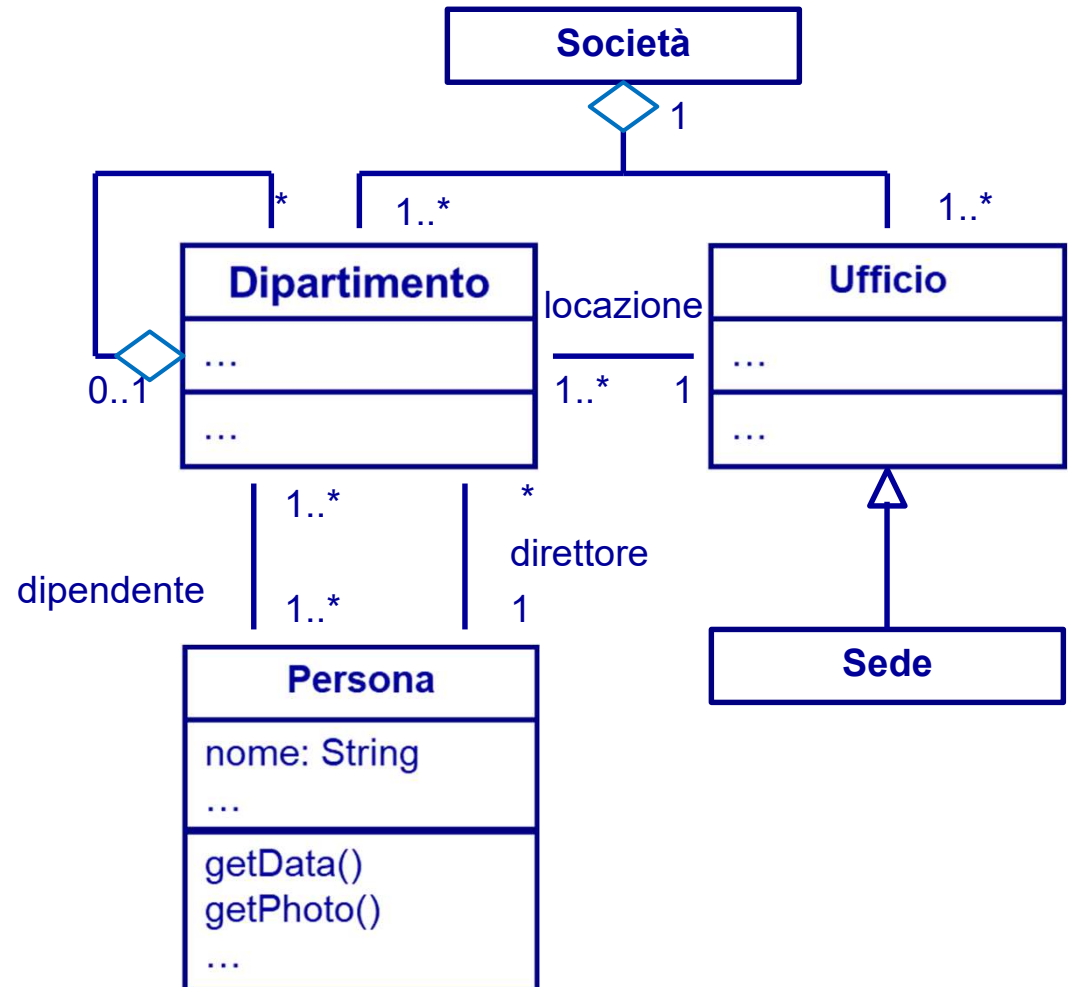
- Le classi sono classificatori
- Gli oggetti sono istanze
- Modellare a livello dei classificatori significa vincolare i modelli a livello di istanza

# 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
- I diagrammi delle classi mostrano anche le proprietà e le operazioni di una classe

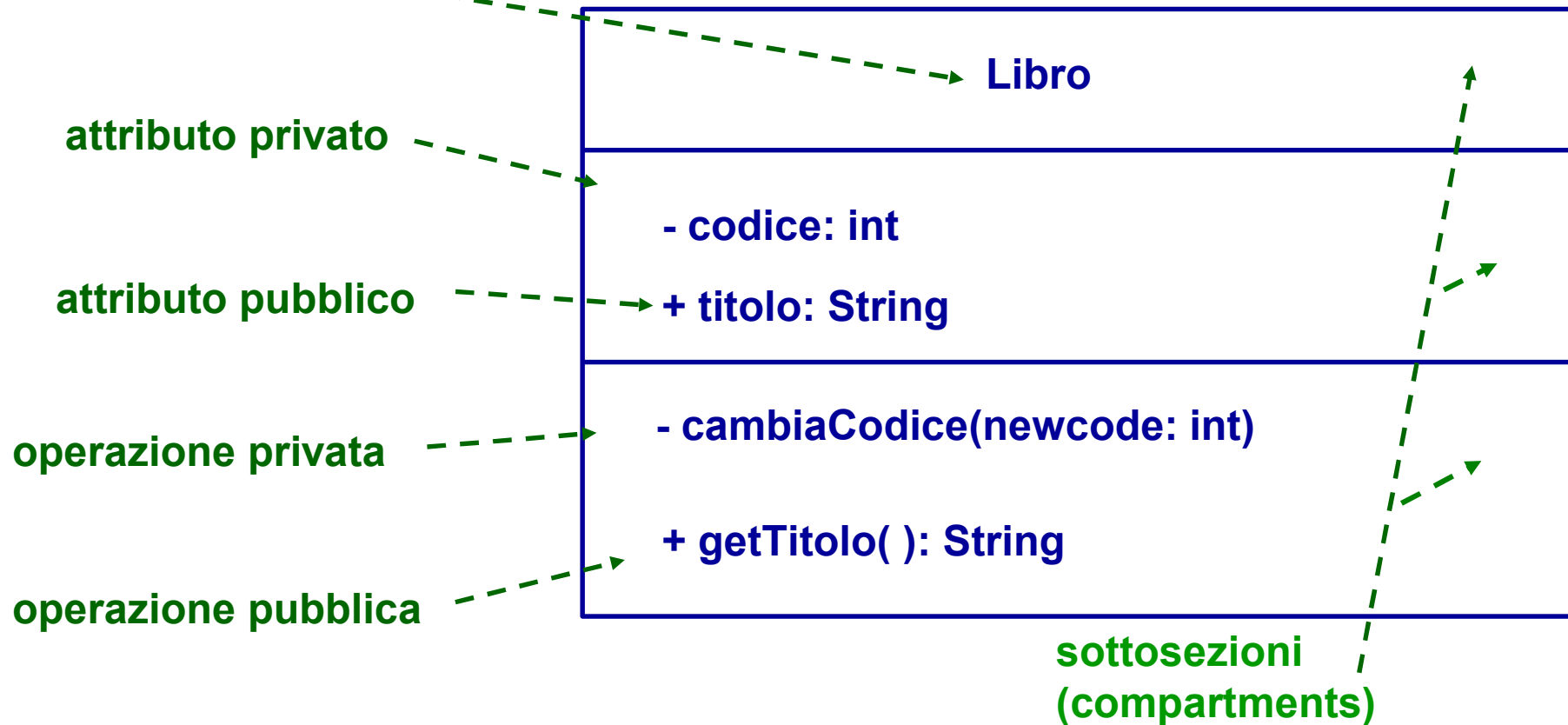
# Esempio: classi

- 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



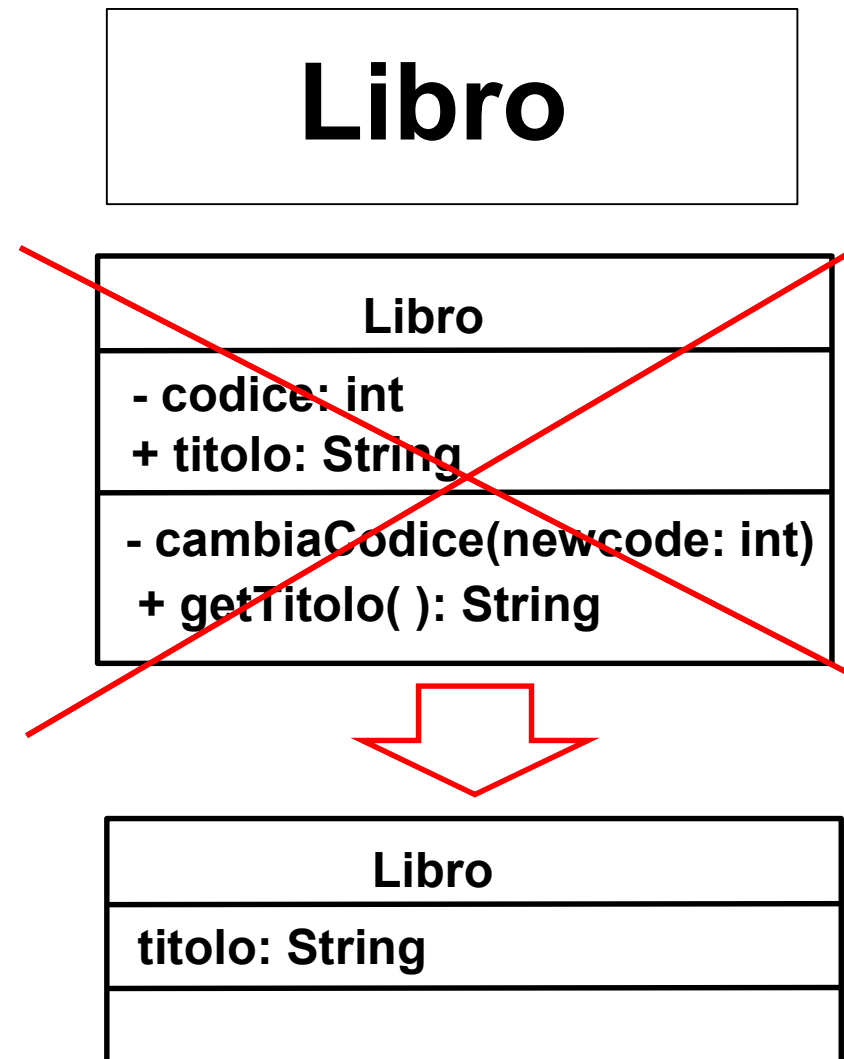
# Sintassi della classe

nome (maiuscolo e sempre al singolare)



# Non è obbligatorio indicare attributi e operazioni

- Attributi e operazioni possono essere omessi
- Per esempio 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
  - gli attributi utili per caratterizzare l'elemento del dominio si specificano, dettagli implementativi no
  - Le visibilità no





# 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

# Sintassi attributi

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

*obbligatorio solo il nome*

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

molteplicità:

per indicare array di valori

colore: Integer [3]

*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}	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 {proprietà}

*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

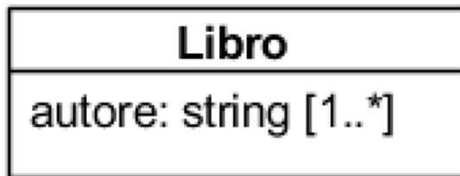
come sopra, con 10 valore di default del secondo parametro

- gra () : Gra

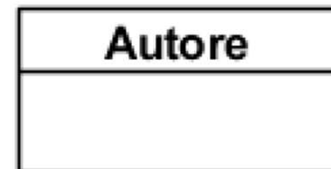
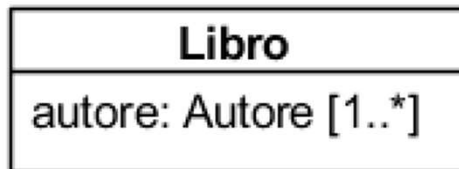
metodo privato che restituisce un oggetto di tipo Gra

