

Il Modello Entity-Relationship

Sistemi Informativi L

Corso di Laurea in Ingegneria dei Processi Gestionali
A.A. 2003/2004

Docente: Prof. Wilma Penzo



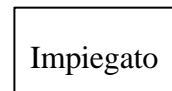
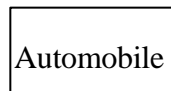
Modello Entity-Relationship

- Uno “standard de facto” per la progettazione concettuale
- Ha una rappresentazione grafica
- Esistono molti dialetti E/R, che spesso si differenziano solo per la notazione grafica adottata

- Concetti fondamentali:
 - Entità (entity)
 - Associazione (relationship)
 - Attributo
- e inoltre:
 - Vincolo di cardinalità
 - Identificatore
 - Gerarchia

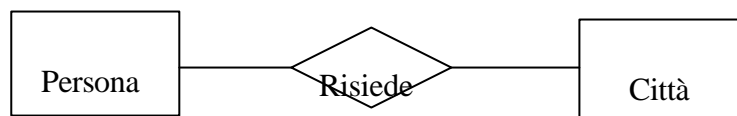
Entità

- **Insieme (classe) di oggetti** della realtà di interesse che possiedono caratteristiche comuni (es. persone, automobili, ...) e che hanno esistenza “autonoma”
- L'**istanza** (elemento) di un'entità è uno **specifico oggetto** appartenente a quella entità (es. io, la mia auto, ...)
- Graficamente un'entità si rappresenta con un rettangolo:



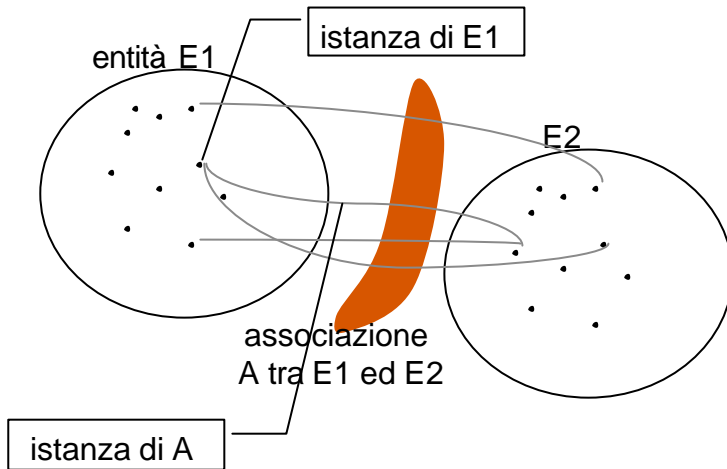
Associazione

- Rappresenta un **legame logico tra entità**, rilevante nella realtà che si sta considerando
- **Istanza di associazione**: combinazione (aggregazione) di istanze delle entità che prendono parte all'associazione
- Graficamente un'associazione si rappresenta con un rombo:



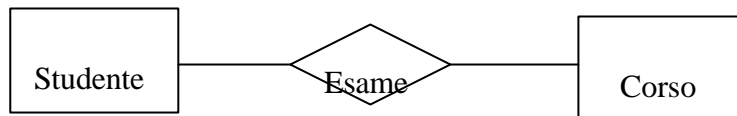
- Se p è un'istanza di Persona e c è un'istanza di Città, la coppia (p, c) è un'istanza dell'associazione Risiede

A livello di istanze ...



Istanze di associazioni

- Per definizione l'insieme delle istanze di un'associazione è un sottoinsieme del prodotto Cartesiano degli insiemi delle istanze di entità che partecipano all'associazione
- Ne segue che **non ci possono essere istanze ripetute nell'associazione**



Se s è uno Studente e c un Corso, la coppia (s,c) può comparire un'unica volta nell'insieme delle istanze di Esame

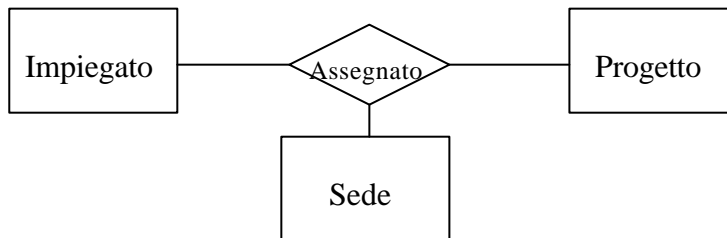
➡ vedremo più avanti come si può rappresentare la possibilità di sostenere **più volte lo stesso esame**

