

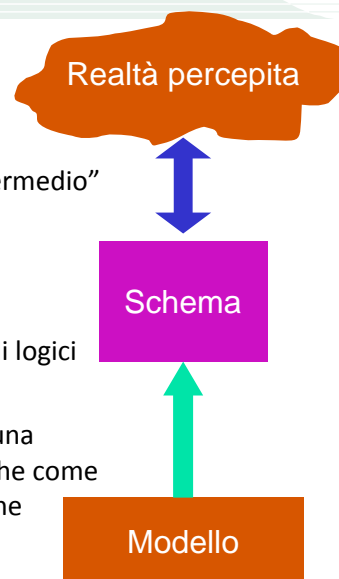
Il modello Entity-Relationship: elementi di base

Sistemi Informativi T

Versione elettronica: [06.1.ER.base.pdf](#)

I modelli concettuali dei dati

- Vogliamo pervenire a uno schema che rappresenti la realtà di interesse in modo **indipendente dal DBMS**
- Cerchiamo quindi un livello di **astrazione** “intermedio” tra sistema e utenti, che sia al tempo stesso:
 - **Flessibile**
 - **Intuitivo**
 - **Espressivo**... tutte caratteristiche che mancano ai modelli logici
- I modelli concettuali prevedono tipicamente una rappresentazione grafica, che risulta utile anche come strumento di documentazione e comunicazione



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 di base:
 - Entità (entity)
 - Associazione (relationship)
 - Attributo
- e inoltre:
- Vincolo di cardinalità
 - Identificatore
- e altro che vedremo nella seconda parte
- Introduciamo i concetti di base parlando dei “**meccanismi di astrazione**” da cui hanno origine

ER: base

Sistemi Informativi T

3

Meccanismi di astrazione

- Quando ragioniamo su un problema usiamo sempre, in funzione del tipo di problema da risolvere, dei **procedimentali mentali** di un certo tipo per arrivare alla soluzione, ovvero
astraiamo dal caso specifico per ricondurci a un “pattern” più generale che conosciamo
- **Astrazione:** *procedimento mentale che si adotta quando si concentra l'attenzione su alcune caratteristiche, trascurando le altre giudicate non rilevanti*
- Nel nostro caso i meccanismi fondamentali di astrazione sono:
 - **classificazione:** identifica classi di oggetti del mondo reale aventi proprietà comuni
 - **aggregazione:** definisce un nuovo concetto a partire da concetti componenti
 - **generalizzazione:** definisce una classe astraendo dalle differenze esistenti tra due o più classi

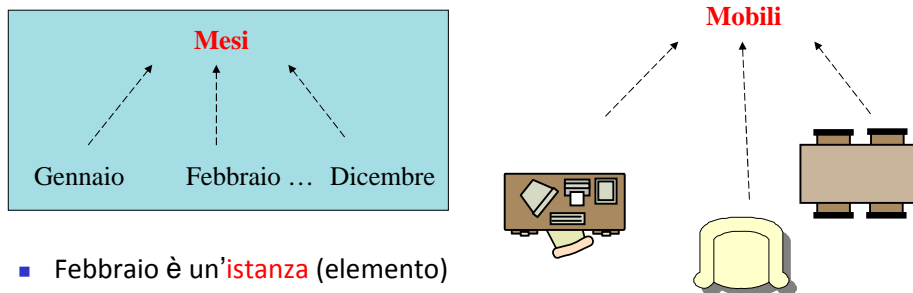
ER: base

Sistemi Informativi T

4

Astrazione di classificazione

- Definizione di una classe a partire da un insieme di oggetti aventi proprietà (caratteristiche) comuni



- Febbraio è un'istanza (elemento) della classe Mesi
- In generale, dato un insieme di oggetti, le classi definibili non sono univocamente determinate, dipende da ciò che interessa modellare!