# Cosa va modellato con una classe...

- autore come attributo

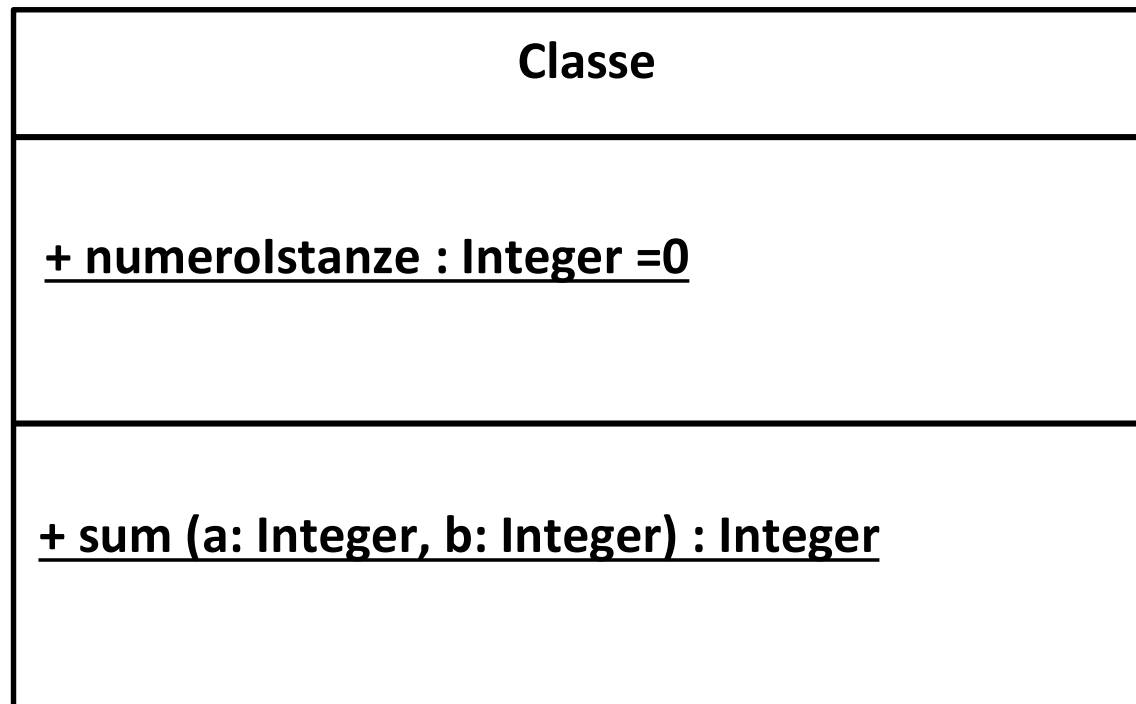


- vs autore come classe



# attributi e operazioni con ambito di classe (statici)

## ■ sottolineati





# Esempio

class attribute

instance attribute

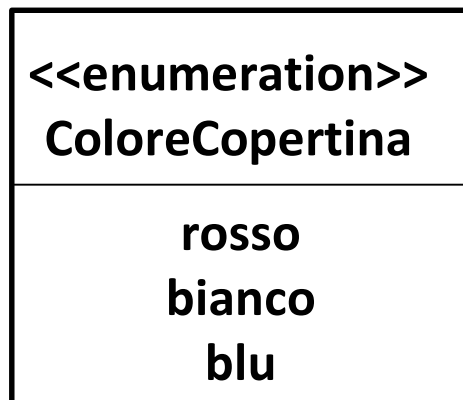
class operation

instance operation

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

# Enumerazioni

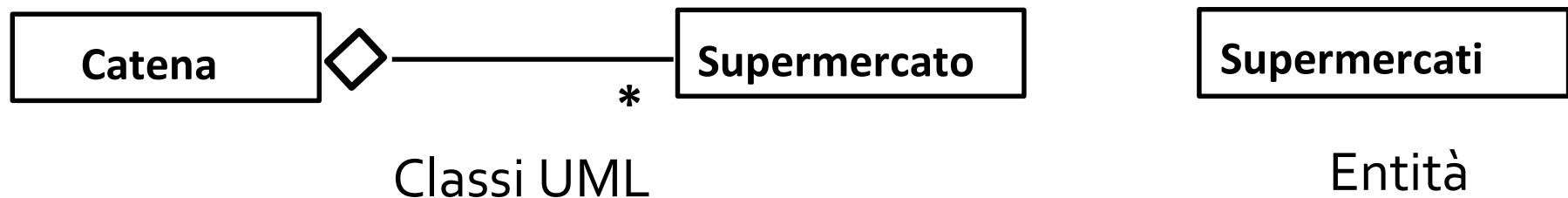
- Le enumerazioni sono usate per specificare un insieme di valori prefissati che non hanno altre proprietà oltre al loro valore simbolico
  - Si usano quando un attributo può assumere solo un insieme prefissato di valori
- In UML sono rappresentate da classi
  - etichettate dallo stereotipo <<enumeration>> (vedremo più avanti cosa è esattamente uno stereotipo, per il momento pensate a una keyword)
  - 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*

# 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:



# Relazioni

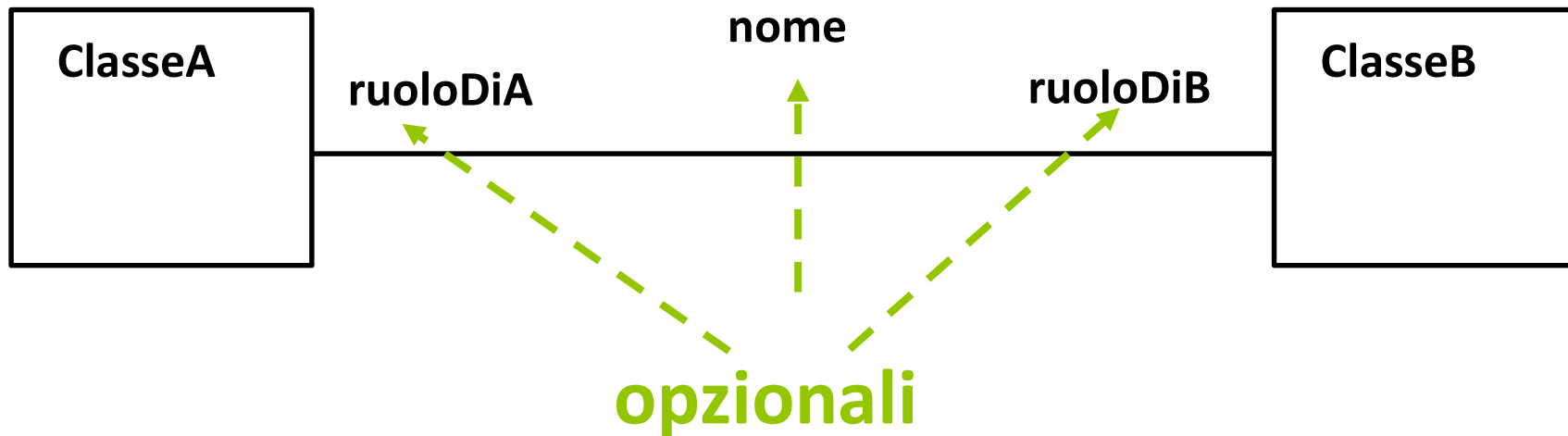
- Una relazione rappresenta un legame
  - tra due o più oggetti
  - normalmente istanze di classi diverse

# Relazioni

- Tra elementi di un modello
- Vedremo le seguenti:

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

# Associazione (binaria): sintassi

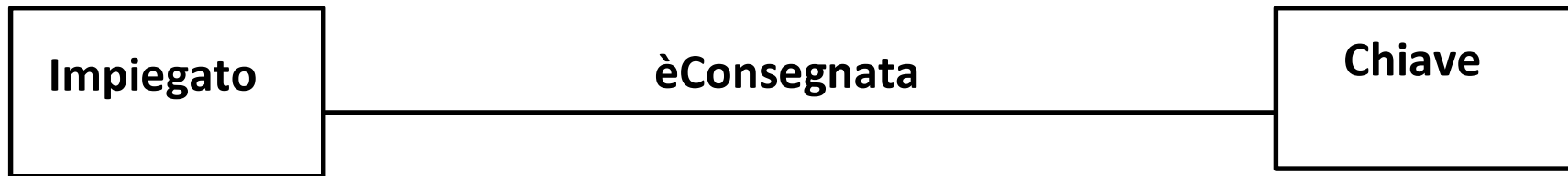


- Una linea retta tra le classi
- Almeno uno tra nome o ruoli, raramente entrambi.
  - Servono a caratterizzare la relazione

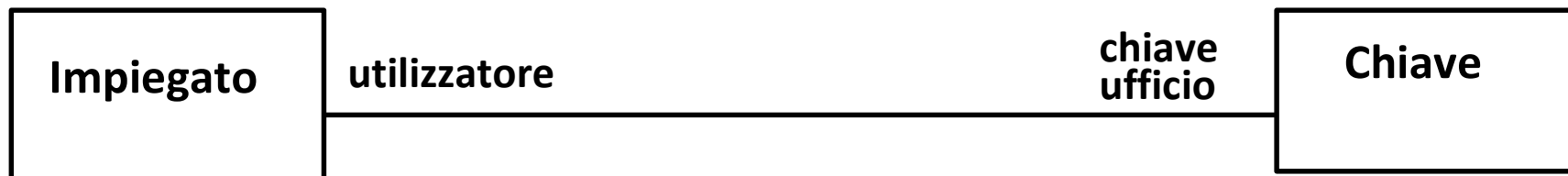
# Associazione (binaria): nome e ruoli

- nome e ruoli: lowercase
- nome associazione: normalmente un verbo
- ruolo: normalmente un sostantivo
- Formalmente opzionali,
  - è utile ci sia o il nome dell'associazione o l'indicazione dei ruoli
  - inutile entrambi

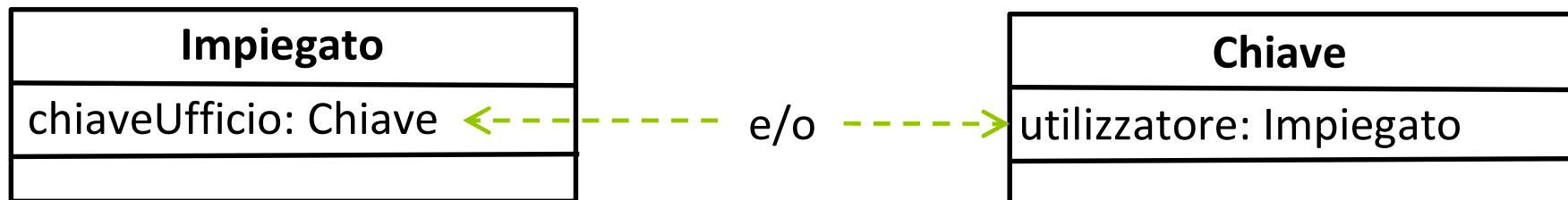
# Associazione (binaria): esempio



- Se  $i$  è un Impiegato, e  $c$  una Chiave,  $c$  è stata consegnata ad  $i$

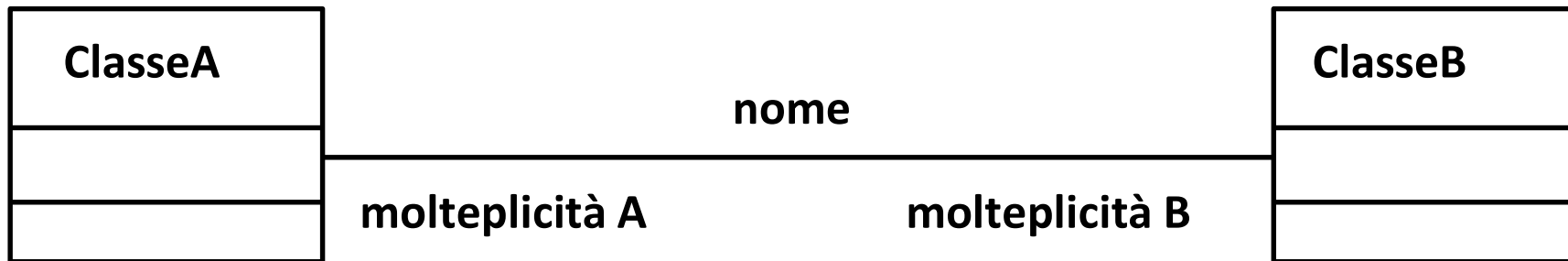


- Si esplicitano i ruoli degli oggetti nella relazione
  - $c$  è la chiave dell'ufficio di  $i$
  - $i$  ne è l'utilizzatore
- Quando si trasforma il modello in codice:





# Associazioni: vincoli di molteplicità



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

# Molteplicità delle relazioni

- Le molteplicità si possono definire indicando gli estremi inferiore e superiore di un intervallo
  - Esempio  $2..4$  per i partecipanti a una partita a canasta
- 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

