

6. La progettazione concettuale

6.2 modello ER

Ringrazio il Prof. Lenzerini di aver messo a disposizione queste dispense

1. introduzione alla progettazione di basi di dati
2. **modello ER**
3. metodologia per la progettazione concettuale
4. esempio

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 1

Astrazioni nei modelli concettuali

- Tutti i modelli concettuali proposti, avendo lo scopo di descrivere una realtà di interesse in modo astratto, utilizzando tre diversi tipi di astrazioni, e cioè:
 - La classificazione
 - La generalizzazione
 - La aggregazione
- Vediamole informalmente

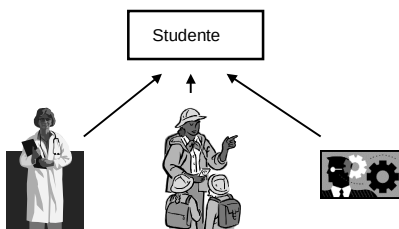
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 2

La classificazione

A partire da un insieme di oggetti della realtà di interesse (ad esempio gli studenti di una università), crea una classe di cui gli oggetti sono tutte e sole le istanze



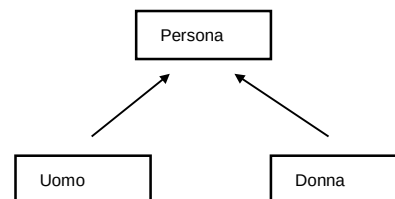
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 3

La generalizzazione

A partire da un insieme di classi, crea una nuova classe le cui istanze sono l'unione delle classi di partenza. Nell'esempio, le istanze della Classe Persona sono la unione delle istanze delle classi Uomo e Donna.



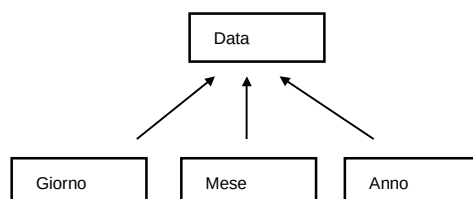
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 4

La aggregazione

A partire da un insieme di classi, crea una nuova classe di cui le classi di partenza sono parti componenti. Nell'esempio, la classe Data ha come parti componenti le classi Giorno, Mese, Anno



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 5

Avvertenza

- Nel seguito le trasparenze con questo simbolo non vengono spiegate a lezione. Lo studente può però fare per conto proprio gli esercizi.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 6

Il modello Entità-Relazione (ER) è un modello di dati

Un modello (concettuale) di dati è caratterizzato dai costrutti ammessi. Ogni costrutto ha un impatto sia a livello intensionale (**schema concettuale**), sia a livello estensionale (**istanze** dello schema). Per definire precisamente un modello di dati, occorre specificare per ogni costrutto

- il suo significato intuitivo, che determina il modo con cui si utilizza (**pragmatica**)
- la forma che assume a livello intensionale (**sintassi**)
- l'impatto sul livello estensionale (**semantica**)

Nel modello ER la struttura dello schema concettuale è descritta in forma grafica (diagramma dello schema)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 7

Differenza tra schemi e istanze nei modelli di dati

- Lo schema descrive la struttura, cioè l'aspetto intensionale (ad esempio, nel modello relazionale, l'intestazione delle tabelle)
- Ad ogni schema corrispondono più istanze (aspetto estensionale), anche se, istante per istante, solo una è quella significativa (ad esempio, nel modello relazionale l'istanza corrente è formata dalle tuple che popolano le tabelle)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 8

Costrutti fondamentali del modello Entità-Relazione

- Entità
- Attributi di entità
- Relazioni
- Ruoli
- Attributi di relazione
- IS-A e Generalizzazioni
- Vincoli di identificazione
- Vincoli di cardinalità
- Altri vincoli

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 9

ER e UML

I costrutti del modello ER sono analoghi a quelli usati in altri modelli concettuali, ad esempio i diagrammi delle classi di UML

ER	UML
• Entità • Relazioni • Attributi • Cardinalità • IS-A e Generalizzazioni • Identificatori • -----	• Classi • Associazioni/aggregazioni • Attributi • Cardinalità • IS-A e Generalizzazioni • ----- • Operazioni

Il modello ER è specializzato alla rappresentazione dei dati

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 10

La nozione di entità

Una entità è una **classe di oggetti** (fatti, persone, cose) che sono di interesse per l'applicazione, che hanno esistenza autonoma, e che hanno proprietà comuni

Esempi:

- impiegato
- vendita
- dipartimento
- ordine
- città
- studente

Maurizio Lenzerini

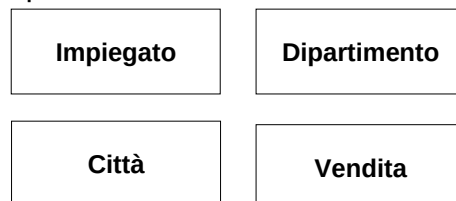
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 11

Sintassi: rappresentazione grafica di entità

Ogni **entità** ha nome che la identifica in modo univoco nello schema, ed è rappresentata da un rettangolo nel diagramma che descrive lo schema stesso

Esempi:



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 12

Semantica delle entità

- A livello estensionale un'entità è costituita da un insieme di oggetti, che sono chiamati le sue **istanze**
- Ciò significa che, se in uno schema **S** è definita una entità **E**, in ogni istanza **I** dello schema **S**, alla entità **E** è associato un insieme di oggetti (che viene denotato *istanze(I,E)* o semplicemente *istanze(E)*)
 $\{e_1, e_2, e_3, \dots\}$
che viene detto anche l'estensione di **E** nella istanza **I** di **S**
- Una istanza di entità non è un valore che identifica un oggetto, ma è l'oggetto stesso

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 13

Entità e istanze d'entità

- Una entità (nello schema concettuale **S**) denota un insieme (o classe) di oggetti "simili"
- Una istanza dell'entità (in una istanza di **S**) denota un oggetto dell'insieme rappresentato dall'entità

Nota: nello schema concettuale rappresentiamo le entità, non le singole istanze ("astrazione")

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 14

Entità, commenti

- Ogni entità ha un nome che la identifica univocamente nello schema:
 - nomi espressivi
 - opportune convenzioni
 - singolare

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 15

La nozione di attributo di entità

- Un attributo di entità è una proprietà locale di un'entità, di interesse ai fini dell'applicazione
- Un attributo è una funzione che associa ad ogni istanza di entità un valore appartenente ad un insieme detto dominio dell'attributo (tipicamente, interi, caratteri, stringhe, ecc.)
- Si definisce un attributo per l'entità **E** quando si vuole rappresentare una proprietà locale delle istanze dell'entità **E**. Una proprietà di un oggetto si dice locale quando in ogni istanza dello schema il valore di tale proprietà dipende solamente dall'oggetto stesso, e non ha alcun rapporto con altri elementi dell'istanza dello schema

Maurizio Lenzerini

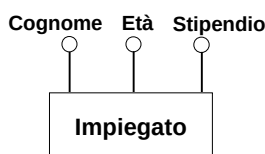
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 16

Sintassi: rappresentazione grafica di attributo

Ogni attributo di entità ha nome che lo identifica in modo univoco nell'ambito della entità, ed è rappresentato da un cerchio collegato alla entità a cui appartiene.

Esempi:



Maurizio Lenzerini

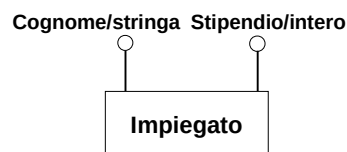
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 17

Sintassi: rappresentazione grafica di dominio

Il dominio associato ad un attributo viene generalmente tralasciato nella rappresentazione grafica (ma si indica nel dizionario dei dati – si veda in seguito).

Se si indica nel diagramma, la notazione è:



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 18

Semantica degli attributi di entità

Se I è una istanza di uno schema S dove A è un attributo dell'entità E su un dominio D , $istanze(I,A)$, o semplicemente $istanze(A)$, è un insieme di coppie (x,y) tali che x è in $istanze(E)$, y è in D , ed esiste una ed una sola coppia in $istanze(A)$ per ogni x in $istanze(E)$. In altre parole, a livello estensionale l'attributo A è una funzione totale

$$A : istanze(E) \rightarrow D$$

cioè, in ogni istanza I è una istanza di S , l'attributo A è una funzione che associa ad ogni istanza di E un valore appartenente a D .

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

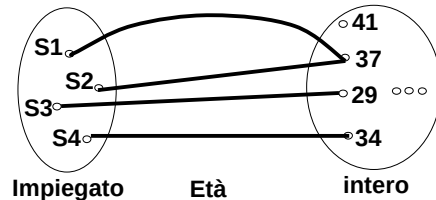
Progettazione concettuale - 19

Esercizio 1: attributi di entità

Dato lo schema:



La seguente è una sua istanza ?



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

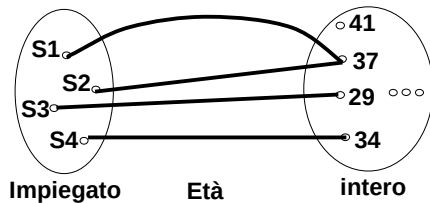
Progettazione concettuale - 20

Esercizio 1: soluzione

Dato lo schema:



La seguente è una sua istanza ? **SI'!**



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

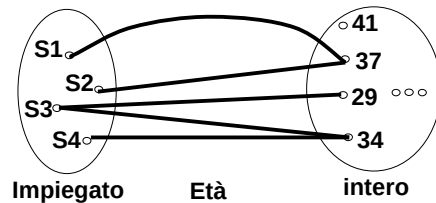
Progettazione concettuale - 21

Esercizio 2: attributi di entità

Dato lo schema:



La seguente è una sua istanza ?



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

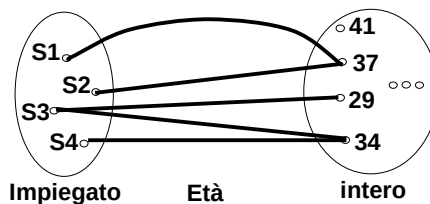
Progettazione concettuale - 22

Esercizio 2: soluzione

Dato lo schema:



La seguente è una sua istanza ? No, l'attributo Età associa due valori a S3! Ricordarsi che un attributo è una funzione.



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

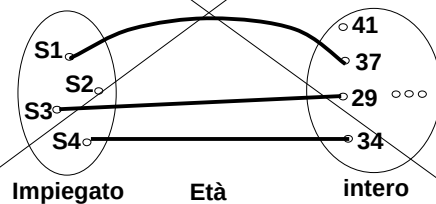
Progettazione concettuale - 23

Esercizio 3: attributi di entità

Dato lo schema:



La seguente è una sua istanza ?



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 24

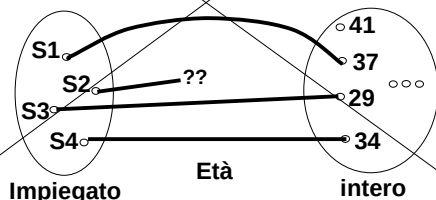
Esercizio 3: soluzione

Dato lo schema:



La seguente è una sua istanza?

No, manca il valore di età per S2! Ricordarsi che un attributo è una funzione totale



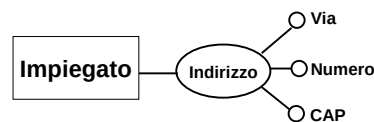
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 25

Attributi composti

- Un attributo può anche essere definito su un dominio complesso. Di particolare interesse è il caso di dominio di tipo "record". Un attributo il cui dominio è il tipo record si dice **composto**.
- Notazione:



"Indirizzo" è un attributo composto, e il suo dominio è un tipo record con campi "Via", "Numero" e "CAP".