Grado delle associazioni

- È il numero di istanze di entità che sono coinvolte in un'istanza dell'associazione
- associazione binaria: grado = 2



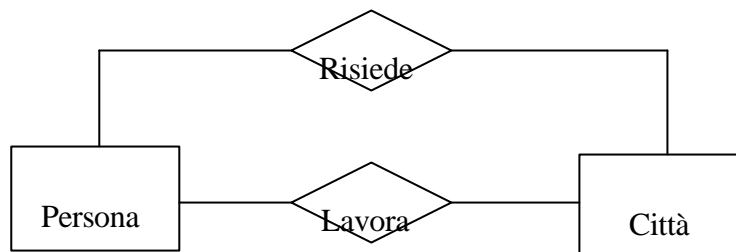
- associazione ternaria: grado = 3



7

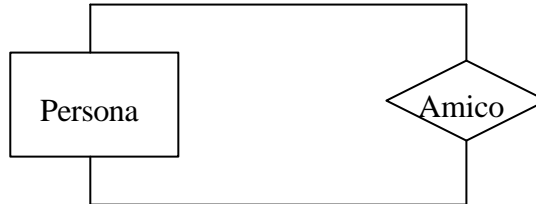
Più associazioni tra le stesse entità

- È possibile stabilire più associazioni, di diverso significato, tra le stesse entità



Associazioni ad anello (1)

- Un'associazione ad anello coinvolge **più volte la stessa entità**, e quindi mette in relazione tra loro le istanze di una stessa entità

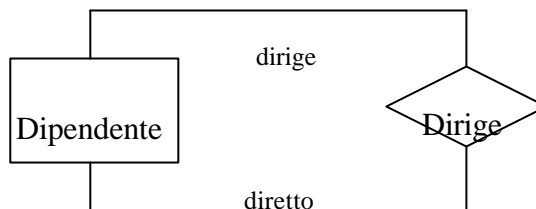


- Un'associazione ad anello può essere o meno:
 - **Simmetrica:** $(a,b) \in A \Rightarrow (b,a) \in A$
 - **Riflessiva:** $(a,a) \in A$
 - **Transitiva:** $(a,b) \in A, (b,c) \in A \Rightarrow (a,c) \in A$
- L'associazione Amico è simmetrica, irriflessiva e intransitiva

9

Associazioni ad anello (2)

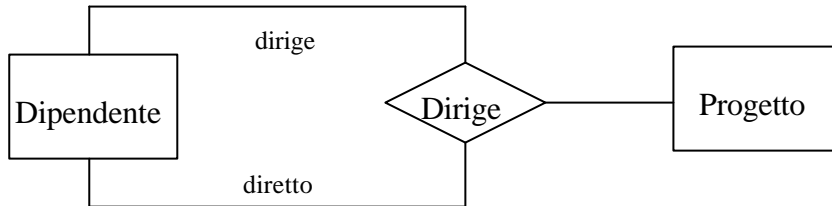
- Nelle associazioni ad anello non simmetriche è necessario specificare, per ogni ramo dell'associazione, il relativo ruolo



- L'importanza dei ruoli diventerà evidente appena introdurremo i vincoli di cardinalità

Associazioni ad anello (3)

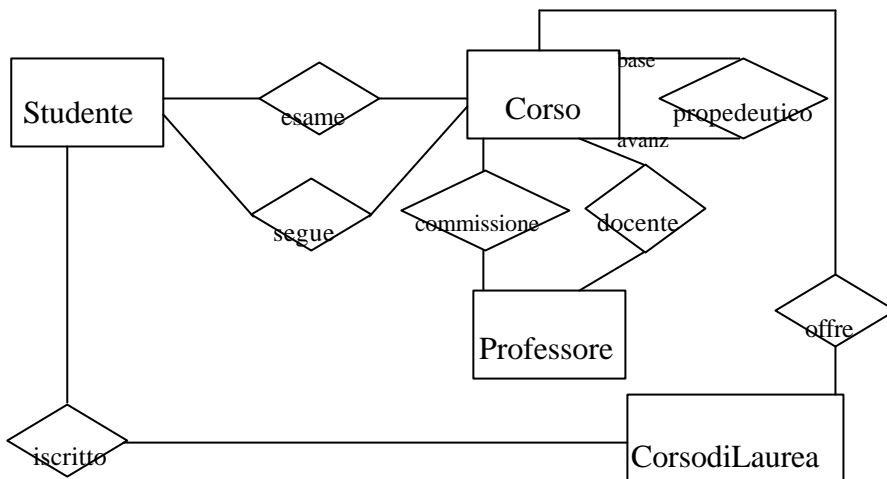
- È possibile avere anelli anche in relazioni n-arie generiche ($n > 2$)