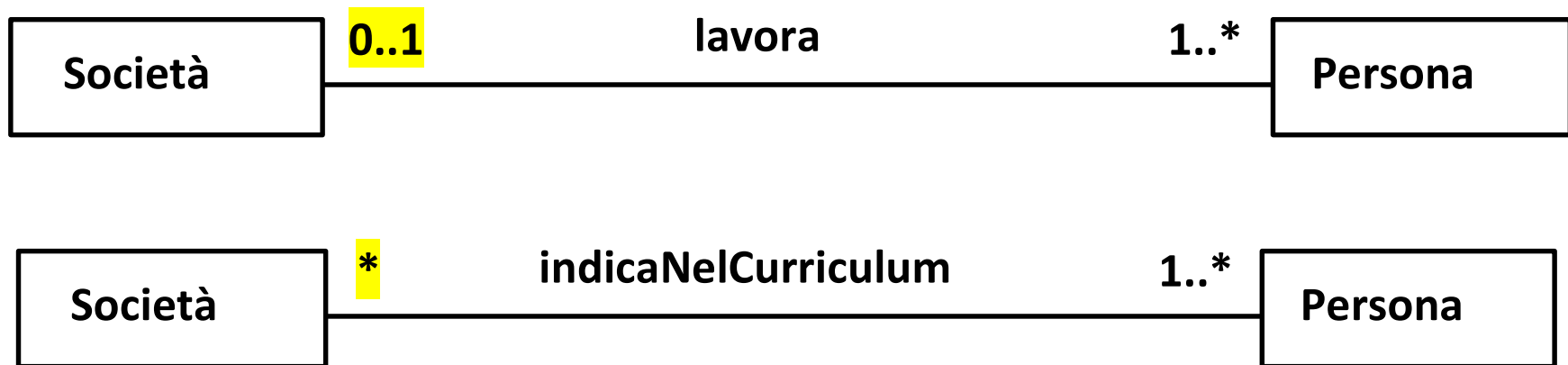
# Molteplicità, un esempio



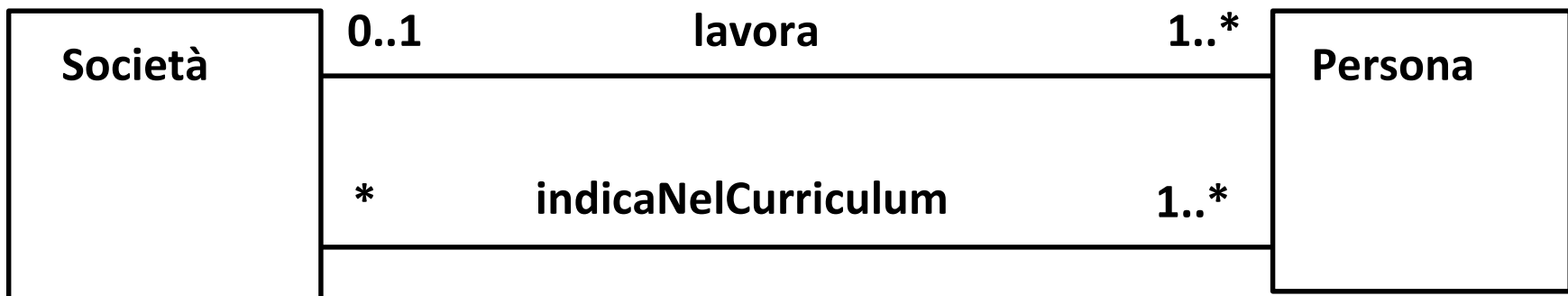
- Un oggetto Società può essere in relazione con molti oggetti Lavoratore
- Un oggetto Lavoratore può essere in relazione con un solo oggetto Società

**in un dato istante**

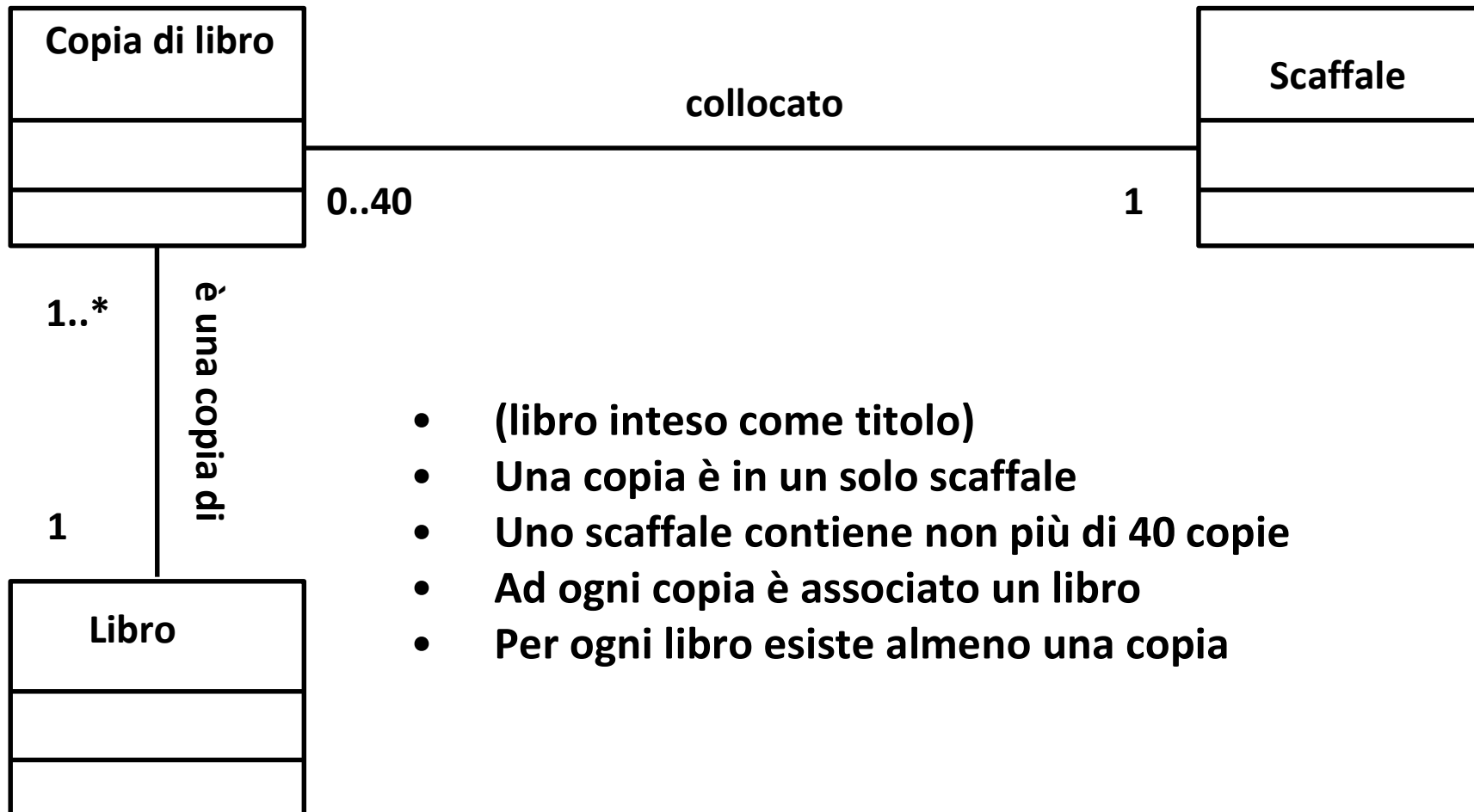
# La molteplicità è legata al nome dell'associazione



Si possono anche avere più associazioni tra due classi



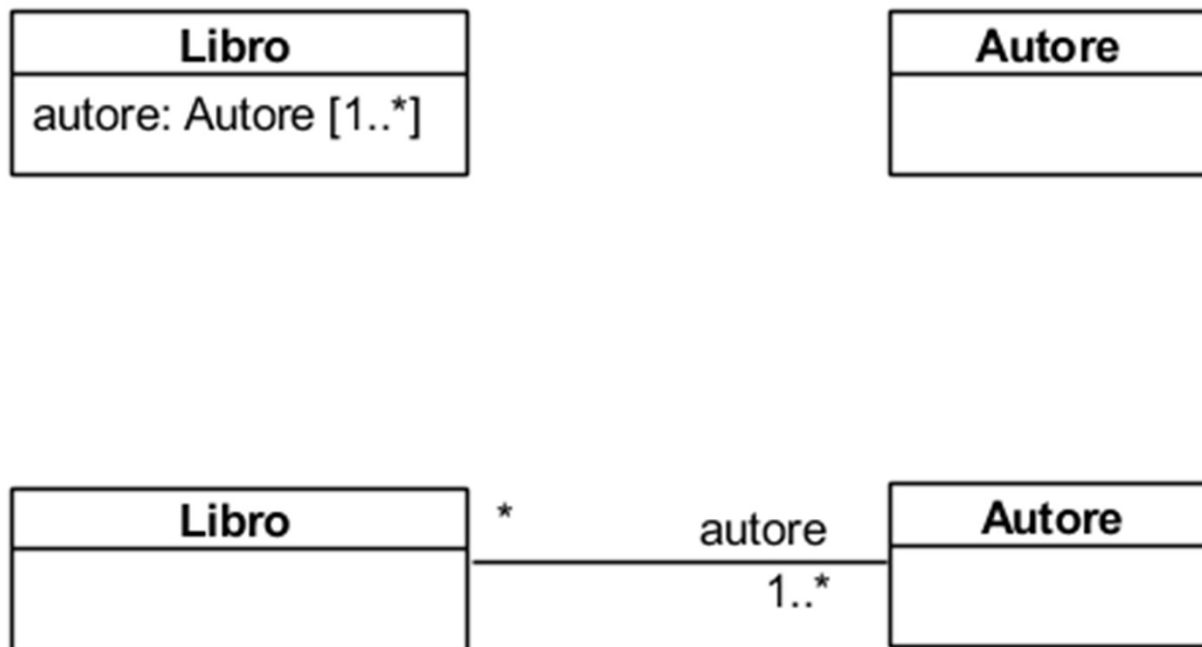
# Molteplicità: esempio



- (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 e attributi

- Altro modo per rappresentare una proprietà



# Associazioni riflesse

- In questo caso è fondamentale indicare il ruolo

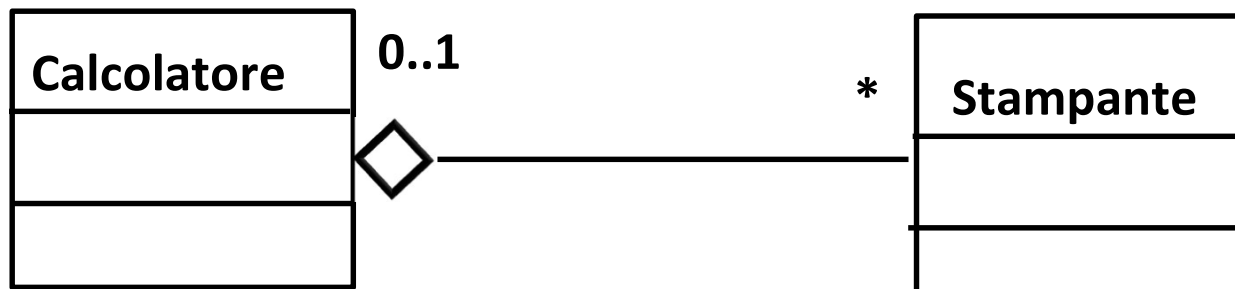


# Aggregazione e Composizione

- Aggregazione e Composizione sono tipi particolari di associazione (un raffinamento)
  - entrambe specificano che un oggetto di una classe è **una parte** di un oggetto di un'altra classe
- Aggregazione → relazione tra oggetti poco forte  
es. calcolatore con le periferiche
- Composizione → relazione tra oggetti forte  
es. albero e le sue foglie



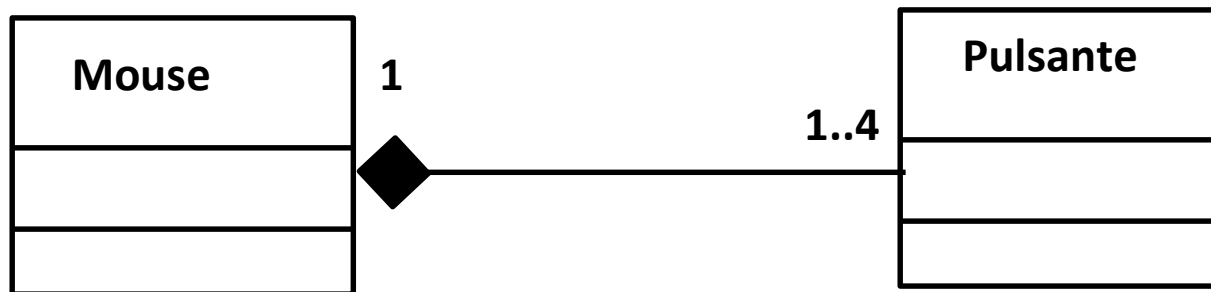
# Sintassi dell'aggregazione



**L'aggregazione è una relazione del tipo tutto-parte**

- La stampante nel tempo può essere collegata a calcolatori diversi
- La stampante esiste anche senza calcolatore