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 26

La nozione di relazione

Una **relazione** (o associazione) si definisce su due o più entità, e rappresenta un **legame** fra tali entità. Il numero di entità coinvolte in una relazione determina il suo grado

Esempi

- **Residenza** (tra Persona e Città)
- **Afferenza** (tra Impiegato e Dipartimento)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 27

Notazione

- Nel libro di Atzeni et al. le relazioni sono chiamate relationship (per non confonderle con le relazioni nel modello relazionale)

Maurizio Lenzerini

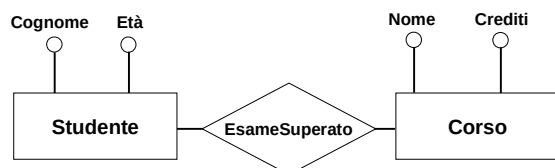
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 28

Sintassi: rappresentazione grafica di relazione

Ogni **relazione** ha un nome che la identifica in modo univoco nello schema, ed è rappresentata nel diagramma che descrive lo schema da un rombo collegato alle entità sulle quali è definita la relazione

Esempio di relazione di grado 2 (relazione binaria):



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 29

Semantica delle relazioni binarie (prima versione)

- A livello estensionale una relazione **R** tra le entità **E** ed **F** è costituita da un insieme di coppie **(x,y)**, tali che **x** è una istanza di **E**, ed **y** è una istanza di **F**. Ogni coppia è detta **istanza** della relazione **R**
- Ciò significa che, se in uno schema **S** è definita una relazione **R** sulle entità **E** ed **F**, in ogni istanza **I** dello schema **S**, alla relazione **R** è associato un insieme di coppie (denotato da **istanze(I,R)** o semplicemente **istanze(R)**)
 $\{(x1, y1), (x2, y2), (x3, y3), \dots\}$
che viene detto anche l'**estensione** di **R** nella istanza **I** di **S**
- In altre parole, una relazione nel modello ER è, dal punto di vista della semantica, una relazione matematica. In ogni istanza dello schema si ha:

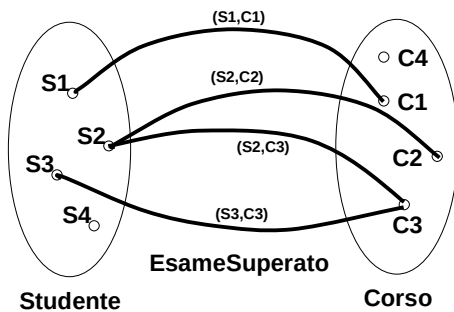
$$istanze(I,R) \subseteq istanze(I,E) \times istanze(I,F)$$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 30

Relazione a livello estensionale



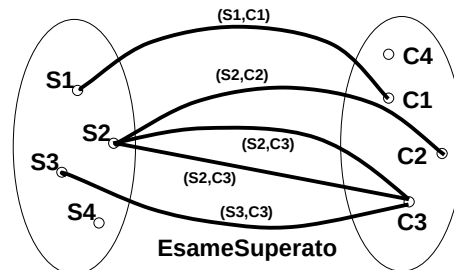
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 31

Osservazione importante

Dalla semantica delle relazioni segue immediatamente che **non** possono esistere due istanze della stessa relazione che coinvolgono le stesse istanze di entità.



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 32

Relazione, commenti

- Ogni relationship ha un nome che la identifica univocamente nello schema:
 - nomi espressivi
 - opportune convenzioni
 - singolare
 - sostantivi invece che verbi (se possibile)

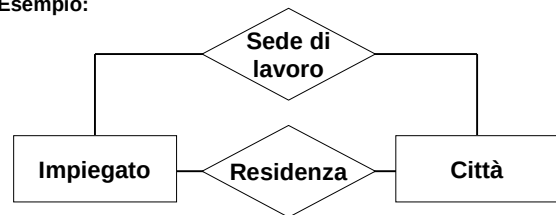
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 33

Due entità possono essere coinvolte in più relazioni

Esempio:



"Sede di Lavoro" e "Residenza" rappresentano due legami diversi tra le stesse entità "Impiegato" e "Città"

Maurizio Lenzerini

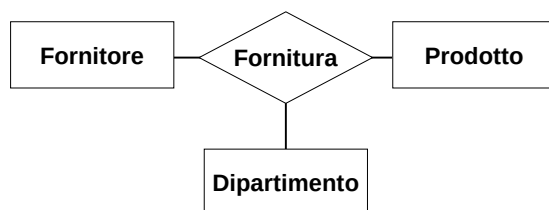
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 34

Relazioni n-arie (grado maggiore di 2)

Una relazione di grado maggiore di 2 si dice n-aria.

Esempio:



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 35

Semantica delle relazioni n-arie (prima versione)

- A livello estensionale una relazione **R** tra le entità $E_1, E_2, \dots, E_n$ è costituita da un insieme di n-ple (o tuple) $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, tali che x_1 è una istanza di E_1 , x_2 è una istanza di E_2 , ..., x_n è una istanza di E_n . Ogni n-ple è detta **istanza** della relazione **R**

- Quindi, in ogni istanza **I** dello schema si ha:

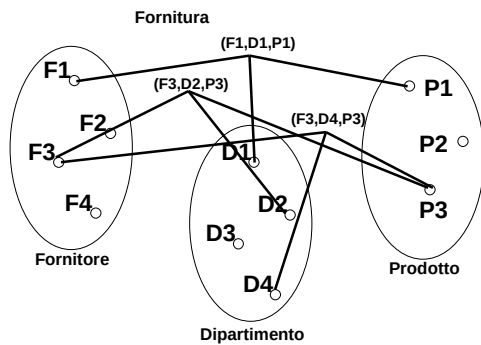
$$istanze(I, R) \subseteq istanze(I, E_1) \times \dots \times istanze(I, E_n)$$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 36

Relazione n-aria a livello estensionale



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 37

La nozione di attributo di relazione

- Un attributo di relazione è una proprietà locale di una relazione, di interesse ai fini dell'applicazione
- Un attributo della relazione R tra le entità $E_1, E_2, \dots, E_n$ modella una proprietà **non** di E_1 , **non** di $E_2, \dots, E_n$, ma del **legame** tra $E_1, E_2, \dots, E_n$ rappresentato da R
- Un attributo è una funzione che associa ad ogni istanza di relazione un valore appartenente ad un insieme detto dominio dell'attributo

Maurizio Lenzerini

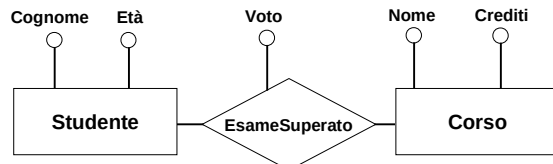
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 38

Sintassi: rappresentazione grafica di attributo di relazione

Ogni attributo di relazione ha un nome che lo identifica in modo univoco nell'ambito della relazione, ed è rappresentato da un cerchio collegato alla relazione a cui appartiene.

Esempio



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 39

Semantica degli attributi di relazione

Se I è una istanza di uno schema S dove A è un attributo della relazione R su un dominio D , $istanze(I, A)$ è un insieme di coppie (x, y) tali che x è in $istanze(I, R)$, y è in D , ed esiste una ed una sola coppia in $istanze(I, A)$ per ogni x in $istanze(I, R)$. In altre parole, a livello estensionale l'attributo A è una funzione totale $A : istanze(R) \rightarrow D$

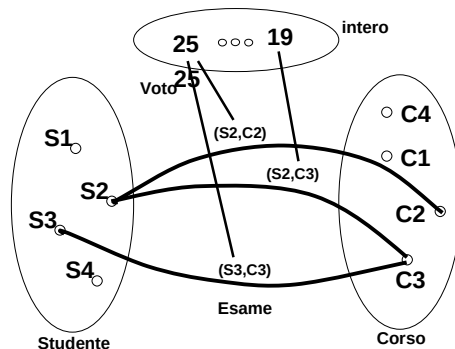
cioè, in ogni istanza I è una istanza di S , l'attributo A è una funzione che associa ad ogni istanza di R un valore appartenente a D .

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 40

Attributi di relazione binaria: livello estensionale



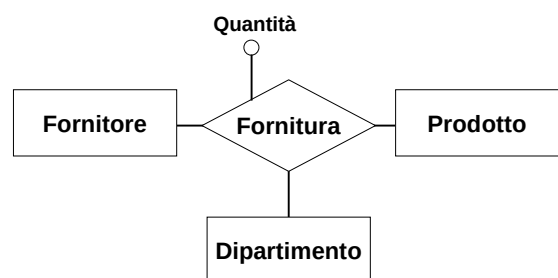
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 41

Relazioni n-arie con attributi

Esempio di relazione n-aria con attributo

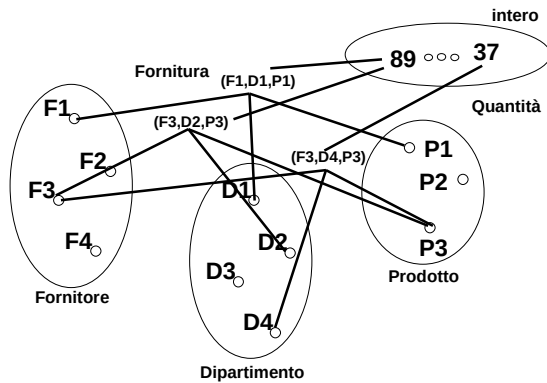


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 42

Attributi di relazione n-aria: livello estensionale



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 43

Esercizio 4: un semplice schema concettuale

Descrivere lo schema concettuale della seguente realtà:

I docenti hanno un codice fiscale ed una età. I docenti operano nei corsi di laurea (si dice che afferiscono ai corsi di laurea). Interessa la data di afferenza dei docenti ai corsi di laurea. I corsi di laurea hanno un codice ed un nome, ed appartengono alle facoltà. Ogni facoltà ha un nome.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 44

Esercizio 4: un semplice schema concettuale Scelta delle entità'

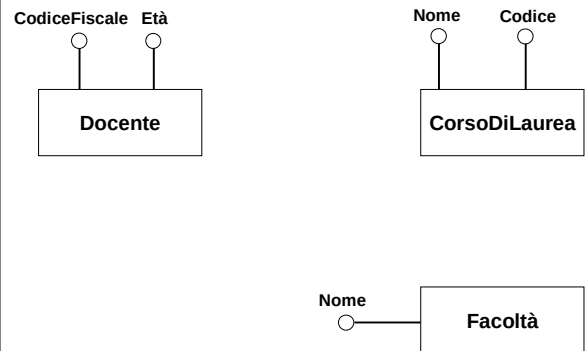
I **docenti** hanno un codice fiscale ed una età. I docenti operano nei corsi di laurea (si dice che afferiscono ai corsi di laurea). Interessa la data di afferenza dei docenti ai corsi di laurea. I **corsi di laurea** hanno un codice ed un nome, ed appartengono alle facoltà. Ogni **facoltà** ha un nome.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 45

Esercizio 4: soluzione



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 46

Esercizio 4: un semplice schema concettuale Scelta delle entità' e delle relazioni

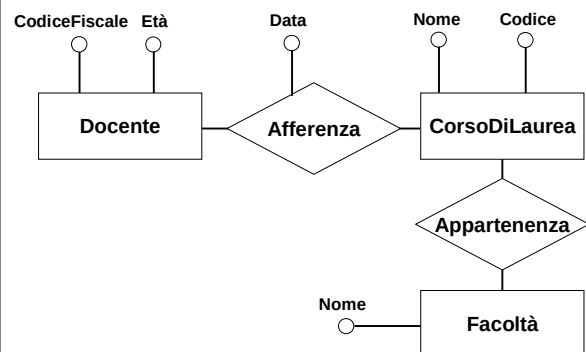
I **docenti** hanno un codice fiscale ed una età. I docenti operano nei corsi di laurea (si dice che afferiscono ai corsi di laurea). Interessa la data di **afferenza dei docenti ai corsi di laurea**. I **corsi di laurea** hanno un codice ed un nome, ed **appartengono alle facoltà**. Ogni **facoltà** ha un nome.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 47

Esercizio 4: soluzione

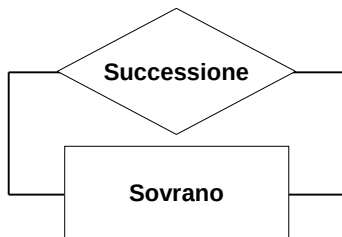


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 48

Una relazione può coinvolgere due o più volte la stessa entità



Problema: in una istanza di questo schema, data una coppia che è istanza di "Successione", non si può individuare chi è il sovrano predecessore e chi il sovrano successore.