- Il significato di un'istanza $(d1, d2, p)$ è:

il dipendente d1 dirige il dipendente d2 all'interno del progetto p

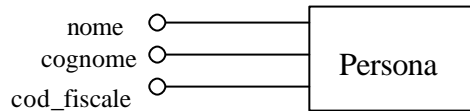
Un semplice schema E/R (incompleto!)





Attributi

- Un attributo è una **proprietà elementare** di un'entità o di un'associazione
- Graficamente:

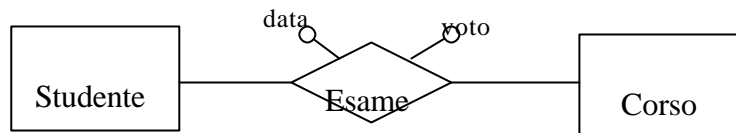


- nome, cognome, cod_fiscale sono tutti attributi di Persona
- Ogni attributo è definito su un **dominio di valori**
- Quindi un attributo associa ad ogni istanza di entità o associazione un valore del corrispondente dominio



Attributi: dell'entità o dell'associazione?

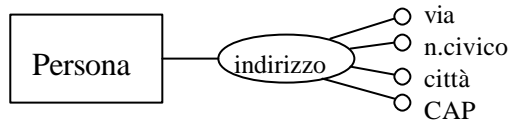
- È importante fare attenzione a dove si specificano gli attributi!



- data e voto non sono proprietà né di uno Studente né di un Corso, ma del legame Studente-Corso che si crea in occasione di un esame

Attributi composti

- Sono attributi che si ottengono aggregando altri (sotto-)attributi, i quali presentano una forte affinità nel loro uso e significato
- via, n. civico, città e CAP formano l'attributo composto indirizzo



- Si noti che se A è composto dagli attributi A_1, A_2, \dots, A_n con rispettivi domini D_1, D_2, \dots, D_n , allora il dominio di A è il prodotto Cartesiano $D = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$
- Un attributo non composto viene anche detto semplice

Attributi e domini: un esempio

- Per l'entità Persona, gli attributi e i relativi domini sono:
 - nome: stringa(20)
 - cognome: stringa(20)
 - cod_fiscale: stringa(16)
 - data_di_nascita: giorno \times mese \times anno
 - titolo_di_studio: stringa(50)

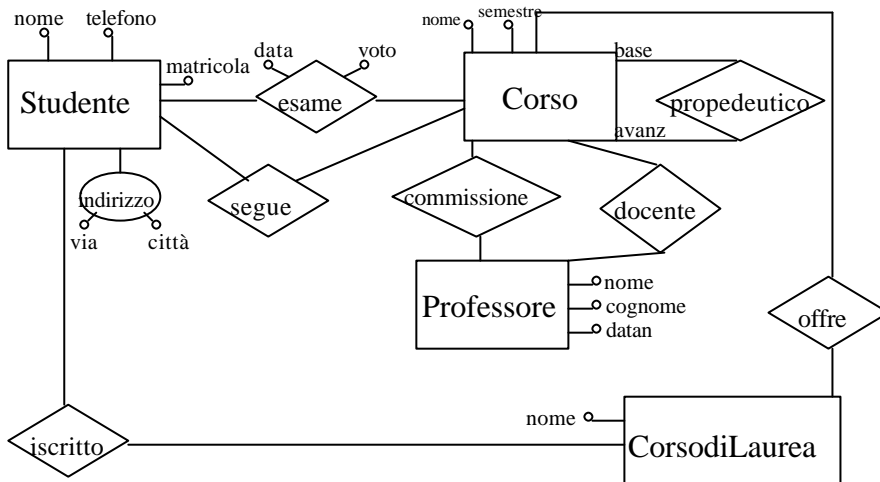
dove i domini giorno, mese, ed anno sono:

giorno = 1, ..., 31

mese = {Gen, Feb, Mar, Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott, Nov, Dic}

anno = 1900, ..., 2100

Uno schema E/R (ancora incompleto!)