# Sintassi della composizione

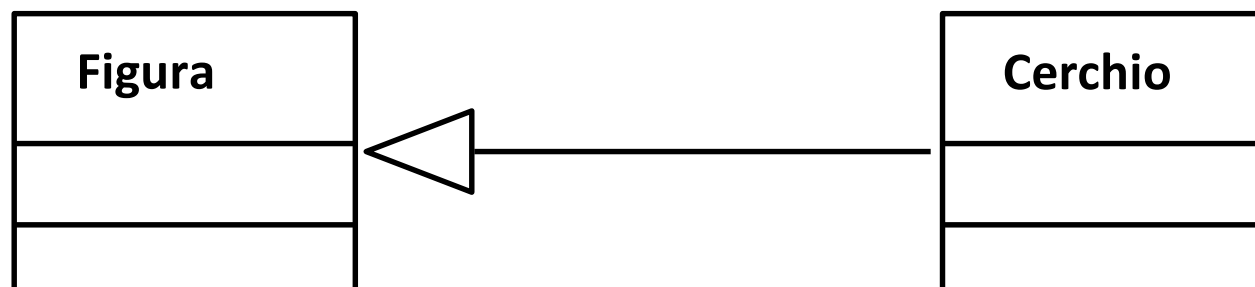


Una composizione è una forma di associazione più forte dell'aggregazione

**le parti non hanno senso senza il tutto**  
**una parte appartiene ad un solo tutto**

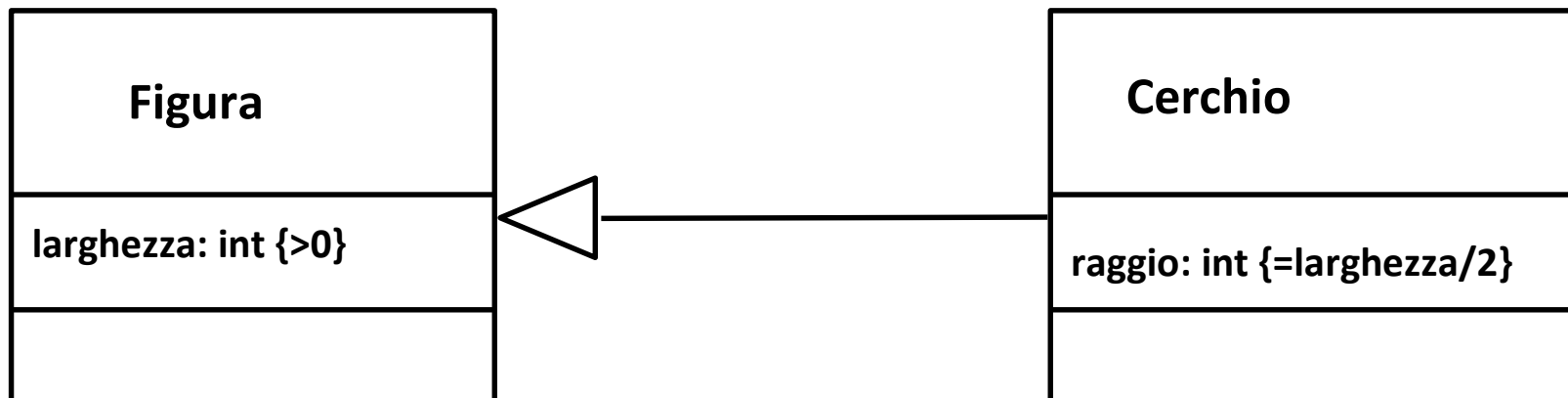
# Generalizzazione

- 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



# Dipendenze

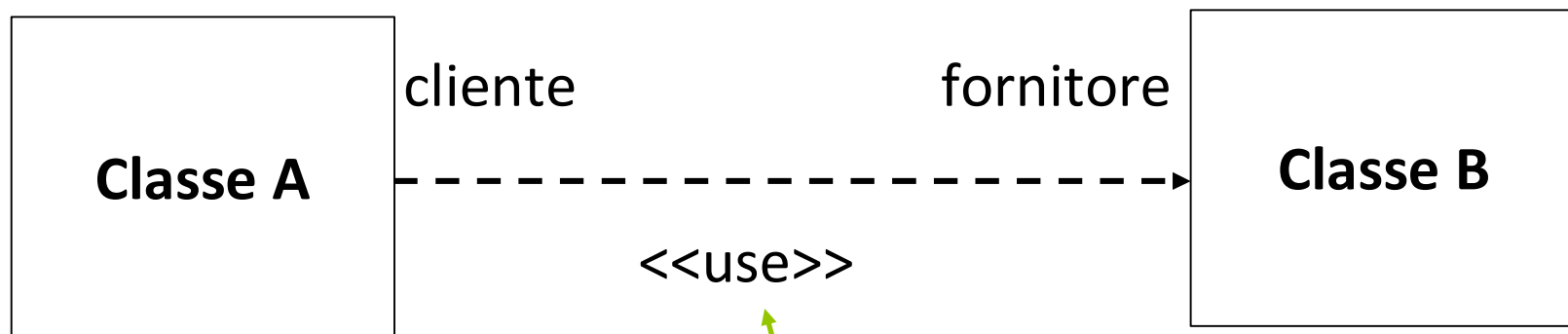
- Una relazione in cui le classi hanno ruolo di cliente e fornitore
  - Il cliente dipende dal fornitore



- una modifica nel fornitore può influenzare il cliente

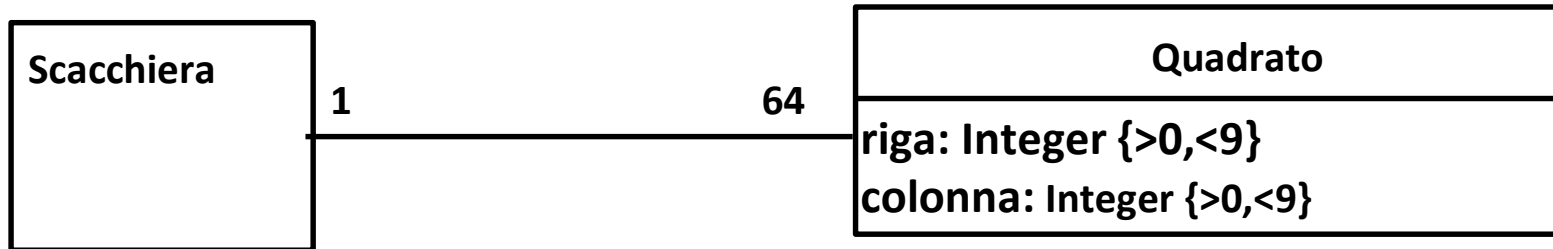
# Dipendenza d'uso: esempi

- 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



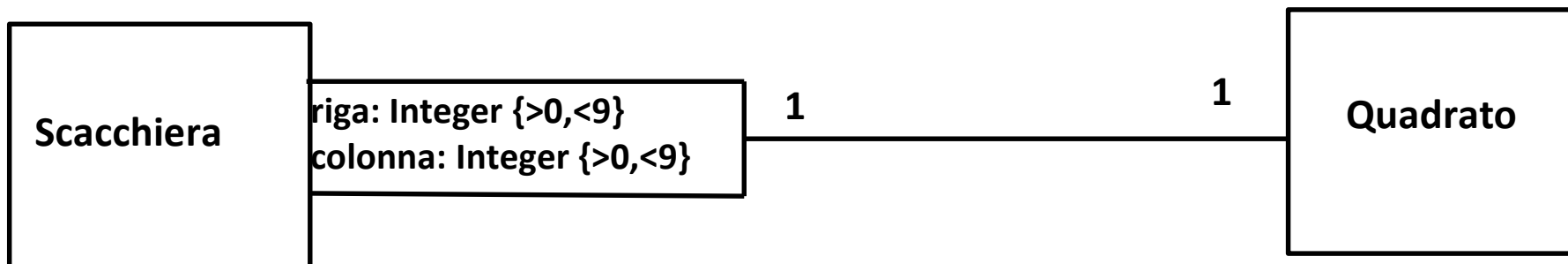
in caso di creazione si usa <<create>> invece di <<use>>

# Associazioni qualificate

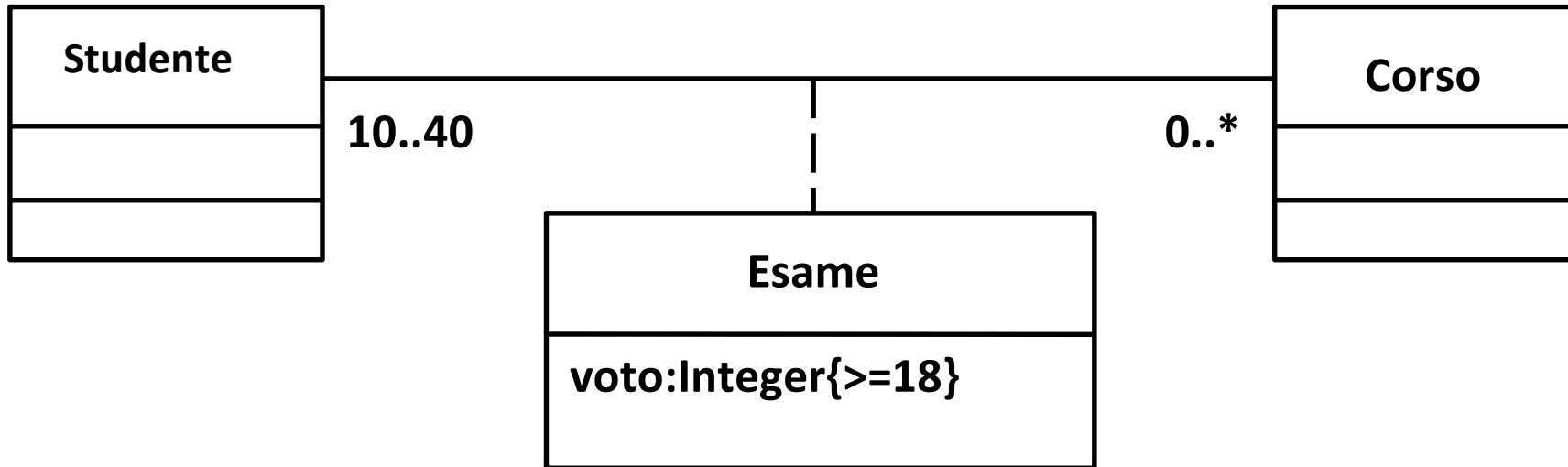


Le associazioni qualificate riducono un'associazione \* a molti ad un'associazione \* a 1 specificando un unico oggetto scelto nell'insieme destinazione (specificandone una chiave).

La combinazione riga,colonna specifica un unico destinatario



# Classi associazione

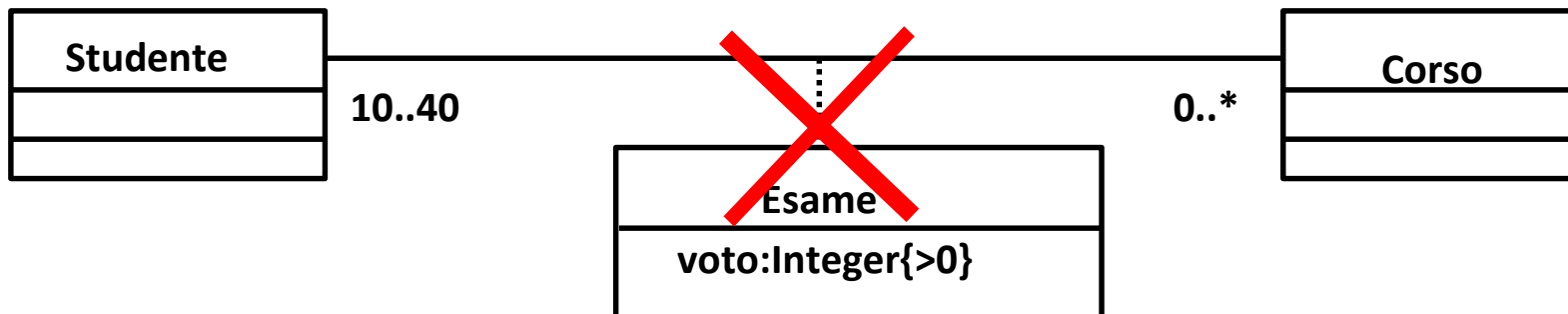


- Un'associazione può avere attributi propri, rappresentati con una classe associazione.
- Le istanze sono collegamenti con attributi propri.
- Voto non è attributo né di Corso né di Studente