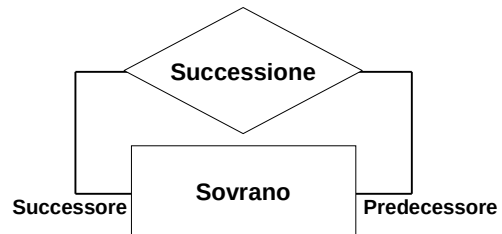
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 49

Relazioni sulla stessa entità

Nelle relazioni dove una stessa entità è coinvolta più volte è necessario aggiungere la specifica dei "ruoli"



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 50

Notazione

- Nel libro di Atzeni et al. le relazioni di questo tipo sono chiamate ricorsive

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 51

La nozione di ruolo

- È possibile aggiungere ad una relazione l'informazione che specifica il **ruolo** che una entità gioca nella relazione
- Se per una relazione **R** che coinvolge l'entità **E** (e altre entità) si stabilisce che il ruolo giocato da **E** in **R** è **U**, questo significa che in ogni istanza dello schema, per ogni tupla istanza della relazione **R** che coinvolge l'istanza **e** di **E**, il ruolo "giocato" da **e** nella tupla è **U**

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 52

Sintassi: rappresentazione grafica di ruolo

- La specifica del ruolo è necessaria nel caso di relazioni che coinvolgono la stessa entità più volte, mentre non sarebbe necessaria negli altri casi. Tuttavia, per uniformità, noi richiediamo che, per ogni relazione **R** dello schema, per ogni entità **E** coinvolta in **R** (e, se **E** è coinvolta in **R** più di una volta, per ogni volta in cui è coinvolta), si specifichi il ruolo giocato da **E** in **R**
- Graficamente, per ogni collegamento tra una relazione ed una entità coinvolta in essa, noi specificheremo il nome del ruolo vicino al collegamento stesso
- Se l'esplicita specifica del nome del ruolo manca per un collegamento tra **R** ed **E**, allora si assume che il nome del ruolo coincida con il nome della entità **E**
- Ovviamente, ogni collegamento tra **R** ed una entità coinvolta in **R** deve essere identificata univocamente dal nome di ruolo

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 53

Semantica dei ruoli e delle relazioni (versione finale)

- L'impatto dei ruoli sul livello estensionale è tale da modificare la semantica delle relazioni
- A livello estensionale una relazione **R** tra le entità **E₁, E₂, ..., E_n** (non necessariamente tutte distinte) con rispettivi ruoli **U₁, U₂, ..., U_n** (tutti distinti) è costituita da un insieme di **n-ple (o tuple) etichettate**

$$(U_1:x_1, U_2:x_2, \dots, U_n:x_n)$$

tali che **x₁** è una istanza di **E₁**, **x₂** è una istanza di **E₂**, ..., **x_n** è una istanza di **E_n**. Ogni n-ple etichettata è detta **istanza** della relazione **R**

Nelle slide, quando ciò non genera ambiguità, ometteremo, per ragioni di spazio, le etichette nelle tuple etichettate

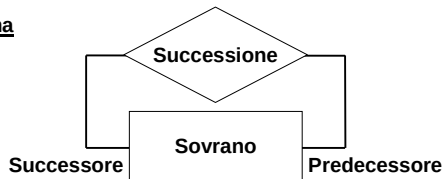
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 54

Semantica dei ruoli: esempio

Schema



Istanza dello schema

```
istanze(Sovrano) = { romolo,numa,tullo,anco }
istanze(Successione) = { (Predecessore:romolo,Successore:numa),
                        (Predecessore:numa,Successore:tullo),
                        (Predecessore:tullo,Successore:anco)
                      }
```

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 55

Esercizio 5: schema concettuale

Descrivere lo schema concettuale della seguente realtà:

I docenti hanno un codice fiscale ed una età. I corsi hanno un codice identificativo, un nome, ed il numero di crediti.

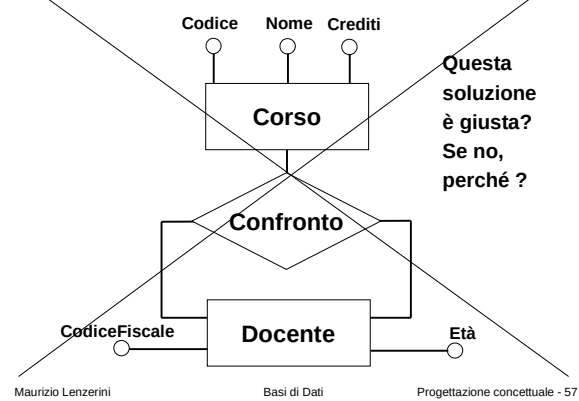
Sfruttando i moduli di valutazione dei corsi e dei docenti da parte degli studenti, si vuole rappresentare nella base di dati, attenzione, la sola informazione se un docente è migliore di un altro nell'insegnare un corso.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 56

Esercizio 5: soluzione 1

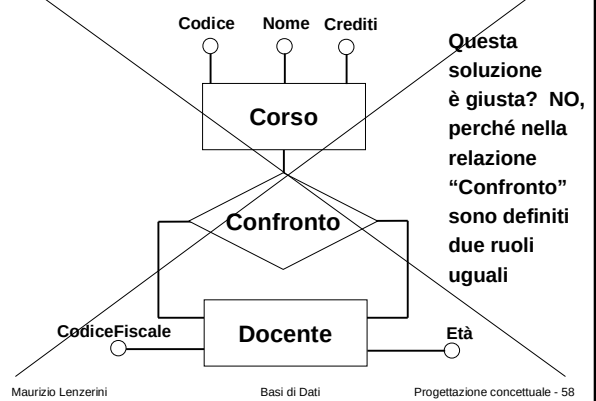


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 57

Esercizio 5: soluzione 1

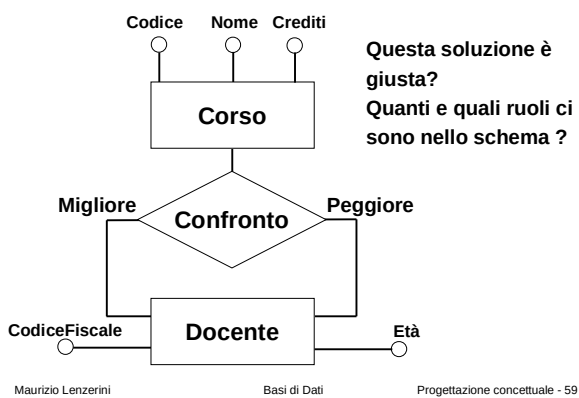


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 58

Esercizio 5: soluzione 2

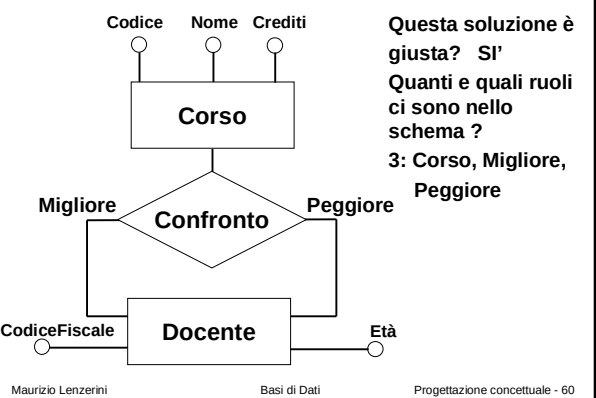


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 59

Esercizio 5: soluzione 2



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 60

Esercizio 6: livello estensionale

Descrivere l'istanza dello schema concettuale precedente (soluzione 2) corrispondente ai seguenti dati (si ignorino gli attributi):

Docenti: Paolo, Mario, Grazia
Corsi: Basi di Dati, Logica, Algebra
Graduatorie:

Basi di dati

1. Mario
2. Grazia
3. Paolo

Logica

1. Grazia
2. Mario
3. Paolo

Algebra

1. Grazia
2. Paolo

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 61

Esercizio 6: soluzione

Istanza I:

istanze(Docente): { Paolo, Mario, Grazia }

istanze(Corso): { BasiDiDati, Logica, Algebra }

istanze(Confronto):

{ (Corso:BasiDiDati, Migliore:Mario, Peggior: Grazia),
(Corso:BasiDiDati, Migliore:Mario, Peggior: Paolo),
(Corso:BasiDiDati, Migliore:Grazia, Peggior: Paolo),
(Corso:Logica, Migliore:Grazia, Peggior: Mario),
(Corso:Logica, Migliore:Grazia, Peggior: Paolo),
(Corso:Logica, Migliore:Mario, Peggior: Paolo),
(Corso:Algebra, Migliore:Grazia, Peggior: Paolo) }

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 62

Esercizio 7: schema concettuale

Descrivere lo schema concettuale della seguente realtà:

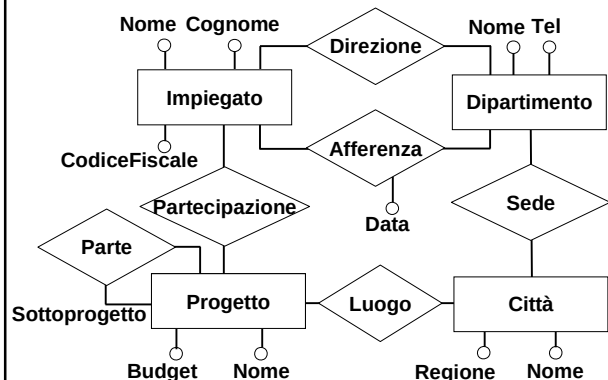
Degli impiegati interessa il codice fiscale, il nome, il cognome, i dipartimenti ai quali afferiscono (con la data di appartenenza), ed i progetti ai quali partecipano. Dei progetti interessa il nome, il budget, e la città in cui hanno luogo le corrispondenti attività. Alcuni progetti sono parti di altri progetti, e sono detti loro sottoprogetti. Dei dipartimenti interessa il nome, il numero di telefono, gli impiegati che li dirigono, e la città dove è localizzata la sede. Delle città interessa il nome e la regione.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 63

Esercizio 7: soluzione

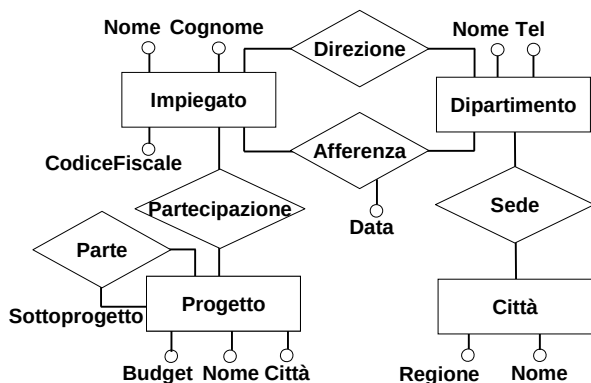


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 64

Esercizio 8: qual è l'errore in questo schema?



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 65

Esercizio 8: soluzione

L'errore sta nell'aver rappresentato il luogo di svolgimento di un progetto come un attributo. In realtà il luogo di svolgimento è una città, e questo viene perso nello schema.

Infatti, il nome dell'attributo (Città) non ha nulla a che vedere con la semantica dello schema (che invece è caratterizzata dalle istanze dello schema): ciò che viene perso è che, in ogni istanza dello schema, il luogo di svolgimento di un progetto è una istanza dell'entità Città.

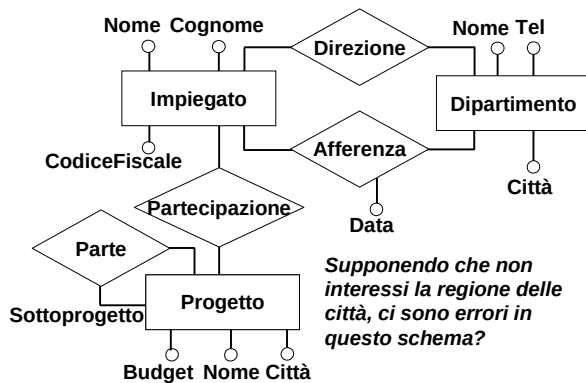
Detto in altro modo, nello schema il luogo di progetto è rappresentato come una proprietà locale di Progetto, perdendo così il legame con l'entità Città.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 66

Esercizio 9: è corretto questo schema?