Modello E-R

Sistemi Informativi L

17

Vincoli nel modello Entity-Relationship

- In ogni schema E/R sono presenti dei vincoli
- Alcuni sono **impliciti**, in quanto **dipendono dalla semantica stessa dei costrutti del modello**:
 - ogni istanza di associazione deve riferirsi ad istanze di entità
 - istanze diverse della stessa associazione devono riferirsi a differenti combinazioni di istanze delle entità partecipanti all'associazione
 - ... ed altri che vedremo
- Altri vincoli sono **espliciti**, e **vengono definiti da chi progetta lo schema E/R** sulla base della conoscenza della realtà che si sta modellando
 - vincoli di cardinalità (per associazioni e attributi)
 - vincoli di identificazione

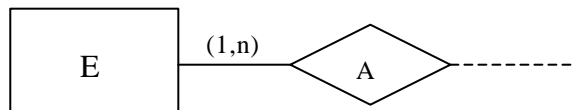
Modello E-R

Sistemi Informativi L

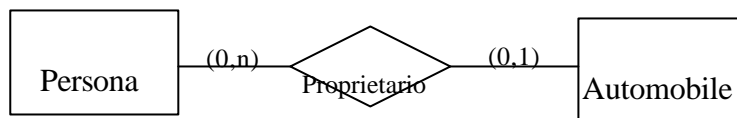
18

Associazioni: vincoli di cardinalità

- Sono coppie di valori (**min-card,max-card**) associati a ogni entità che partecipa a un'associazione
- Specificano il numero minimo e massimo di istanze dell'associazione a cui un'istanza dell'entità può partecipare
- Ad esempio, se i vincoli di cardinalità per un'entità E relativamente a un'associazione A sono (1,n) questo significa:
 - ogni istanza di E partecipa almeno ad una istanza di A
 - ogni istanza di E può partecipare a più istanze di A
- Graficamente:



Vincoli di cardinalità: un esempio



- $\text{min-card}(\text{Automobile}, \text{Proprietario}) = 0$: esistono automobili non possedute da alcuna persona
- $\text{min-card}(\text{Persona}, \text{Proprietario}) = 0$: esistono persone che non posseggono alcuna automobile
- $\text{max-card}(\text{Persona}, \text{Proprietario}) = n$: ogni persona può essere proprietaria di un numero arbitrario di automobili
- $\text{max-card}(\text{Automobile}, \text{Proprietario}) = 1$: ogni automobile può avere al più un proprietario



Si noti che i vincoli si possono stabilire correttamente solo se è ben chiaro cosa rappresentano le diverse entità!

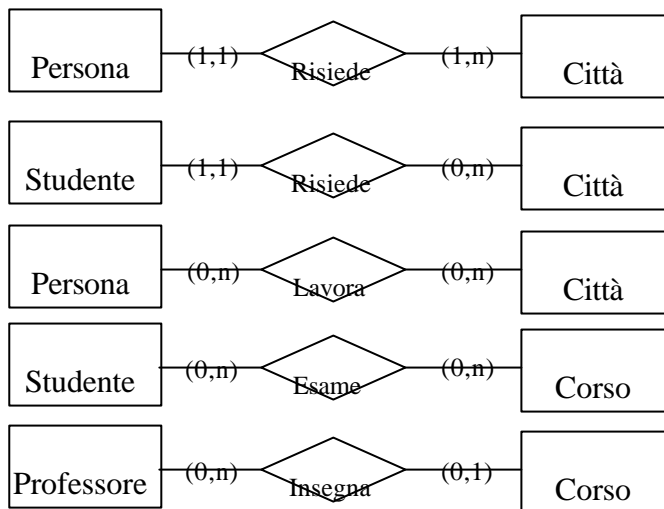


Tipi di associazione: terminologia

- Nel caso di un'associazione binaria A tra due entità $E1$ ed $E2$ (non necessariamente distinte), si dice che:
 - A è **uno a uno** se le cardinalità massime di entrambe le entità rispetto ad A sono 1
 - A è **uno a molti** se $\max\text{-card}(E1,A) = 1$ e $\max\text{-card}(E2,A) = n$, o viceversa
 - A è **molti a molti** se $\max\text{-card}(E1,A) = n$ e $\max\text{-card}(E2,A) = n$
- Si dice inoltre che:
 - La partecipazione di $E1$ in A è **opzionale** se $\min\text{-card}(E1,A) = 0$
 - La partecipazione di $E1$ in A è **obbligatoria** (o **totale**) se $\min\text{-card}(E1,A) = 1$