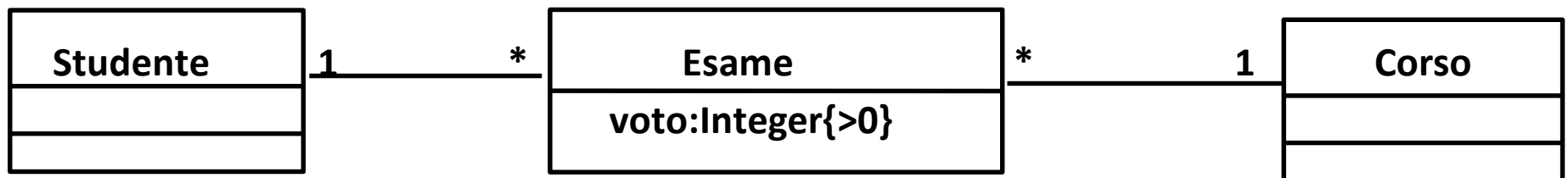


# Classi associazione (2)

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

- Quali sono le classi
- Tecniche per individuarle
  - Nome-verbo

# 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

# 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 ( $\geq 3$ )
- Coesione e disaccoppiamento
  - Tenere responsabilità simili in una classe
  - Limitare interdipendenze tra classi

# 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!

# Identificazione delle classi

- Problema classico delle prime fasi di sviluppo
- Approccio data driven
  - Si identificano tutti i dati del sistema e si dividono in classi (ad esempio mediante identificazione dei sostantivi)
- Approccio responsibility driven
  - 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 prenotazione di una compagnia di viaggi si potrebbe parlare di prenotazione, richiesta, ma tralasciare il termine ordine