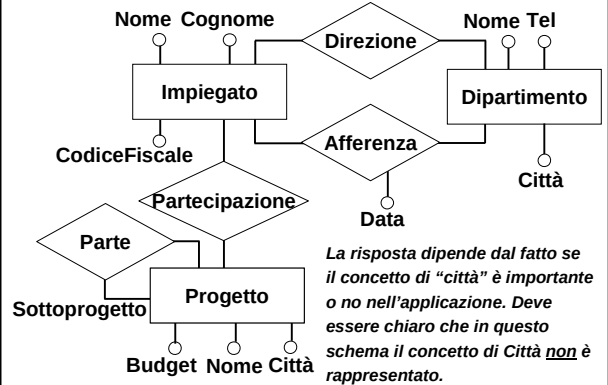


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 67

Esercizio 9: soluzione



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 68

Scelta tra entità e attributo

Un concetto verrà modellato come

- una entità
 - se le sue istanze sono concettualmente significative indipendentemente da altre istanze
 - se ha o potrà avere delle proprietà indipendenti dagli altri concetti
 - se il concetto è importante nell'applicazione
- un attributo di una entità o relazione
 - se le sue istanze non sono concettualmente significative
 - se non ha senso considerare una sua istanza indipendentemente da altre istanze
 - se serve solo a rappresentare una proprietà locale di un altro concetto

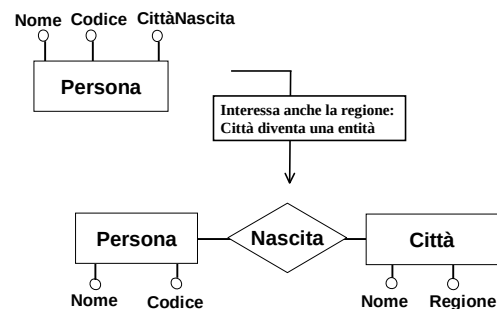
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 69

Scelta tra entità e attributo

Le scelte possono cambiare durante l'analisi. Esempio:



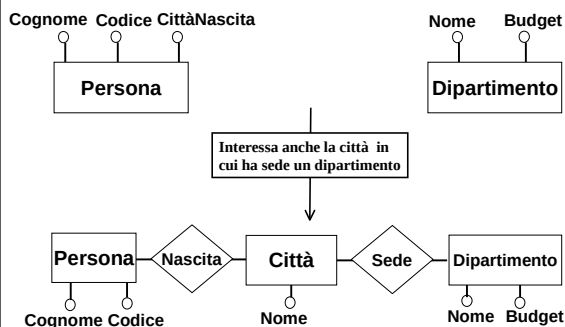
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 70

Scelta tra entità e attributo

Le scelte possono cambiare durante l'analisi. Esempio:



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 71

Scelta tra entità e relazione

Un concetto verrà modellato come

- una entità
 - se le sue istanze sono concettualmente significative indipendentemente da altre istanze
 - se ha o potrà avere delle proprietà indipendenti dagli altri concetti
 - se ha o potrà avere relazioni con altri concetti
- una relazione
 - se le sue istanze non sono concettualmente significative indipendentemente da altre istanze, cioè se le sue istanze rappresentano n-ple di altre istanze
 - se non ha senso pensare alla partecipazione delle sue istanze ad altre relazioni

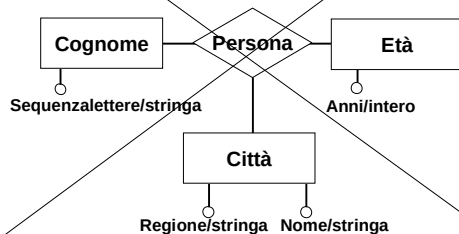
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 72

Esercizio 10: scelta tra entità e relazione

In un contesto in cui occorre rappresentare le persone e le loro proprietà, questo schema è chiaramente sbagliato. Perché?



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 73

Esercizio 10: soluzione

- Nello schema, la classe delle persone non è modellata, nel senso che, a livello estensionale non esistono oggetti con significato autonomo che sono istanze di persone
- A livello estensionale ogni persona sarà quindi rappresentata da una tupla, che, per definizione, esiste solo perché esistono le sue componenti. E' come dire che una persona esiste solo perché ha un cognome, una età, ed una città di nascita
- Modellando Cognome come entità, lo schema asserisce implicitamente che i cognomi sono oggetti la cui esistenza autonoma è di interesse per la nostra applicazione, e questo è chiaramente assurdo. Stessa considerazione vale per Età
- Infine, per la semantica delle relazioni, lo schema asserisce implicitamente che non esistono due persone con lo stesso cognome, la stessa età e la stessa città di nascita, e anche questo è assurdo.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 74

La nozione di relazione ISA tra entità

- Fino ad ora non abbiamo detto nulla sul fatto se due entità possano o no avere istanze in comune
- E' facile verificare che, in molti contesti, può accadere che tra due classi rappresentate da due entità nello schema concettuale sussista la **relazione ISA** (o relazione di sottoinsieme), e cioè che ogni istanza di una sia anche istanza dell'altra.
- La relazione ISA nel modello ER si può definire tra due entità, che si dicono "entità padre" ed "entità figlia" (o sottoentità, cioè quella che rappresenta un sottoinsieme della entità padre)

Maurizio Lenzerini

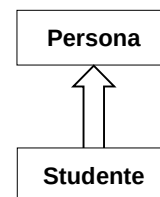
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 75

Sintassi: rappresentazione grafica della relazione ISA tra entità

La relazione ISA si rappresenta nel diagramma dello schema concettuale mediante una freccia dalla sottoentità alla entità padre

Esempio



*Si dice che **Studente** è in relazione ISA con **Persona**, o, in alternativa, che **Studente** ISA **Persona***

Maurizio Lenzerini

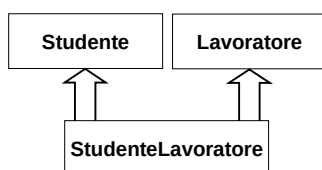
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 76

Sintassi: regole sulla relazione ISA tra entità

ATTENZIONE: vige la regola che una entità può avere al massimo una entità padre. In altre parole, il modello ER **non** ammette ereditarietà multipla

Esempio



Questo schema è scorretto

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 77

Semantica della relazione ISA tra entità

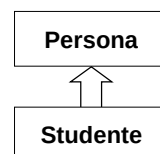
A livello estensionale la relazione ISA impone semplicemente che in ogni istanza I di uno schema in cui E_1 ISA E_2 :

$$istanze(I, E_1) \subseteq istanze(I, E_2)$$

Si noti che dalla definizione segue che la relazione ISA è riflessiva e transitiva.

Esempio

Schema



Istanza I:

$istanze(Persona) = \{ a, b, c, d \}$
 $istanze(Studente) = \{ b, d \}$

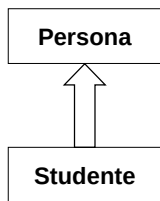
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 78

Relazione ISA a livello estensionale

Schema



Istanza I1:

$istanze(Persona) = \{ a, b, c, d \}$
 $istanze(Studente) = \{ b, d \}$

Istanza I2:

$istanze(Persona) = \{ a, b, c, d \}$
 $istanze(Studente) = \{ a, b, c, d \}$

Questa non è un'istanza:

$istanze(Persona) = \{ a \}$
 $istanze(Studente) = \{ a, b \}$

Istanza I3:

$istanze(Persona) = \{ a, b, c, d \}$
 $istanze(Studente) = \{ \}$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 79

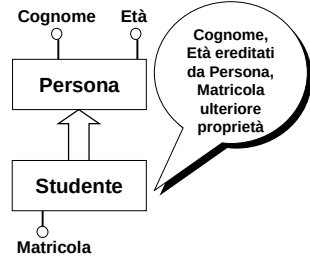
Ereditarietà su entità nel modello ER

Principio di ereditarietà: ogni proprietà dell'entità padre è anche una proprietà della sottoentità, e non si riporta esplicitamente nel diagramma. L'entità figlia può avere ovviamente ulteriori proprietà

Dal fatto che

1. Ogni istanza di Persona ha una Età
2. Ogni istanza di Studente è istanza di Persona
3. Ogni istanza di Studente ha una Età

Ragionamento sillogistico (cfr. opera di Aristotele più di due millenni fa)

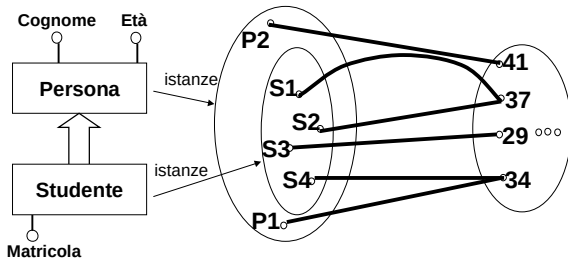


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 80

Ereditarietà: livello estensionale



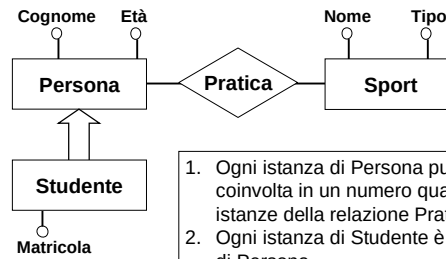
L'entità *Studente* eredita l'attributo *Età* dalla entità padre *Persona*. Ciò significa che ogni studente ha una età: infatti, se esistesse una istanza di *Studente* che non ha un valore per l'attributo *Età*, quella sarebbe una istanza di *Persona* senza un valore per *Età*, contraddicendo il significato dell'attributo *Età* (funzione totale) per *Persona*

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 81

Ereditarietà delle relazioni



1. Ogni istanza di *Persona* può essere coinvolta in un numero qualunque di istanze della relazione *Pratica*
 2. Ogni istanza di *Studente* è una istanza di *Persona*
- quindi
3. Ogni istanza di *Studente* può essere coinvolta in un numero qualunque di istanze della relazione *Pratica*

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

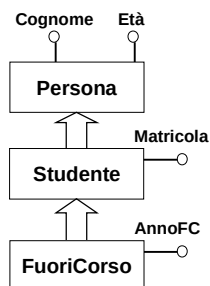
Progettazione concettuale - 82

Ereditarietà della relazione ISA: transitività

Principio di ereditarietà: anche la relazione ISA si eredita. Questo conferma che la relazione ISA è transitiva (oltre a essere riflessiva)

Dal fatto che

1. Ogni istanza di *Studente* è una istanza di *Persona*
2. Ogni istanza di *FuoriCorso* è una istanza di *Studente*
3. Ogni istanza di *FuoriCorso* è una istanza di *Persona*



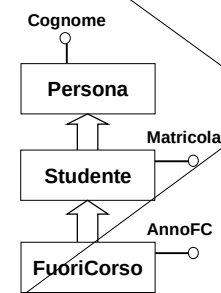
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 83

Esercizio 11: I1 è una istanza dello schema?

Schema



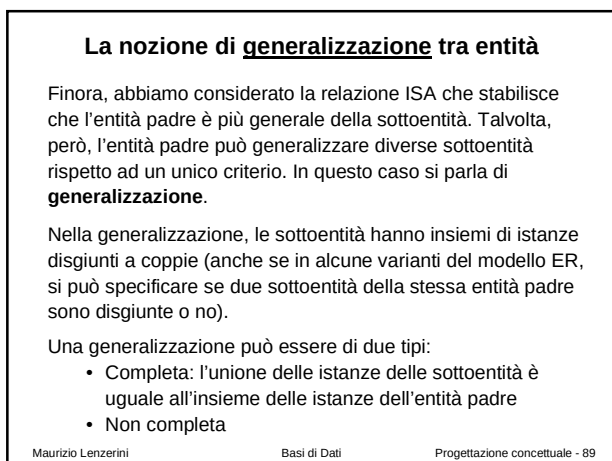
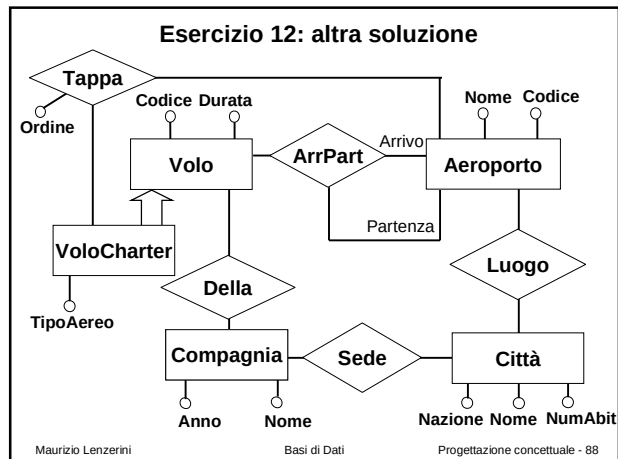
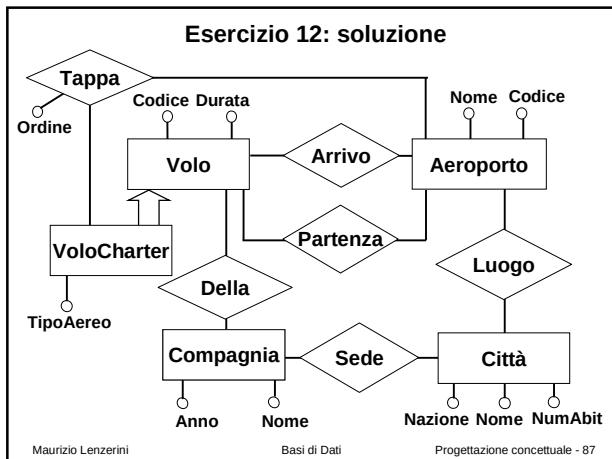
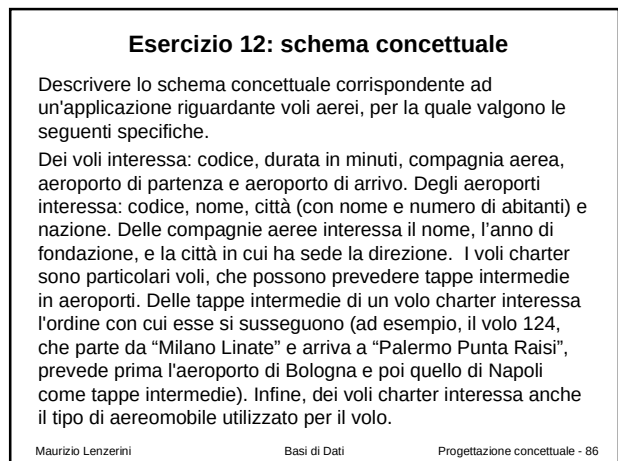
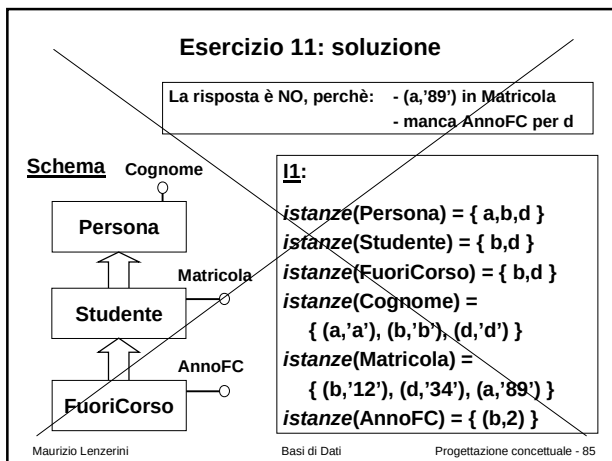
I1:

$istanze(Persona) = \{ a, b, d \}$
 $istanze(Studente) = \{ b, d \}$
 $istanze(FuoriCorso) = \{ b, d \}$
 $istanze(Cognome) = \{ (a, 'a'), (b, 'b'), (d, 'd') \}$
 $istanze(Matricola) = \{ (b, '12'), (d, '34'), (a, '89') \}$
 $istanze(AnnoFC) = \{ (b, 2) \}$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

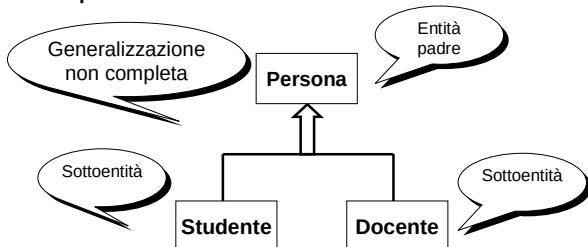
Progettazione concettuale - 84



Sintassi: rappresentazione della generalizzazione

La freccia non è annerita se la generalizzazione non è completa.

Esempio



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 91

Semantica della generalizzazione

Se in uno schema S è definita una generalizzazione tra una entità padre F e le sottoentità $E_1, E_2, \dots, E_n$, in ogni istanza I dello schema S si ha:

- $istanze(I, E_1) \subseteq istanze(I, F)$
- $istanze(I, E_2) \subseteq istanze(I, F)$
-
- $istanze(I, E_n) \subseteq istanze(I, F)$
- $istanze(I, E_i) \cap istanze(I, E_k) = \emptyset$, per ogni $1 \leq i, k \leq n, i \neq k$

In più, se la generalizzazione è completa, si ha che:

- $istanze(I, E_1) \cup \dots \cup istanze(I, E_n) = istanze(I, F)$

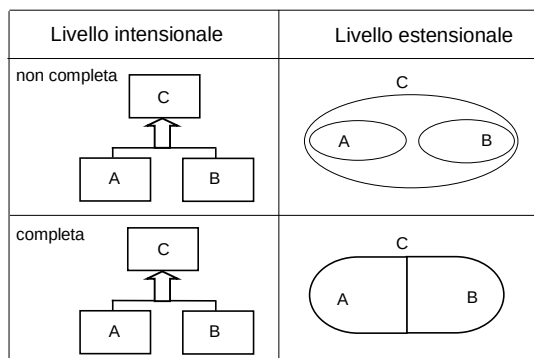
Si noti che ciò implica che in una generalizzazione ogni E_i è in relazione ISA con F , e che in una generalizzazione completa le sottoentità formano partizione dell'entità padre.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 92

Generalizzazioni a livello estensionale



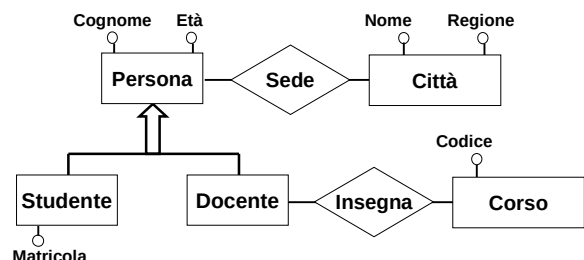
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 93

Generalizzazioni ed ereditarietà

Il principio di ereditarietà vale anche per le generalizzazioni: ogni proprietà dell'entità padre è anche una proprietà della sottoentità, e non si riporta esplicitamente nel diagramma. L'entità figlia può avere ovviamente ulteriori proprietà.



Maurizio Lenzerini

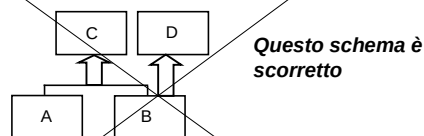
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 94

Regole sulla generalizzazione

Attenzione: continua a valere la regola che una entità può avere al massimo una entità padre (tenendo conto sia della relazione ISA sia delle generalizzazioni)

Esempio



Questo schema è scorretto

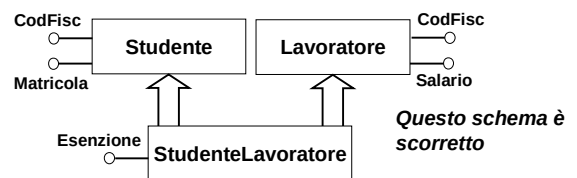
Dato uno schema S , si può costruire un grafo che ha le entità di S come nodi ed ha un arco da una entità E ad una entità F se F è padre di E secondo la relazione ISA o secondo la generalizzazione. Diremo che una entità G è **antenata** di E in uno schema se esiste un cammino da E ad G nel grafo associato

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 95

Esercizio 13: relazione ISA e generalizzazioni



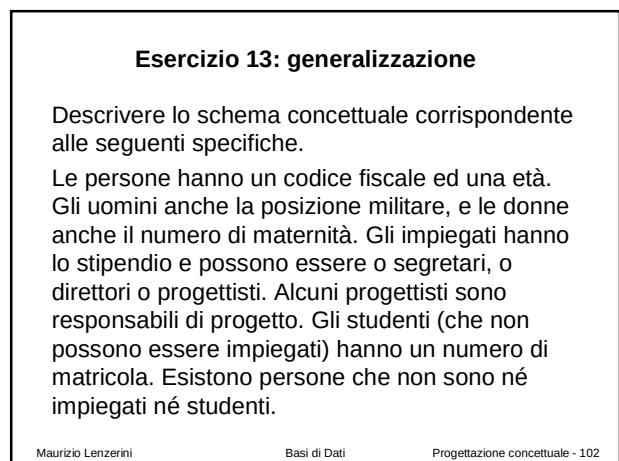
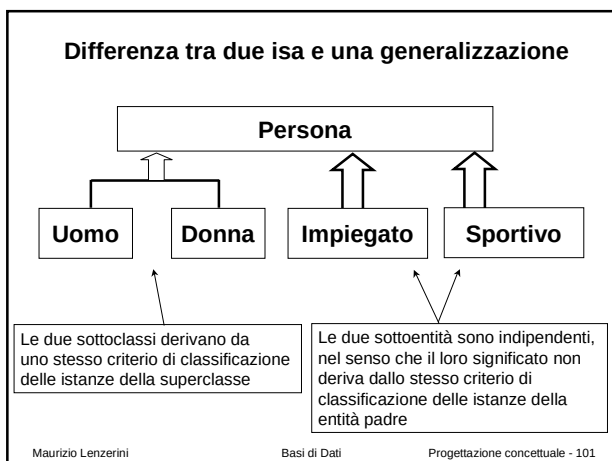
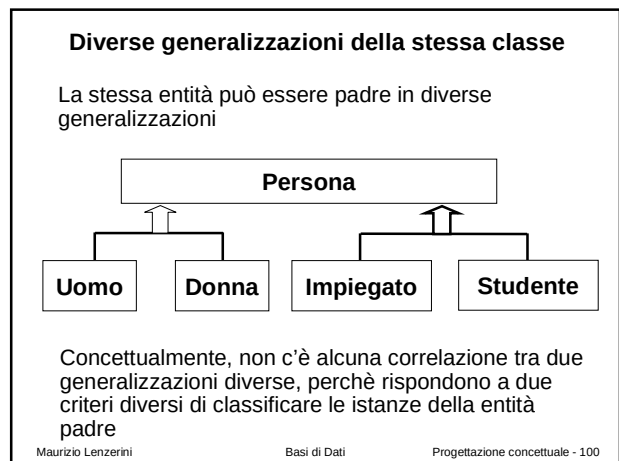
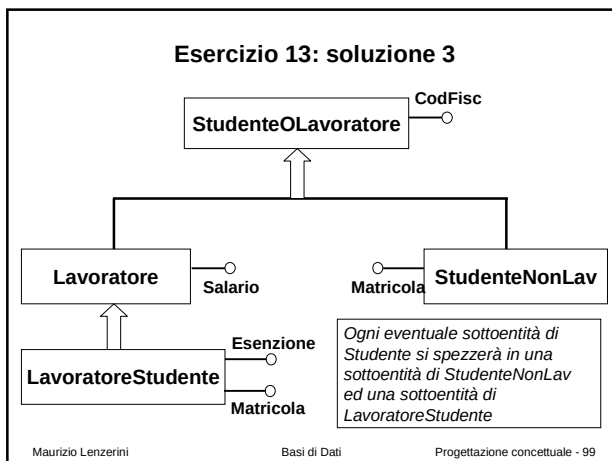
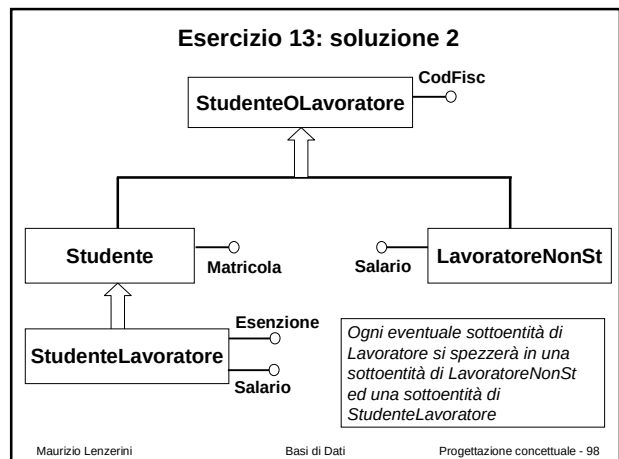
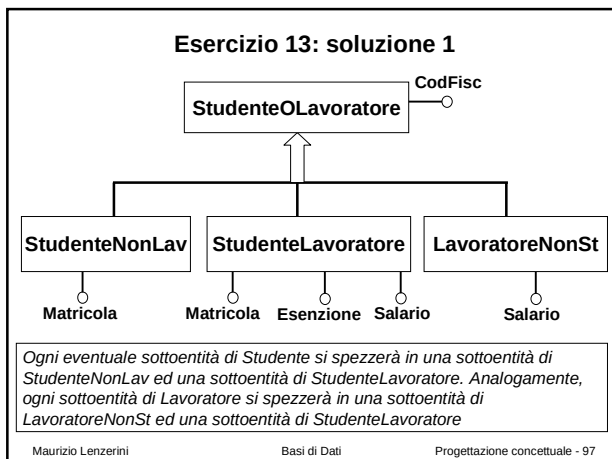
Questo schema è scorretto

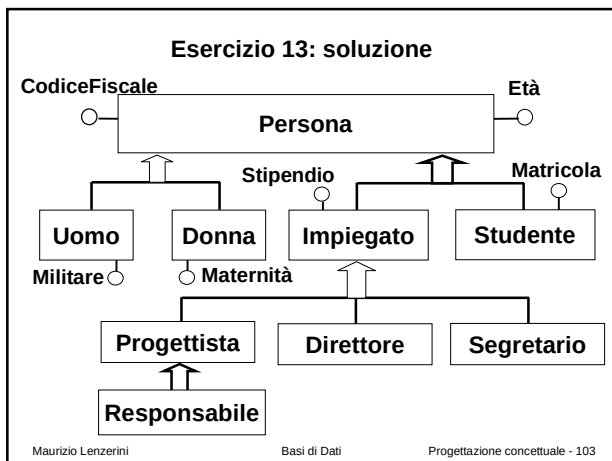
Si può ristrutturare lo schema in modo che lo schema risultante sia corretto, e colga sostanzialmente la stessa semantica?