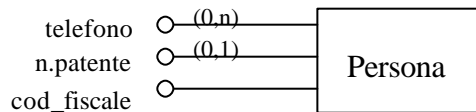


Tipi di associazione: esempi

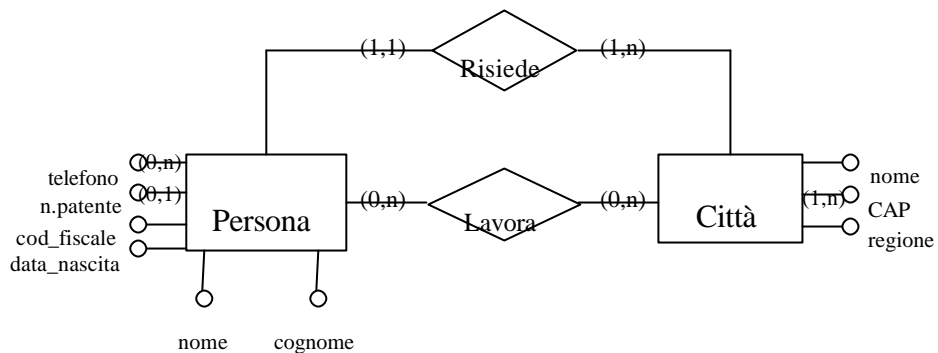


Attributi: vincoli di cardinalità

- Anche per gli attributi è possibile specificare il numero minimo e massimo di valori dell'attributo
- Graficamente si può indicare la coppia (min-card,max-card) sulla linea che congiunge l'attributo all'associazione/entità, o affianco al nome dell'attributo
 - se non si indica niente il valore di default è (1,1)
- Si parla di attributi:
 - **opzionali**: se la cardinalità minima è 0 (es. n. patente)
 - **monovalore**: se la cardinalità massima è 1 (es. cod_fiscale)
 - **multivalore** (o **ripetuti**): se la cardinalità massima è n (es. telefono)

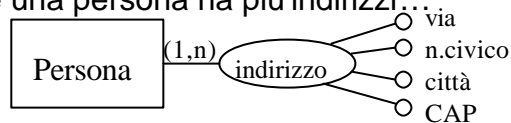


Esempio con vincoli di cardinalità

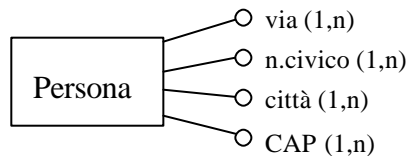


Attributi ripetuti e composti

- Nel caso di presenza di più attributi multivalore, la creazione di un attributo composto può rendersi necessaria per evitare ambiguità
- Ad esempio, se una persona ha più indirizzi...



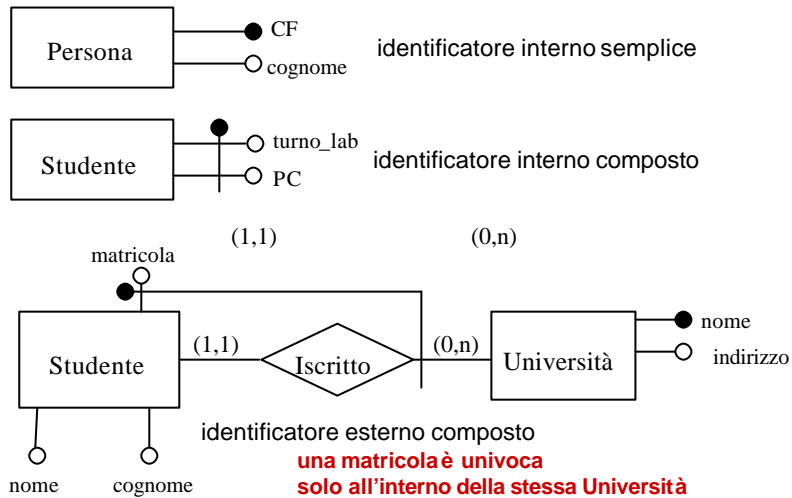
...non può essere rappresentato così!