# 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

Ruolo

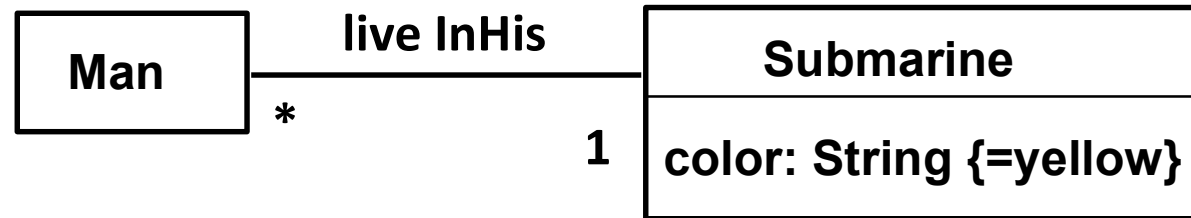
Chiave

Stanza

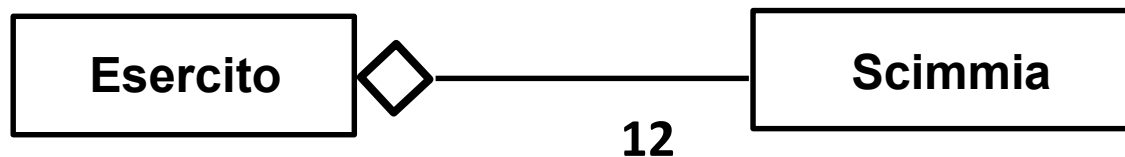
DirittiDiAccesso

# Esempi

- We all live in our yellow submarine

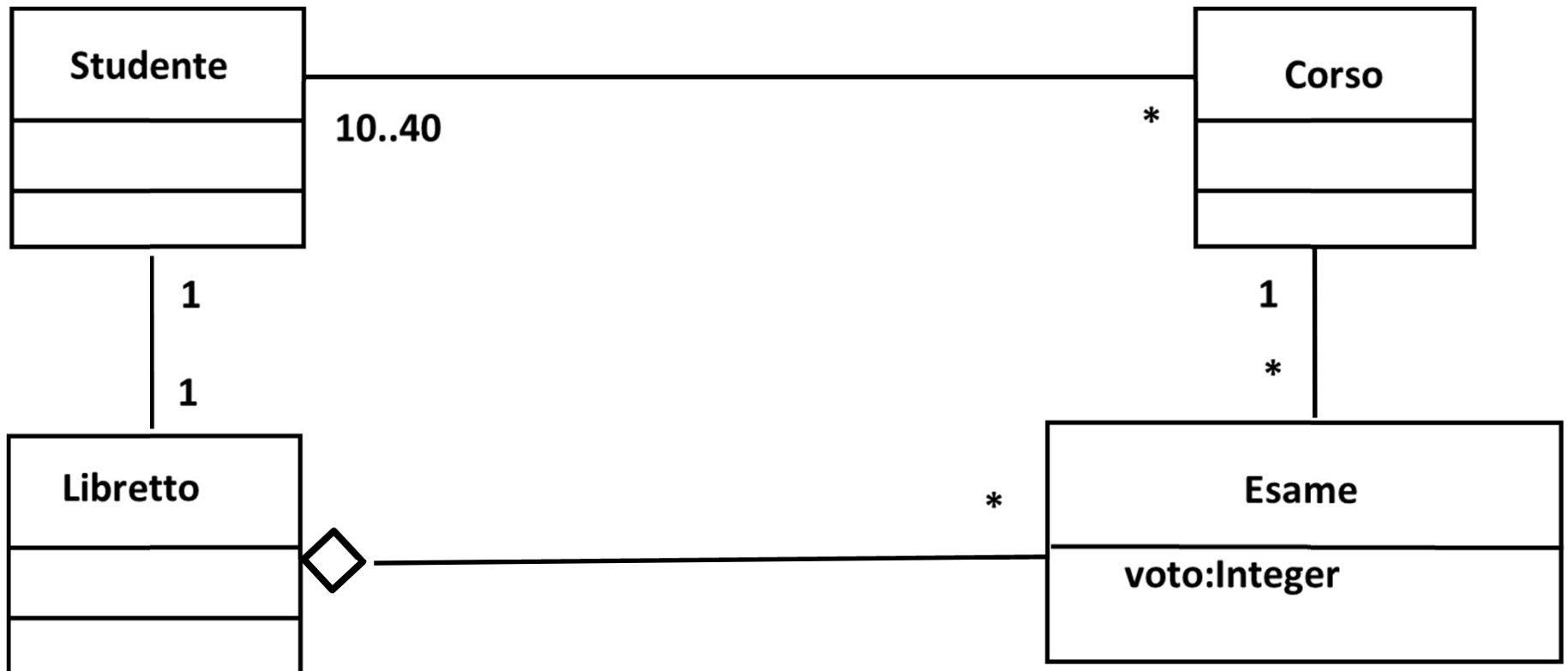


- L'esercito delle 12 scimmie



# Esempio

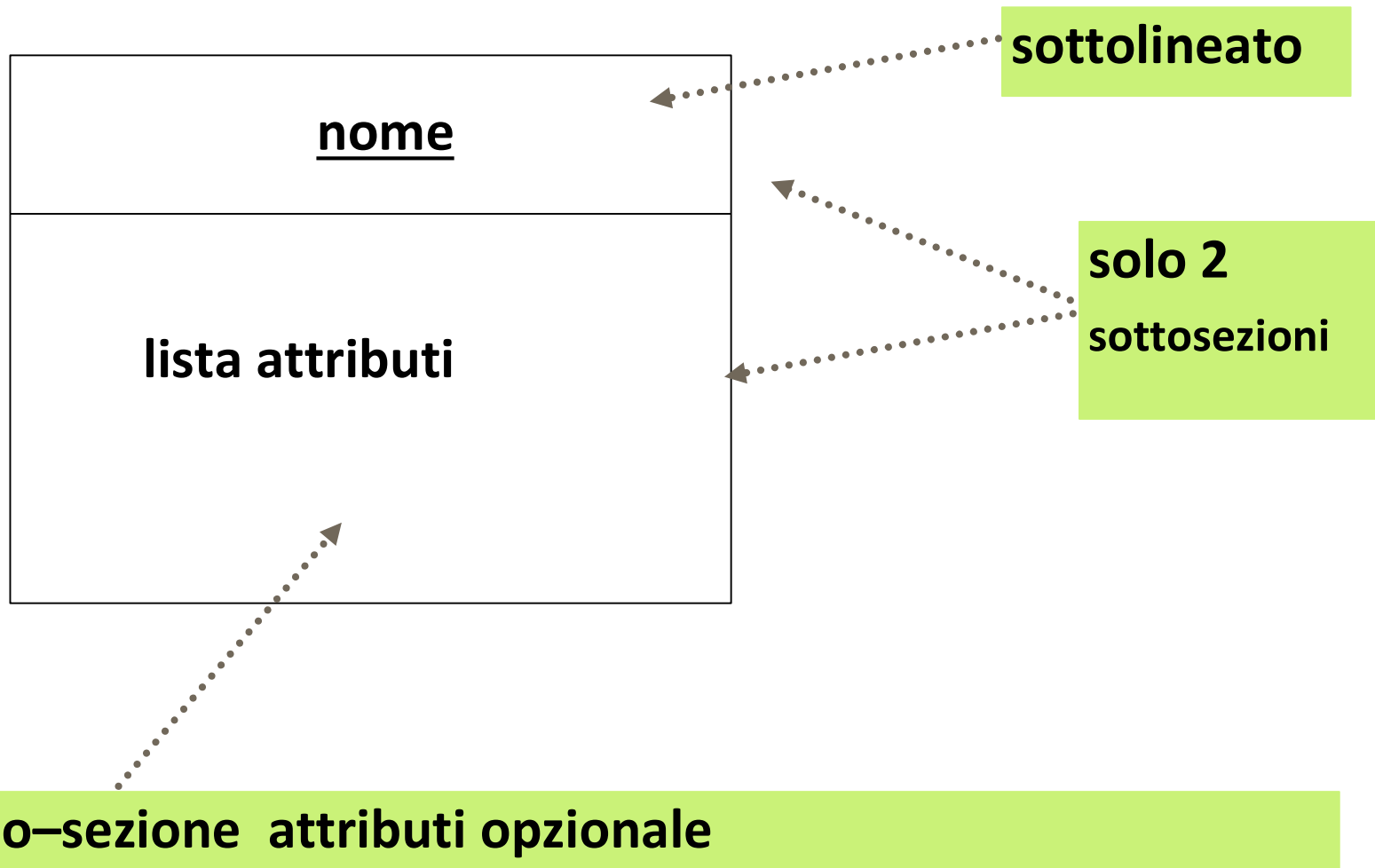
- Studente, Libretto, Esame, Corso



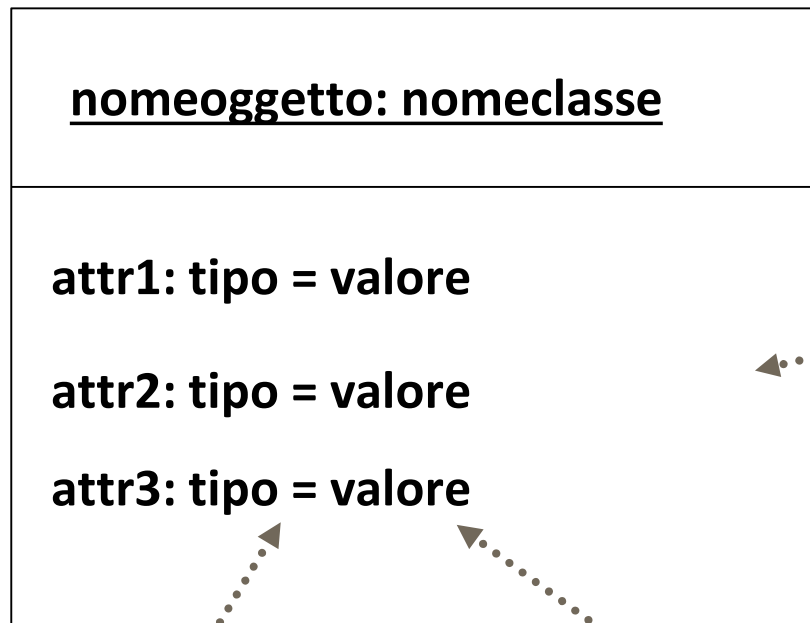
# Diagrammi degli oggetti

- 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**

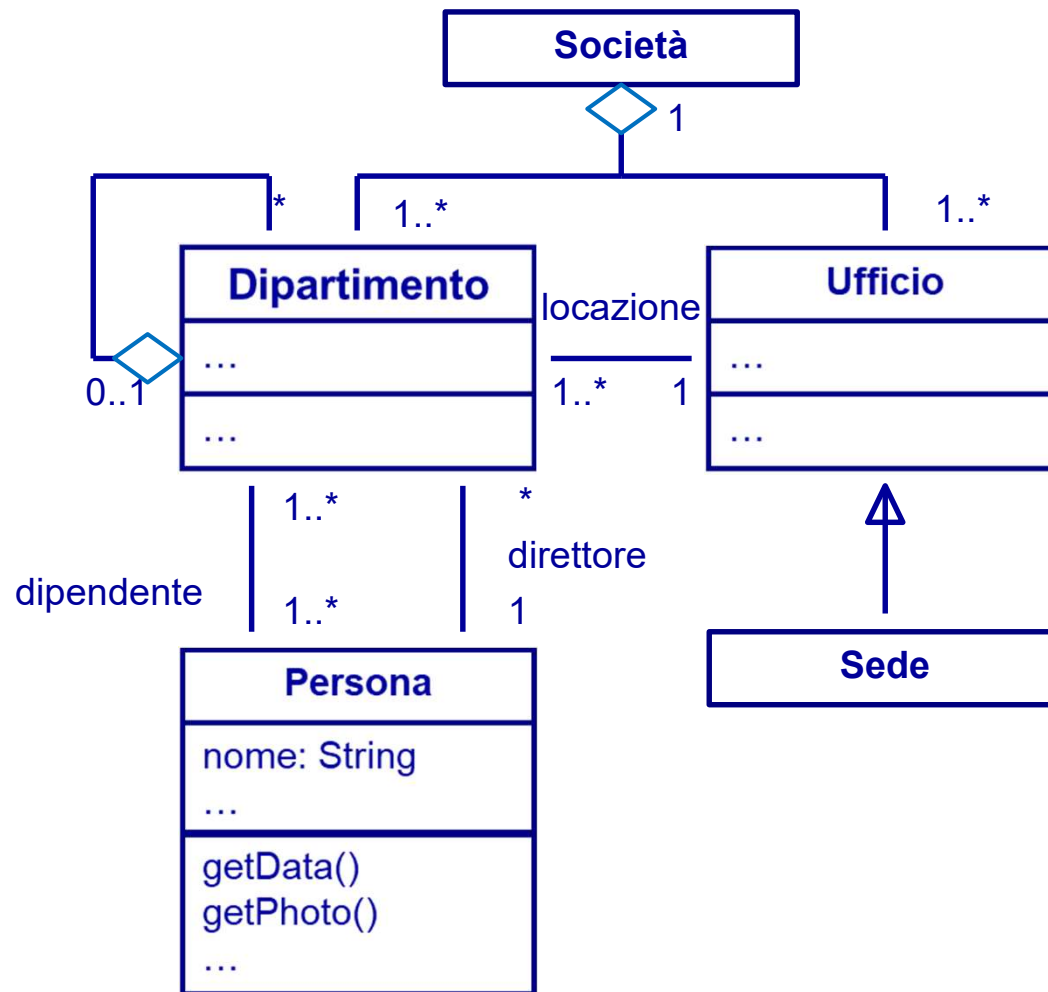
**Il tipo è ridondante ed è consigliato ometterlo**

# 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

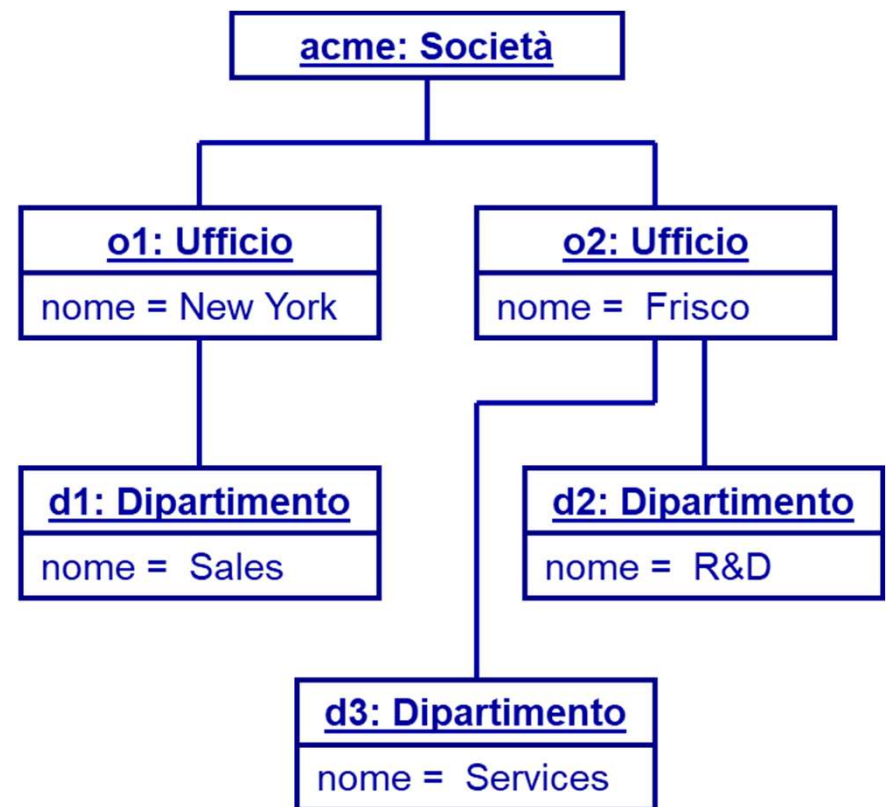


# Esempio: classi

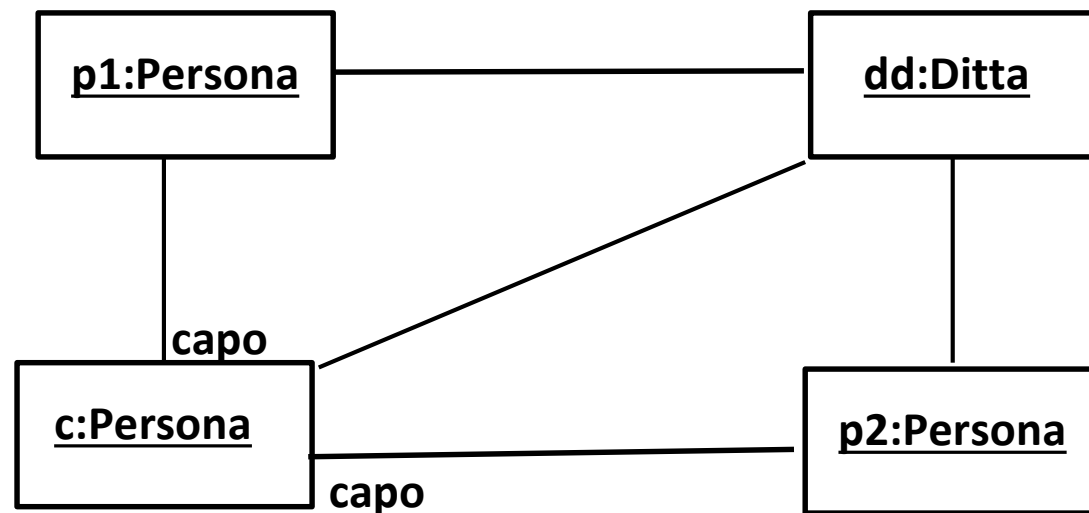
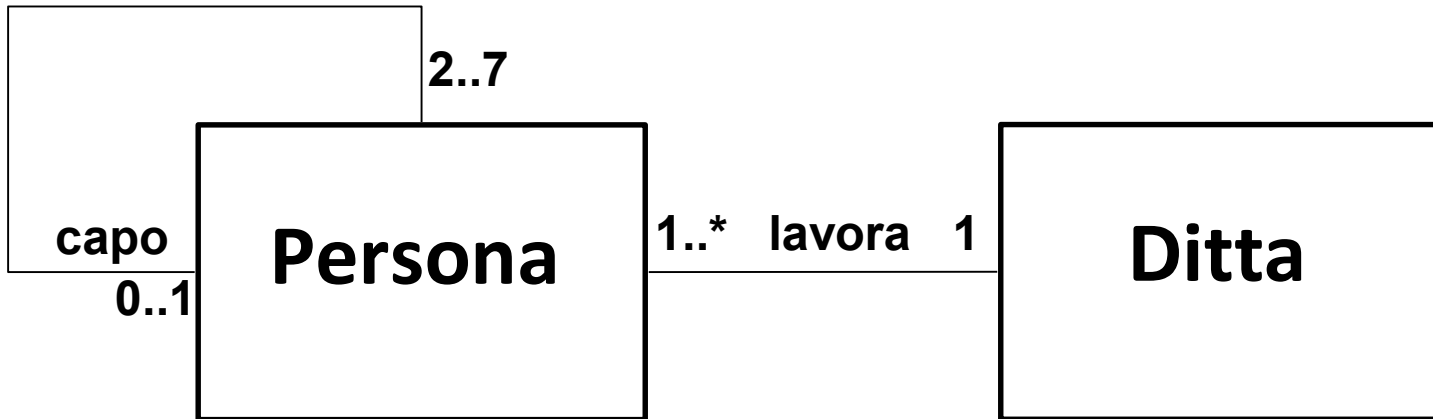


# Esempio: oggetti

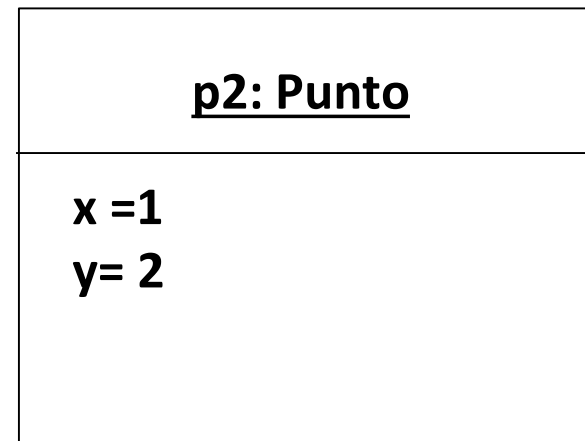
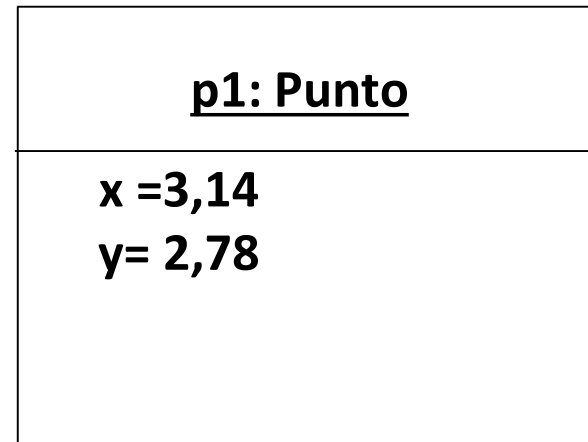
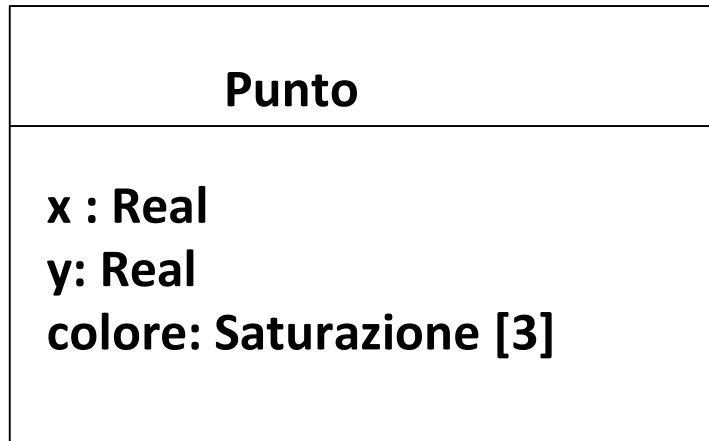
- Una società reale, ACME
- Ha due Uffici
- Il dipartimento vendite è a New York
- I dipartimenti Ricerca&Sviluppo e Servizi sono a San Francisco