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 96



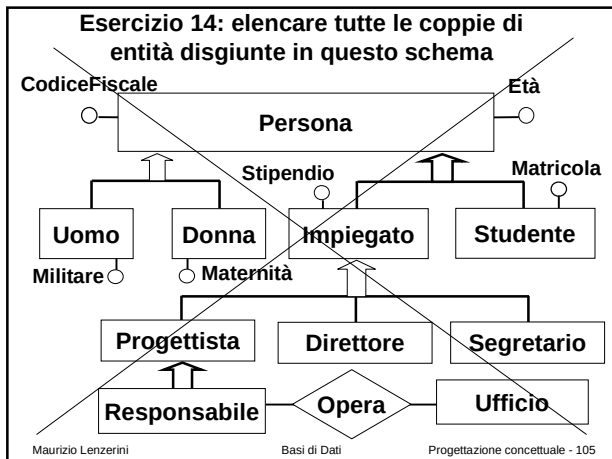


Entità disgiunte

Da quanto detto sinora, non è ancora chiaro quando, date due entità di uno schema, esse sono disgiunte (cioè non hanno istanze comuni in tutte le istanze dello schema). A questo proposito, valgono queste osservazioni:

- In ogni schema si assume che le entità che non hanno padre nello schema siano in realtà sottoentità di una generalizzazione completa la cui entità padre è una entità speciale detta **TOP** (ne segue che tali entità sono disgiunte a coppie, e che in ogni istanza dello schema, **TOP** rappresenta tutti gli oggetti che sono istanze di qualche entità)
- E' facile verificare che due entità E ed F sono disgiunte in uno schema S se esistono due entità G ed H (non necessariamente diverse da E ed F) nello schema S tali che:
 - G ed H sono sottoentità della stessa entità padre in una generalizzazione
 - G è antenata di E, ed H è antenata di F

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 104



Esercizio 14: soluzione

Coppie di entità disgiunte:

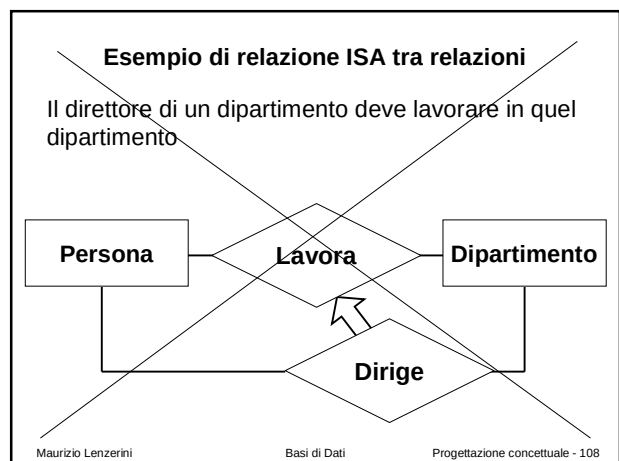
- Ufficio e ognuna delle altre entità
- Uomo e Donna
- Impiegato e Studente
- Progettista e Studente
- Segretario e Studente
- Direttore e Studente
- Responsabile e Studente
- Progettista e Direttore
- Progettista e Segretario
- Direttore e Segretario
- Responsabile e Direttore
- Responsabile e Segretario

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 106

Relazione ISA e generalizzazioni tra relazioni

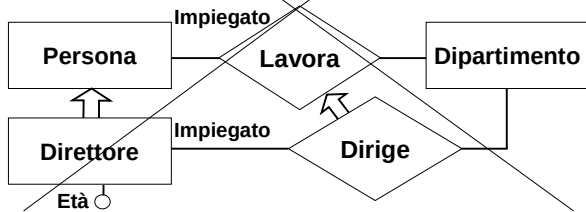
- La relazione ISA può essere definita anche tra relazioni, ma con la seguente **regola**: si può definire la relazione ISA tra la relazione R (relazione figlia) e la relazione Q (relazione padre) in uno schema S solo se R e Q
 - hanno lo stesso grado
 - hanno gli stessi ruoli
 - per ogni ruolo U, l'entità corrispondente ad U in R è una entità figlia dell'entità corrispondente ad U in Q
- La semantica non cambia rispetto al caso della relazione ISA tra entità: se in uno schema S, è definita la relazione ISA tra R e Q (R ISA Q, dove R e Q sono due relazioni con lo stesso grado e gli stessi ruoli), allora in ogni istanza I dello schema S, $istanze(I, R) \subseteq istanze(I, Q)$
- Analogamente, si possono definire generalizzazioni tra relazioni

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 107



Esempio di relazione ISA tra relazioni

Il direttore di un dipartimento deve lavorare in quel dipartimento, ed ha proprietà aggiuntive (ad esempio l'età) rispetto agli impiegati

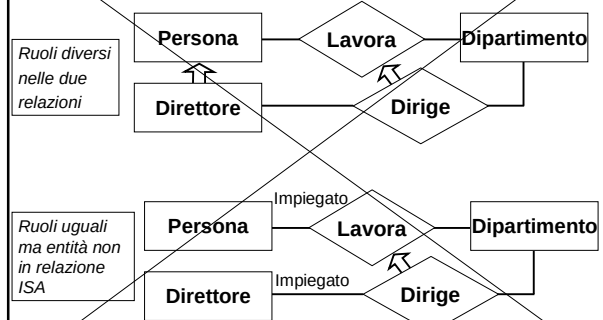


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 109

Esempi di schemi non corretti



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 110

Relazioni disgiunte

Per le relazioni valgono osservazioni analoghe a quelle che abbiamo fatto sulle entità.

- In ogni schema si assume che le relazioni dello stesso grado k e con gli stessi ruoli $U_1, U_2, \dots, U_k$ che non hanno padre nello schema siano in realtà sottoentità in una ISA la cui relazione padre è una relazione speciale detta **TOP** $U_1, U_2, \dots, U_k$ (ne segue che, al contrario del caso delle entità, tali relazioni non sono disgiunte a coppie).
- Due relazioni P ed R che hanno lo stesso grado e gli stessi ruoli sono disgiunte in uno schema S se esistono due relazioni Q e T (non necessariamente diverse da P ed R) nello schema S tali che:
 - Q e T sono relazioni figlie della stessa relazione padre in una generalizzazione
 - Q è antenata di P , e T è antenata di R

Maurizio Lenzerini

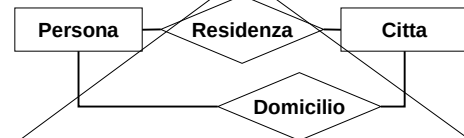
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 111

Relazioni disgiunte

Da quanto detto segue che, al contrario del caso delle entità, due relazioni (dello stesso grado e con gli stessi ruoli) che non hanno padre nello schema **non sono disgiunte**.

Esempio: Residenza e Domicilio non sono disgiunte



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 112

Osservazione sulla semantica degli attributi

Se in uno schema S un attributo A è definito in n entità $E_1, \dots, E_n$, rispettivamente con domini $D_1, \dots, D_n$, e con cardinalità $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, in ogni istanza dello I dello schema S , A è una relazione (o una funzione se la cardinalità massima è sempre 1) del tipo

$$\text{istanze}(I, A) \subseteq (\text{istanze}(I, E_1) \cup \dots \cup \text{istanze}(I, E_n)) \times (D_1 \cup \dots \cup D_n)$$

e tale che, per ogni i vale la seguente condizione:

- se $a \in \text{istanze}(I, E_i)$, allora il numero di coppie (a, b) in $\text{istanze}(I, A)$ è soggetto ai vincoli di cardinalità (x_i, y_i) , e per ogni $(a, b) \in \text{istanze}(I, A)$, si ha che $b \in D_i$

Da ciò segue che occorre porre attenzione ai nomi assegnati agli attributi: quando si assegna lo stesso nome a due attributi di entità diverse, si deve ricordare che questi, a livello estensionale, rappresenteranno un'unica relazione.

Questa osservazione vale anche per uno stesso attributo definito su relazioni diverse.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 113

Vincoli di integrità nel modello ER

Ricordiamo che un **vincolo di integrità** è una regola che si esprime sullo schema (livello intensionale), ma che specifica una condizione che deve valere **per ogni istanza** dello schema (livello estensionale).

Classificazione dei vincoli di integrità nel modello ER:

- Vincoli di cardinalità sulle relazioni
- Vincoli di cardinalità sugli attributi
- Vincoli di identificazione d'entità
- Altri vincoli (esterni)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 114

Vincoli di cardinalità sulle relazioni

Un **vincolo di cardinalità** si associa ad un ruolo U (corrispondente ad una entità E) in una relazione R , ed impone un limite minimo ed un limite massimo di istanze della relazione a cui può partecipare ogni istanza dell'entità E nel ruolo U .

Serve a caratterizzare meglio il significato di una relazione.

Maurizio Lenzerini

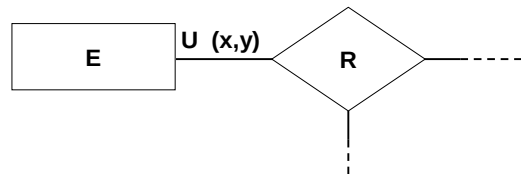
Basi di Dati

Progettazione concettuale - 115

Sintassi dei vincoli di cardinalità

Un vincolo di cardinalità si esprime mediante una coppia (x,y) associata al ruolo U della relazione R , dove:

- x è la cardinalità minima, cioè un intero ≥ 0
- y è la cardinalità massima, che è
 - "n", oppure
 - un intero positivo $\geq x$



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 116

Semantica dei vincoli di cardinalità

Se in uno schema S è definito un vincolo di cardinalità (x,y) associato ad un ruolo U (corrispondente ad una entità E) in una relazione R , allora in ogni istanza I dello schema S , per ogni e in $istanze(I,E)$, il numero di istanze di R che hanno e come componente nel ruolo U è:

- maggiore o uguale a x
- minore o uguale a y (se y è diverso da "n")

Attenzione: il vincolo di cardinalità si definisce su una relazione, ma in realtà stabilisce una condizione che deve valere per tutte le istanze della entità a cui è associato il vincolo stesso (tramite il ruolo)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 117

Esempio di vincolo di cardinalità

- Ad ogni impiegato sono assegnati da 1 a 5 incarichi
- Ogni incarico è assegnato ad al più 50 impiegati



Istanza:

$istanze(\text{Impiegato}) = \{ a,b,c \}$

$istanze(\text{Incarico}) = \{ x,y,v,w,z \}$

$istanze(\text{Assegnazione}) = \{ (a,w), (b,v), (b,w), (c,y), (c,w), (c,z) \}$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 118

Esempio di vincolo di cardinalità

- Ad ogni impiegato sono assegnati da 1 a 5 incarichi
- Ogni incarico è assegnato ad al più 50 impiegati



Istanza:

$istanze(\text{Impiegato}) = \{ a,b,c \}$

a,b,c compaiono in almeno una istanza di assegnazione

$istanze(\text{Incarico}) = \{ x,y,v,w,z \}$

$istanze(\text{Assegnazione}) = \{ (a,w), (b,v), (b,w), (c,y), (c,w), (c,z) \}$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 119

Esempio di vincolo di cardinalità

- Ad ogni impiegato sono assegnati da 1 a 5 incarichi
- Ogni incarico è assegnato ad al più 50 impiegati



Istanza:

$istanze(\text{Impiegato}) = \{ a,b,c \}$

x non compare nelle istanze di assegnazione

$istanze(\text{Incarico}) = \{ x,y,v,w,z \}$

$istanze(\text{Assegnazione}) = \{ (a,w), (b,v), (b,w), (c,y), (c,w), (c,z) \}$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 120