Identificatori

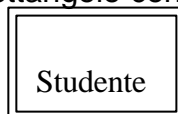
- Un identificatore ha lo scopo di permettere l'**individuazione univoca delle istanze di un'entità**
- Deve valere anche la **minimalità**: nessun sottoinsieme proprio dell'identificatore deve a sua volta essere un identificatore
- Per definire un identificatore per un'entità E si hanno due possibilità di base:
 - **Identificatore interno**: si usano uno o più attributi di E
 - **Identificatore esterno**: si usano altre (una o più) entità, collegate a E da associazioni, più eventuali attributi di E
- Talvolta quando l'identificatore usa sia altre entità che attributi propri si parla di identificatore **misto**
- Se il numero di elementi (attributi o entità) che costituiscono l'identificatore è pari a 1 si parla di identificatore **semplice**, altrimenti l'identificatore è **composto**

Identificatori interni ed esterni

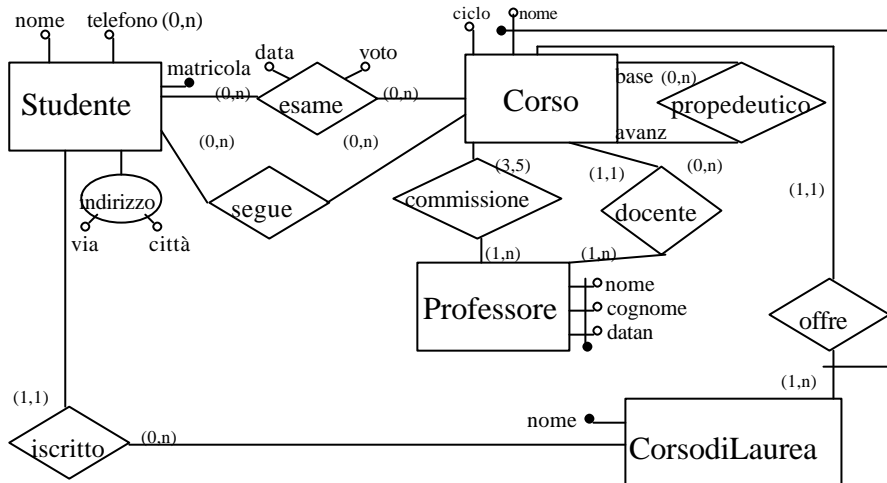


Identificatori: alcune osservazioni

- Se **E** è identificata esternamente attraverso l'associazione **A**, allora si ha $\min\text{-card}(E,A) = \max\text{-card}(E,A) = 1$
- Se basta **E1**, tramite **A**, a identificare **E**, allora $\max\text{-card}(E1,A) = 1$; in caso contrario $\max\text{-card}(E1,A) = n$
- Ogni entità deve avere almeno un identificatore, in generale può averne più di uno
- Alle volte si dice che **E** è un'entità debole se ha solo identificatori esterni, e forte se ha solo identificatori interni
- È possibile evidenziare graficamente un'entità debole disegnando il rispettivo rettangolo con una doppia linea

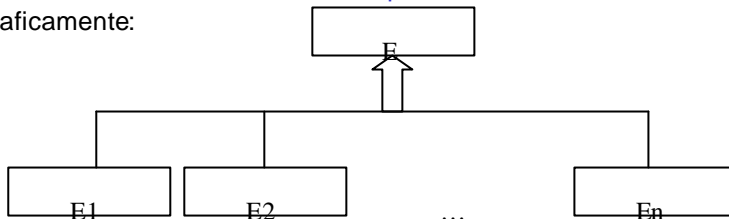


Uno schema E/R completo!