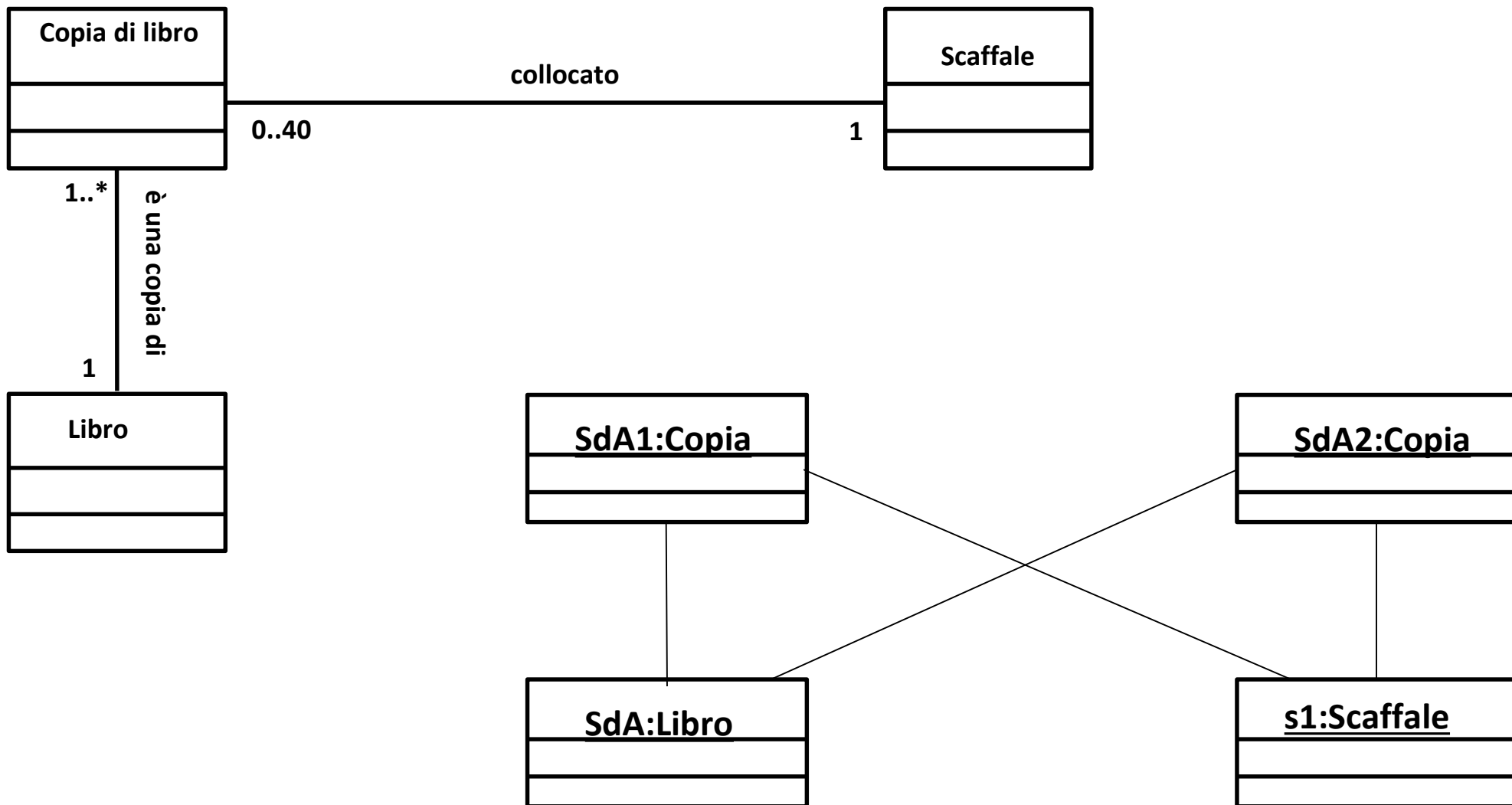
# Esempio di istanza di classi legate da associazione riflessiva