Cardinalità maggiormente utilizzate

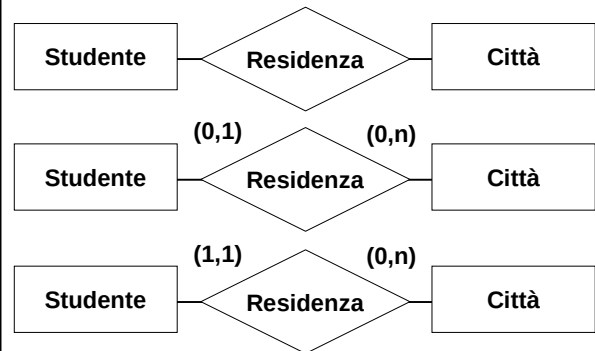
- Le cardinalità di interesse sono tipicamente tre: 0, 1, n.
- Per la cardinalità minima:
 - 0 significa "partecipazione opzionale"
 - 1 significa "partecipazione obbligatoria"
- Per la cardinalità massima:
 - 1 significa: "l'entità partecipa al più una volta sola alla relazione"
 - n significa: "l'entità partecipa un numero qualsiasi di volte alla relazione"
- La mancanza del vincolo di cardinalità è equivalente alla coppia (0,n)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 121

Esempi di vincolo di cardinalità



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 122

Classificazione di relazioni binarie

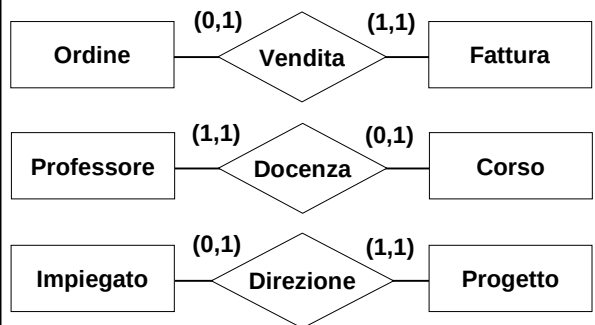
- Discutiamo la cardinalità massime sulle relazioni binarie
- Con riferimento alle cardinalità **massime**, le relazioni binarie possono essere di tipo:
 - uno a uno
 - uno a molti
 - molti a molti

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 123

Relazioni binarie "uno a uno"

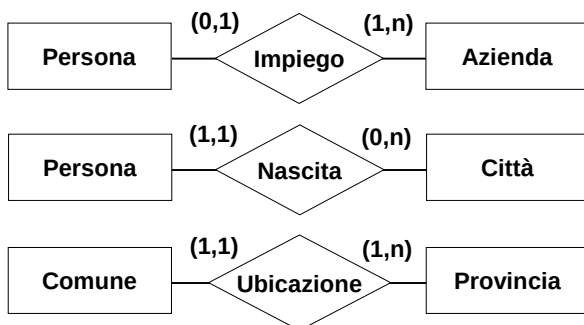


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 124

Relazioni binarie "uno a molti"

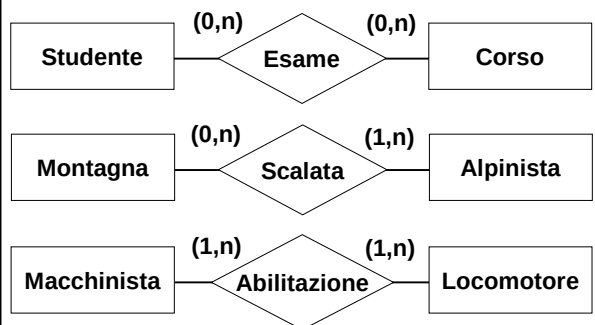


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 125

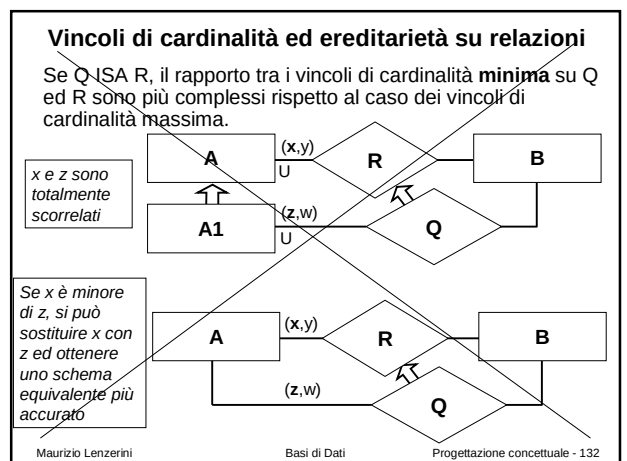
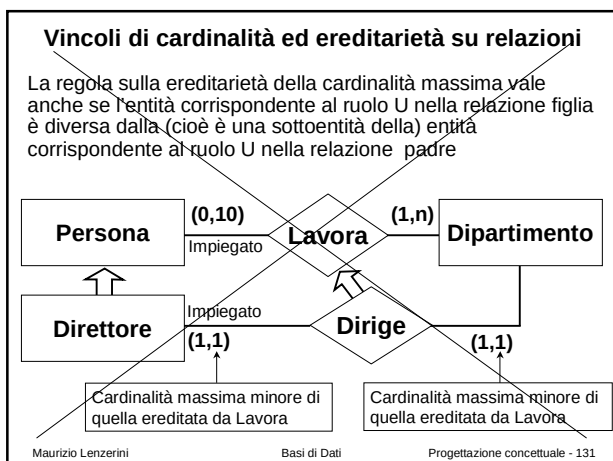
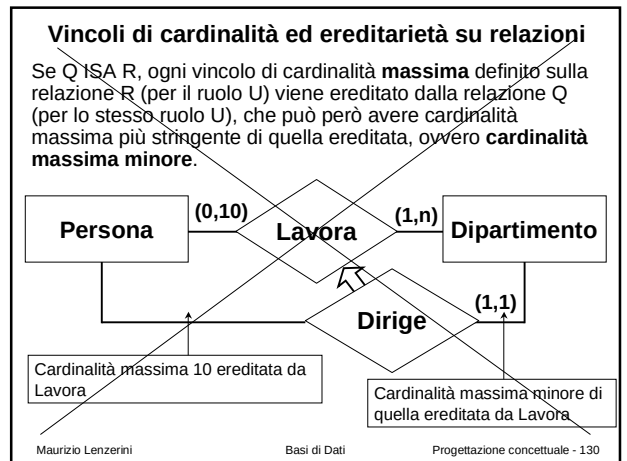
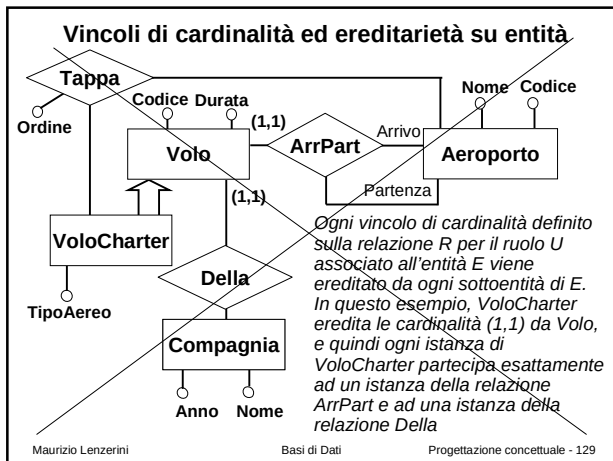
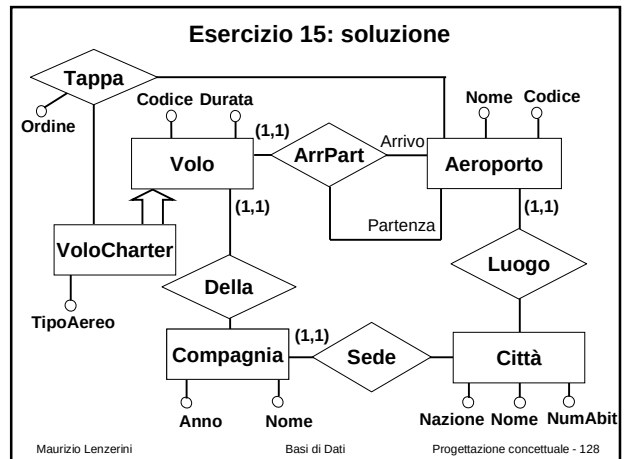
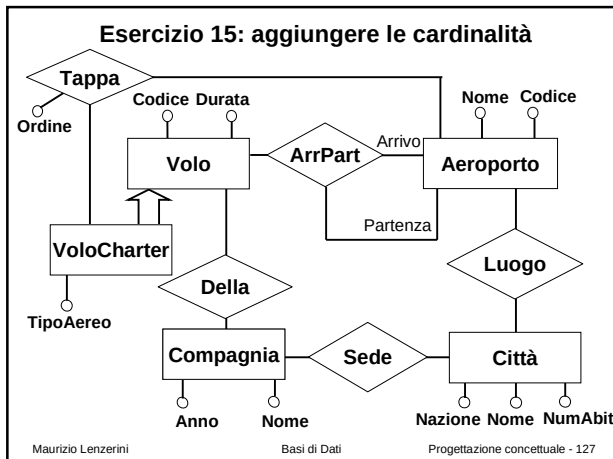
Relazioni binarie "molti a molti"



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 126



Vincoli di cardinalità sugli attributi

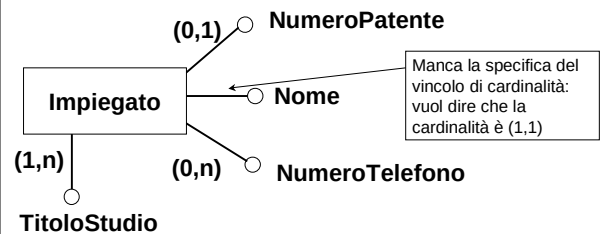
- E' possibile definire vincoli di cardinalità anche sugli attributi, con due scopi:
 - indicare **opzionalità**
 - indicare **attributi multivalore**
- La semantica di un attributo con cardinalità diverso da (1,1) è diversa dal caso di cardinalità (1,1):
 - Quando la cardinalità massima di un attributo non è 1, l'attributo si dice multivalore, e non rappresenta più una funzione ma una relazione; le cardinalità stabiliscono il numero minimo e massimo di valori che l'attributo associa ad ogni istanza dell'entità
 - Quando la cardinalità minima di un attributo è 0, la relazione (o la funzione, se la cardinalità massima è uguale a 1) rappresentata dall'attributo non è più totale
- Se la specifica del vincolo manca, si intende che la cardinalità dell'attributo sia (1,1), e la semantica è quella usuale

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 133

Rappresentazione grafica dei vincoli di cardinalità sugli attributi



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 134

Vincoli di identificazione di entità

- Un identificatore di una entità è un insieme di proprietà (attributi o relazioni) che permettono di identificare univocamente le istanze di un'entità. In altre parole non esistono due istanze di una data entità che assumono lo stesso valore per tutte le proprietà che formano l'identificatore.
- Un **vincolo di identificazione** per una entità E definisce un identificatore per E
- Su ogni entità si può definire un numero qualunque di vincoli di identificazione (tipicamente almeno uno)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 135

Sintassi dei vincoli di identificazione di entità

- Un identificatore di una entità E può essere
 - **Interno**, ossia formato solo da attributi di E
 - **Esterno**, ossia formato da attributi di E e da ruoli di relazioni che coinvolgono E, oppure solo da ruoli di relazioni che coinvolgono E con la regola che tutti gli attributi e tutti i ruoli di relazione che concorrono ad un identificatore di entità devono avere cardinalità (1,1)
- Notazione per gli identificatori interni:
 - Se l'identificatore è formato da un solo attributo, si annerisce il corrispondente pallino.
 - Se l'identificatore è formato da più attributi, si uniscono gli attributi con una linea che termina con pallino annerito.
- Notazione per gli identificatori esterni:
 - Se l'identificatore è formato da attributi e relazioni (o meglio ruoli), si indica unendo gli attributi ed i ruoli con una linea che termina con pallino annerito.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 136

Semantica dei vincoli di identificazione di entità

Se in uno schema **S** è definito un vincolo di identificazione che specifica un identificatore per l'entità **E** formato

- dagli attributi $A_1, A_2, \dots, A_k$
- dalle relazioni R_1 (ruolo U_1), R_2 (ruolo U_2), ..., R_h (ruolo U_h)

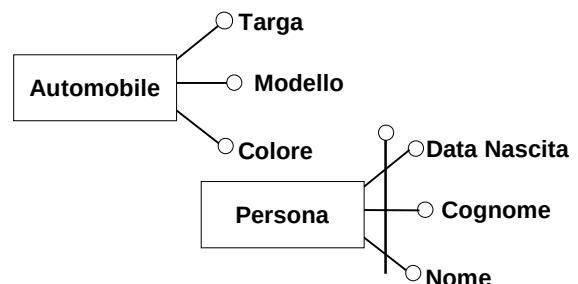
allora in ogni istanza **I** dello schema **S**, prese due diverse istanze qualunque e_1 ed e_2 in $istanze(I, E)$, esse differiscono per il valore di almeno un A_i o per la partecipazione con ruolo U_i in almeno una R_i