Gerarchie di generalizzazione

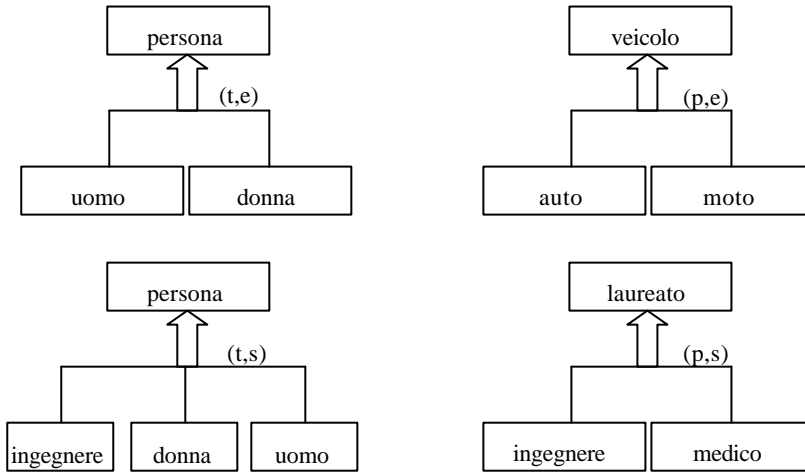
- Un'entità E è una **generalizzazione** di un gruppo di entità E1, E2, ..., En se **ogni istanza di E1, E2, ..., En è anche un'istanza di E**
- Le entità E1, E2, ... En sono dette **specializzazioni** di E
- Graficamente:



- Per le gerarchie di generalizzazione va anche specificato il **tipo di copertura**
- Le proprietà di E sono **ereditate** da E1, E2, ..., En: **ogni Ei ha gli attributi di E e partecipa alle associazioni definite per E** (non vanno quindi replicati nello schema, sarebbe un errore!)



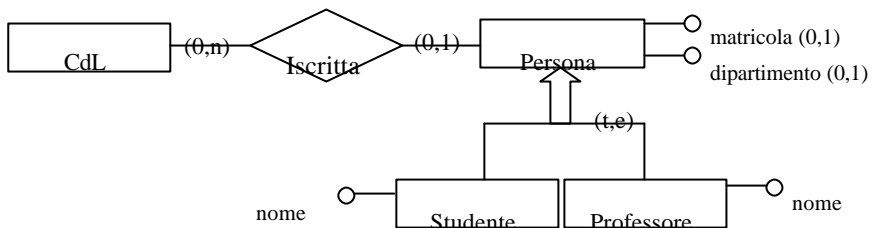
Proprietà di copertura - esempi



Ereditarietà delle proprietà

- Gli attributi vanno riferiti all'entità più generica in cui sono presenti obbligatoriamente
- Analogamente per le associazioni

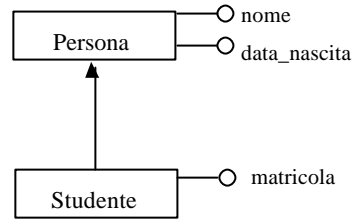
Quindi **così non va bene**:



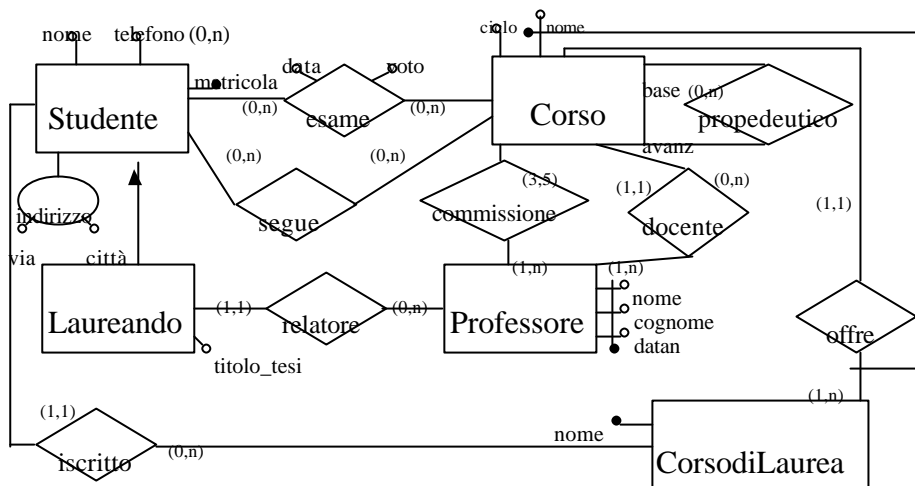


Subset

- È un caso particolare di gerarchia in cui si evidenzia una sola classe specializzata
 - **Studiante** eredita le proprietà di **Persona** e in più ha la **matricola**
 - ogni **Studiante** è anche una **Persona**
- Non ha ovviamente senso parlare di tipo di copertura