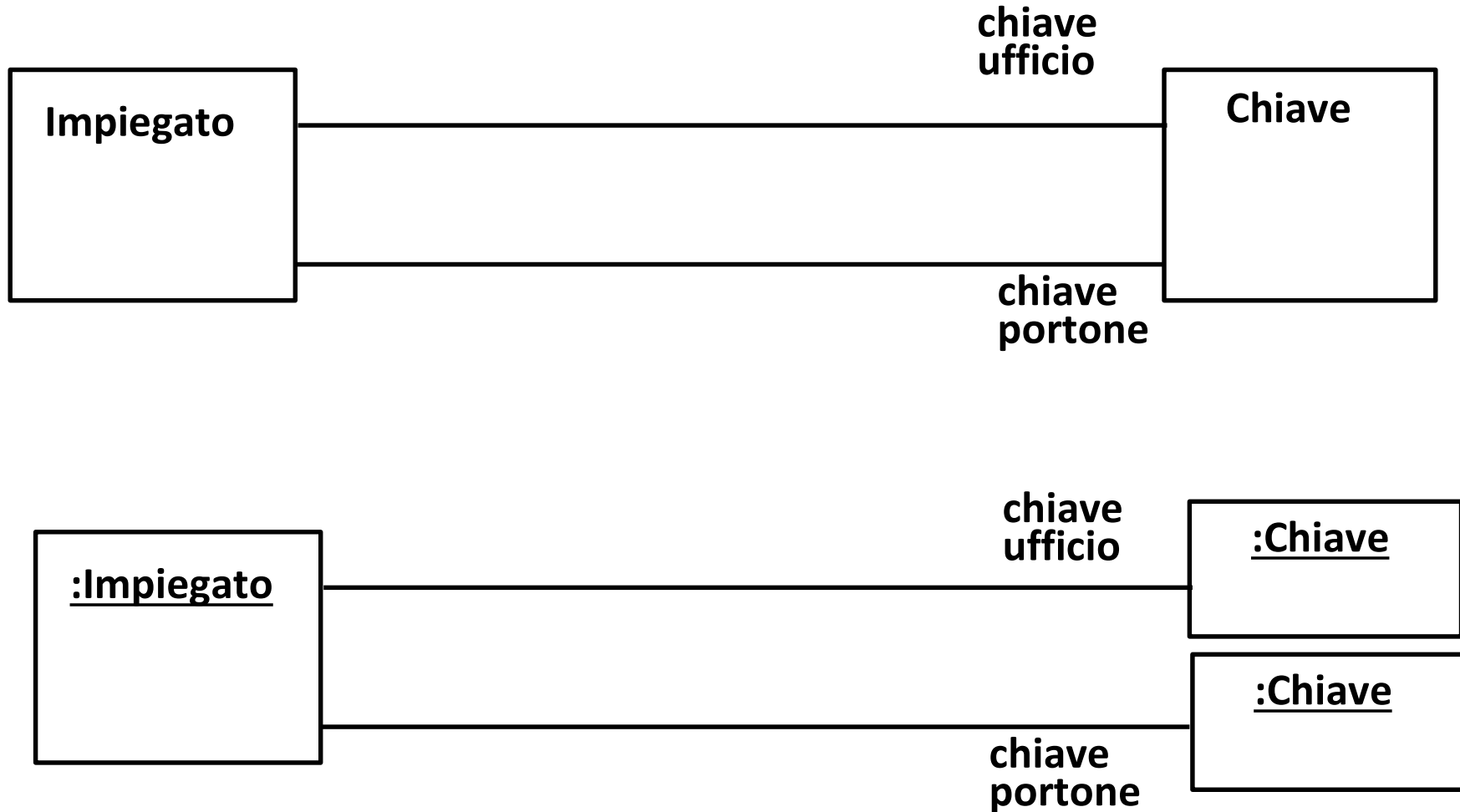
# Classi e Oggetti



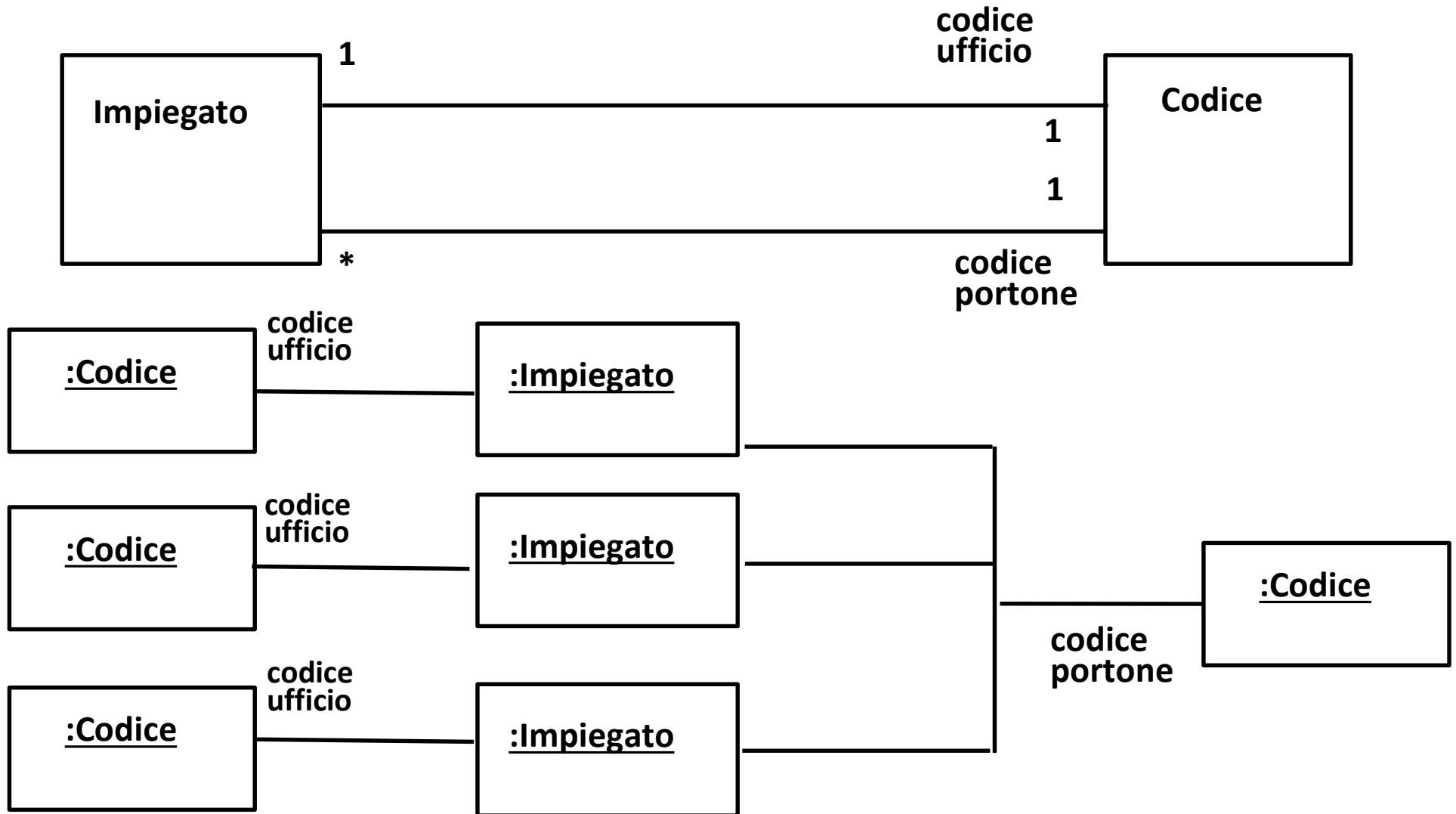
# Esempio



# Associazione: caso particolare ruoli importanti

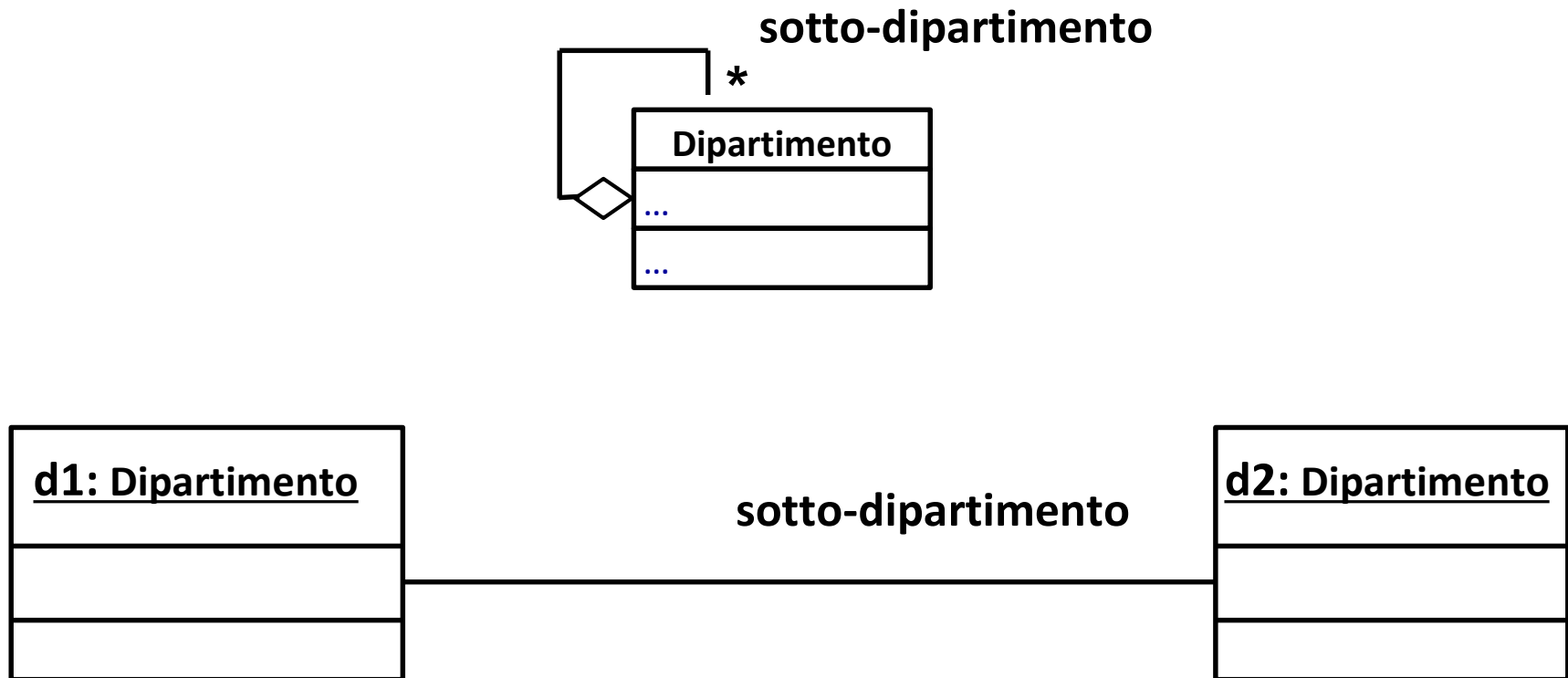


# Molteplicità: esempio



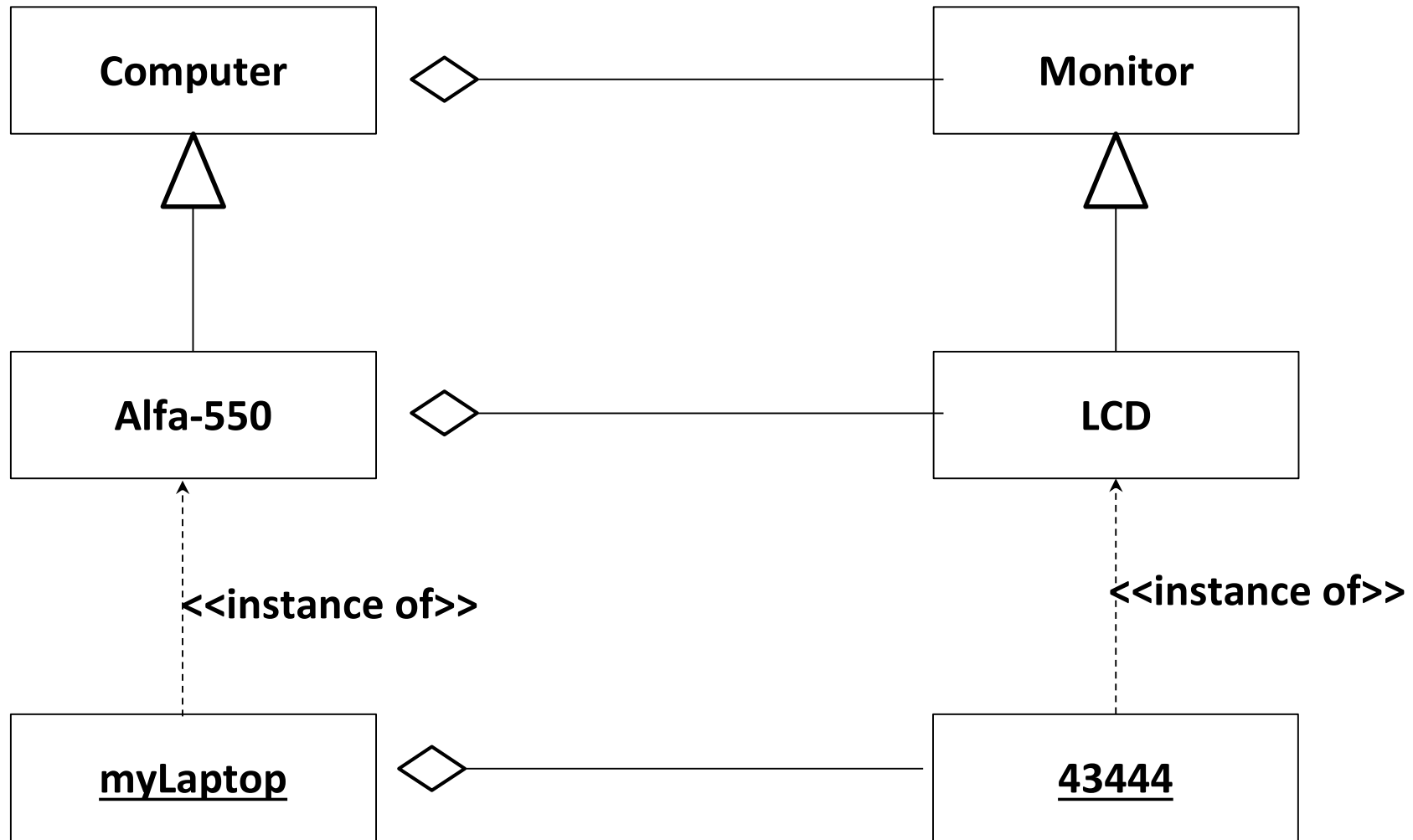
# Ruoli e aggregazione: un caso speciale

- Nel diagramma delle classi





# Un esempio con generalizzazione, istanza e aggregazione

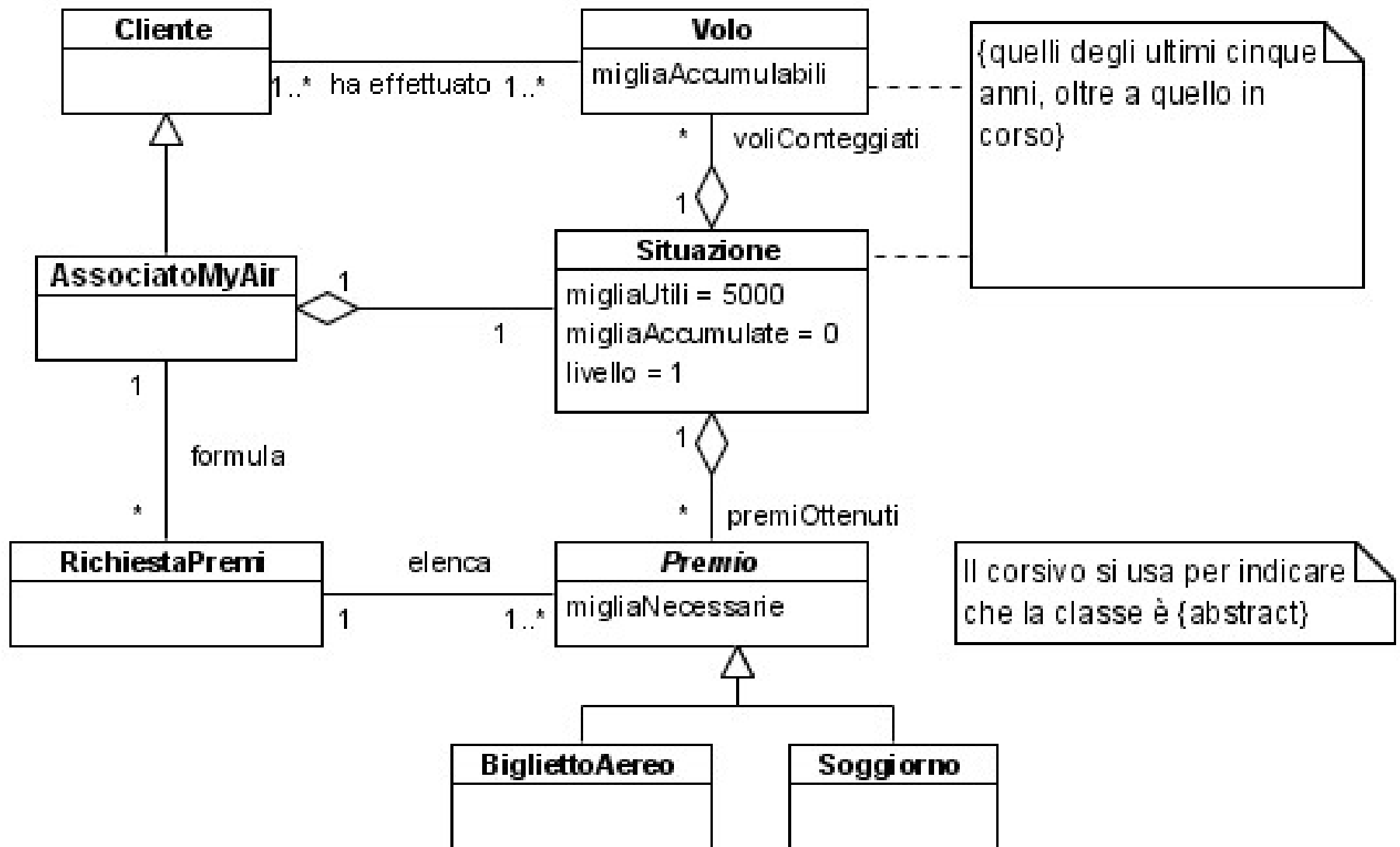


# Syllabus

- UML@ Classroom, capitolo 4

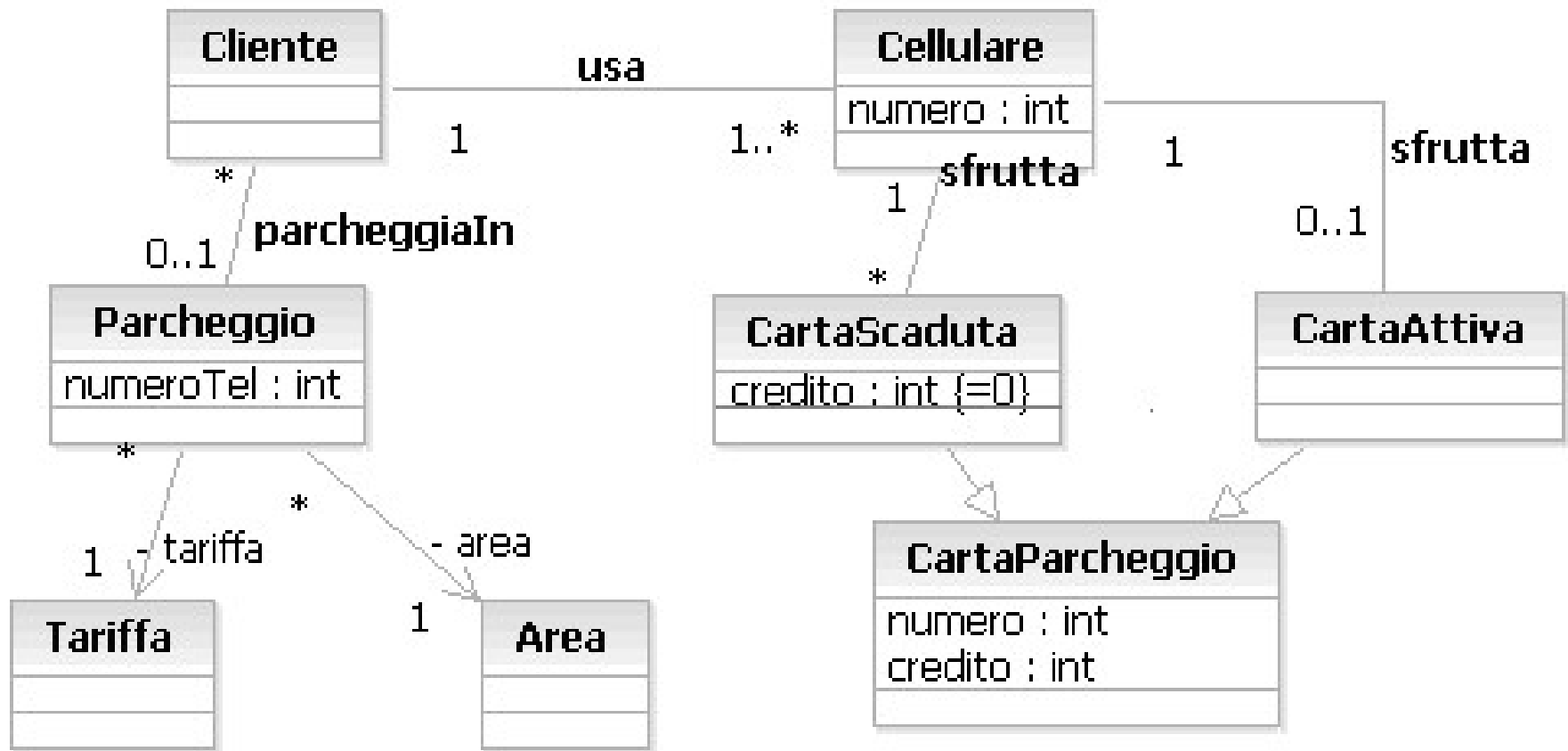
# Ex: MyAir

- 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)**