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 137

Esempi di identificatori interni

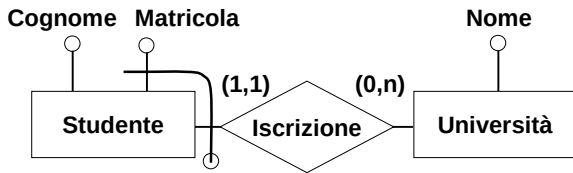


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 138

Esempio di identificatore esterno



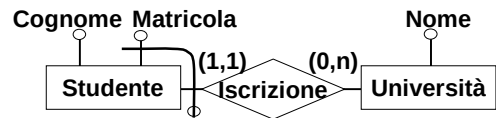
Nota: Un'entità che ha un identificatore esterno viene detta **entità debole**

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 139

Identificatore esterno: livello estensionale



Istanza I:

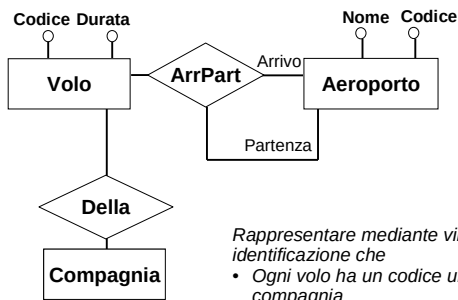
$istanze(Studente) = \{ a, b, c \}$
 $istanze(Università) = \{ v, z \}$
 $istanze(Matricola) = \{ (a,12), (b,24), (c,12) \}$
 $istanze(Cognome) = \{ (a,'Rossi'), (b,'Finzi'), (c,'Rossi') \}$
 $istanze(Nome) = \{ (v,'Viterbo'), (z,'Camerino') \}$
 $istanze(Iscrizione) = \{ (a,v), (b,v), (c,z) \}$

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 140

Esercizio 16: vincoli di identificazione



Rappresentare mediante vincoli di identificazione che

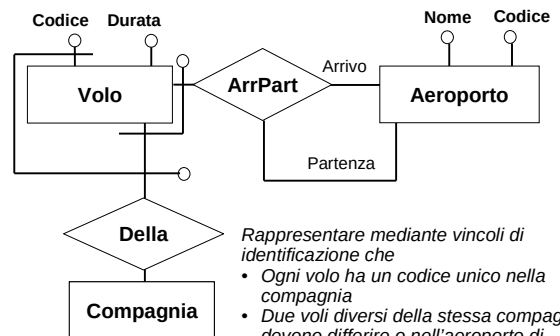
- Ogni volo ha un codice unico nella compagnia
- Due voli diversi della stessa compagnia devono differire o nell'aeroporto di arrivo o nell'aeroporto di partenza

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 141

Esercizio 16: soluzione



Rappresentare mediante vincoli di identificazione che

- Ogni volo ha un codice unico nella compagnia
- Due voli diversi della stessa compagnia devono differire o nell'aeroporto di arrivo o nell'aeroporto di partenza

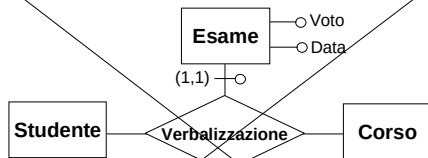
Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

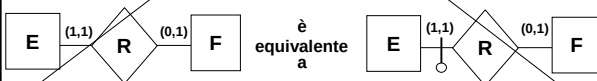
Progettazione concettuale - 142

Esempi di identificazione esterna

Un identificatore esterno può anche non comprendere attributi



Una entità che partecipa con ruolo U e con cardinalità (1,1) ad una relazione R nella quale tutti gli altri ruoli hanno cardinalità massima 1, è implicitamente identificata esternamente da R tramite U. Ad esempio,

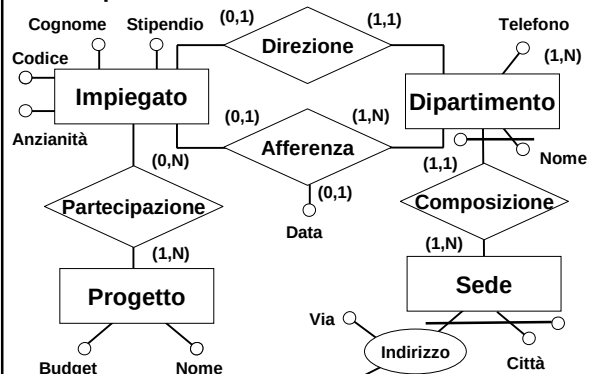


Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 143

Esempio di vincoli di cardinalità e di identificaz.



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 144

Vincoli non esprimibili nel diagramma ER

- Gli schemi ER permettono di cogliere la maggior parte delle interrelazioni tra i dati del dominio d'interesse
- Tuttavia alcune interrelazioni non possono essere colte direttamente da uno schema ER
- Tali interrelazioni vanno in ogni caso tenute presenti attraverso delle asserzioni aggiuntive dette **vincoli esterni al diagramma**, o semplicemente **vincoli esterni**

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 145

Vincoli non esprimibili nel diagramma ER

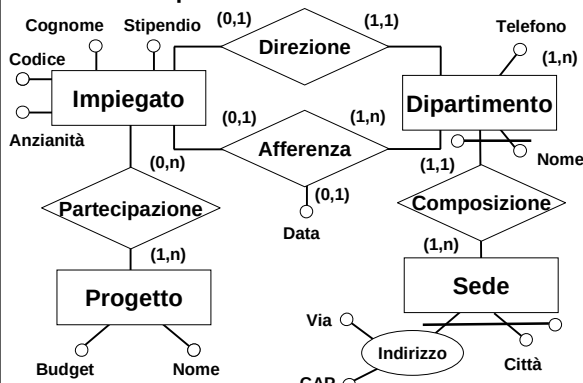
- Come rappresentiamo tali vincoli?
- Attraverso formalismi opportuni (es, in logica matematica)
- Attraverso delle asserzioni in linguaggio naturale (che devono essere il più possibile precise e non ambigue)

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 146

Esempio di schema concettuale ...



Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 147

... con vincoli esterni

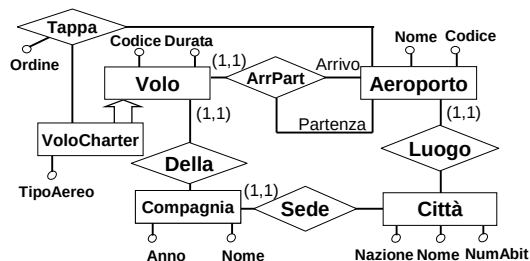
Vincoli di integrità esterni	
(1)	Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento da almeno 5 anni
(2)	Un impiegato non deve avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale afferisce
(3)	Un dipartimento con sede a Roma deve essere diretto da un impiegato con più di dieci anni di anzianità
(4)	Un impiegato non può partecipare ad un numero di progetti maggiore di due volte il numero di dipartimenti ai quali afferisce

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 148

Vincolo esterno sullo schema dell'esercizio 12



Vincolo esterno: Per ogni v in VoloCharter, se $(v, a_1), \dots, (v, a_n)$ sono tutte le coppie in Tappa alle quali partecipa v , e se $o_1, \dots, o_n$ sono i valori assegnati a tali coppie dall'attributo Ordine, allora per ogni $i=1, \dots, n$, esiste un o_i tale che $o_i = i$.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 149

Esercizio 17: progettazione concettuale

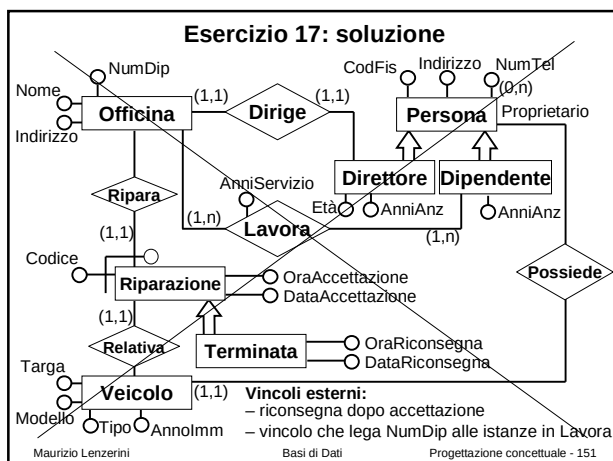
Descrivere lo schema concettuale corrispondente ad un'applicazione riguardante un insieme di officine, facendo riferimento alla seguenti specifiche.

Delle officine interessano: nome, indirizzo, numero di dipendenti (maggiore di 0), dipendenti (con l'informazione su quanti anni di servizio), e direttore. Si noti che ogni officina ha uno ed un solo direttore, ed un direttore dirige una ed una sola officina. Dei dipendenti e dei direttori interessano: codice fiscale, indirizzo, numeri di telefono, e anni di anzianità. Dei direttori interessa anche l'età. Si noti che un direttore non è necessariamente un dipendente di officina (ma può esserlo). Ogni riparazione è effettuata da una ed una sola officina, e riguarda uno ed un solo veicolo. Di ogni riparazione interessano: codice (univoco nell'ambito dell'officina), ora e data di accettazione del veicolo, e, nel caso di riparazione terminata, ora e data di riconsegna del veicolo. Dei veicoli interessano: modello, tipo, targa, anno di immatricolazione, e proprietario. Ogni veicolo ha uno ed un solo proprietario. Dei proprietari di veicoli interessano: codice fiscale, indirizzo, e numeri di telefono.

Maurizio Lenzerini

Basi di Dati

Progettazione concettuale - 150

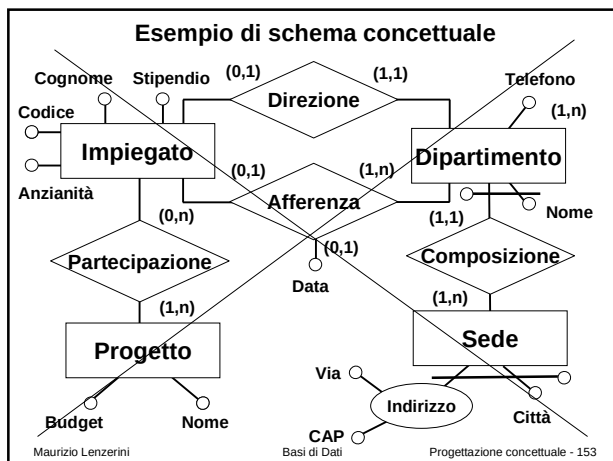


Documentazione associata agli schemi ER

Oltre al diagramma ER, lo schema concettuale è descritto dal cosiddetto **dizionario dei dati**

- Il dizionario dei dati è costituito dalle tabelle di
 - Entità
 - Relazioni
 - Attributi
 - Vincoli esterni

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 152



Dizionario dei dati: entità

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatori
Impiegato	Dipendente dell'azienda	Codice Cognome Stipendio Anzianità	{ Codice }
Progetto	Progetti aziendali	Nome Budget	{ Nome }
Dipartimento	Struttura aziendale	Nome Telefono	{ Nome, Sede }
Sede	Sede dell'azienda	Città Indirizzo (Via, CAP)	{ Città, Indirizzo }

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 154

Dizionario dei dati: relazioni

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
Direzione	Direzione di un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	
Afferenza	Afferenza ad un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	Data
Partecipazione	Partecipazione ad un progetto	Impiegato, Progetto	
Composizione	Composizione dell'Azienda	Dipartimento, Sede	

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 155

Dizionario dei dati: attributi

Attributo	Entità/Relazione	Dominio	Descrizione
Codice	Impiegato	Intero	Codice identificativo di impiegati
Cognome	Impiegato	Stringa	Cognome di impiegato
Stipendio	Impiegato	Reale	Stipendio di impiegato
Nome	Progetto	Stringa	Nome del progetto
...	...	...	...

Maurizio Lenzerini Basi di Dati Progettazione concettuale - 156

Dizionario dei dati: vincoli esterni

Vincoli di integrità esterni
(1) Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento
(2) Un impiegato non deve avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale afferisce
(3) Un dipartimento con sede a Roma deve essere diretto da un impiegato con più di dieci anni di anzianità
(4) Un impiegato che non afferisce ad alcun dipartimento non deve partecipare ad alcun progetto