Uno schema E/R con gerarchie





Esercizi

1. (gerarchie) Le persone hanno CF, cognome ed età; gli uomini anche la posizione militare; gli impiegati hanno lo stipendio e possono essere segretari, direttori o progettisti (un progettista può essere anche responsabile di progetto); gli studenti (che non possono essere impiegati) un numero di matricola; esistono persone che non sono né impiegati né studenti (ma i dettagli non ci interessano)
2. I concetti sinora introdotti per il modello E/R possono essere modellati disegnando uno schema E/R (!?)
 - Ad esempio:
 - Ogni entità ha almeno un identificatore (interno o esterno)
 - Ogni associazione, in base al suo grado, è collegata a n entità
 - Ogni attributo ha un nome (univoco all'interno dell'entità o associazione cui si riferisce)
 - ...e la stessa cosa si può fare per i concetti del modello relazionale!

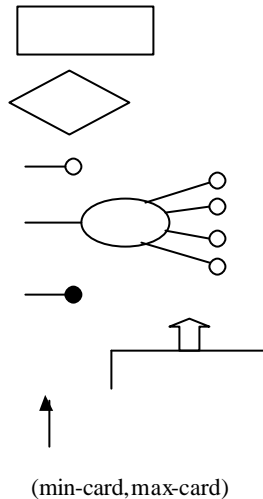


Le astrazioni nel modello E/R

- Riassumendo quanto visto, nel modello E/R i meccanismi di astrazione sono usati come segue:
 - **Classificazione:** usata per definire
 - entità (a partire dalle istanze)
 - attributi (a partire dai valori)
 - **Aggregazione:**
 - entità (a partire dagli attributi)
 - associazione (a partire da entità e attributi)
 - attributo composto (a partire da altri attributi)
 - **Generalizzazione:**
 - gerarchie di generalizzazione

Riassunto della notazione grafica

- Entità
- Associazione
- Attributo
- Attributo composto
- Identificatore
- Gerarchia di generalizzazione
- Subset
- Vincoli di cardinalità



Utilità del modello E/R

- Uno schema E/R è più espressivo di uno schema relazionale, inoltre può essere utilizzato con successo per alcuni compiti diversi dalla progettazione, ad esempio:
 - Documentazione:
 - La simbologia grafica del modello E/R può essere facilmente compresa anche dai non “addetti ai lavori”
 - Reverse engineering:
 - A partire da un DB esistente si può fornire una descrizione in E/R allo scopo di meglio analizzarlo ed eventualmente reingegnerizzarlo
 - Integrazione di sistemi
 - Essendo indipendente dal modello logico dei dati, è possibile usare il modello E/R come “linguaggio comune” in cui rappresentare DB eterogenei, allo scopo di integrarli



Limiti del modello E/R

- Per contro, per quanto più espressivo di uno schema relazionale, uno schema E/R non è sufficiente a rappresentare tutti gli aspetti di interesse
- I limiti sono di due tipi:
 - i nomi dei vari concetti possono non essere sufficienti per comprenderne il significato
 - non tutti i vincoli di integrità sono esprimibili in uno schema E/R
 - Ad esempio:
 - per sostenere un esame è necessario avere sostenuto tutti gli esami propedeutici
 - un laureando deve aver sostenuto almeno tutti gli esami dei primi anni
- In fase di progettazione bisogna quindi “corredare” lo schema con una documentazione appropriata



Conclusioni

- Il **modello E/R** è un modello concettuale molto utilizzato per la **progettazione di basi di dati**
- Esistono molti **dialetti E/R**, che spesso si differenziano solo per la notazione grafica adottata
- I principali costrutti del modello sono l'**entità**, l'**associazione** e l'**attributo**, a cui si aggiungono **identificatori**, **gerarchie** e **vincoli di cardinalità**
- L'espressività del modello E/R non è normalmente sufficiente in fase di progettazione, il che comporta la necessità di documentazione di supporto

- Va infine ricordato che, come conoscere un linguaggio di programmazione non significa di per sé saper programmare, così conoscere il modello E/R non significa saper progettare basi di dati!
...ma è comunque un buon punto di partenza :-)