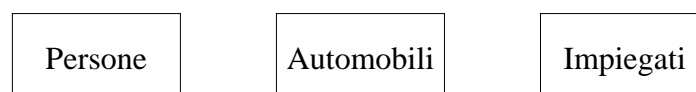
ER: base

Sistemi Informativi T

5

Modello E/R: 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:



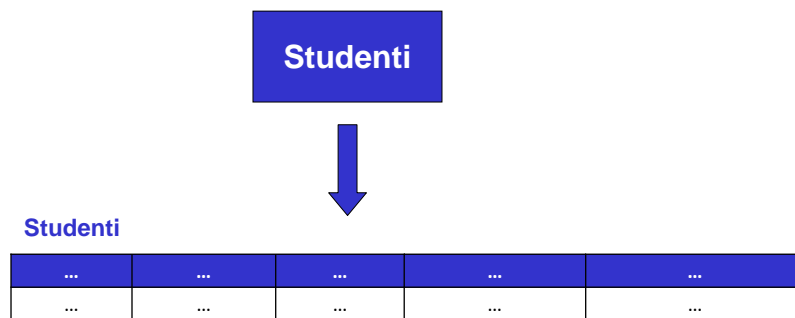
ER: base

Sistemi Informativi T

6

Entità e relazioni

- Data un'entità, **in prima approssimazione** possiamo considerarla "equivalente" a una relazione, di cui però non sappiamo ancora definire lo schema



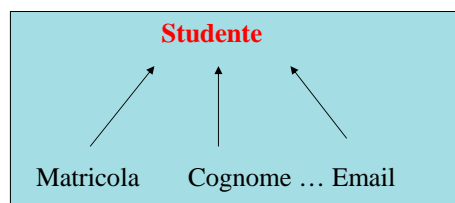
ER: base

Sistemi Informativi T

7

Astrazione di aggregazione

- Definizione di un concetto (classe) a partire da un **insieme di concetti componenti**



- La Matricola è una **parte** (part of) dello Studente
- È la tipica astrazione che viene utilizzata quando si definiscono dei record (tuple)

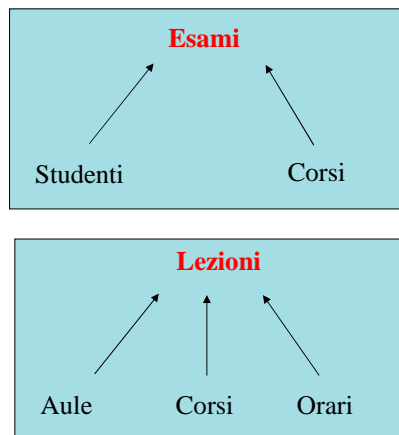
ER: base

Sistemi Informativi T

8

Aggregazione di classi

- Un caso particolarmente interessante è quando i concetti che vengono aggregati sono delle classi che rappresentiamo come delle entità



ER: base

Sistemi Informativi T

9

Modello E/R: 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:



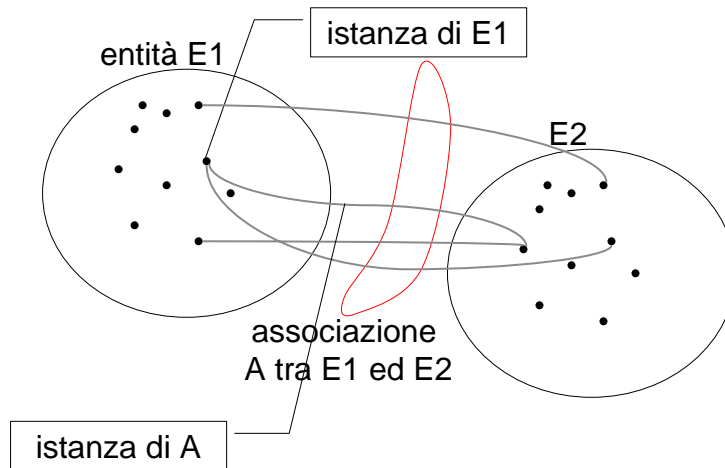
- Se **p** è un'istanza di **Persone** e **c** è un'istanza di **Città**,
la coppia (p, c) è un'istanza dell'associazione Risiedono

ER: base

Sistemi Informativi T

10

A livello di istanze...



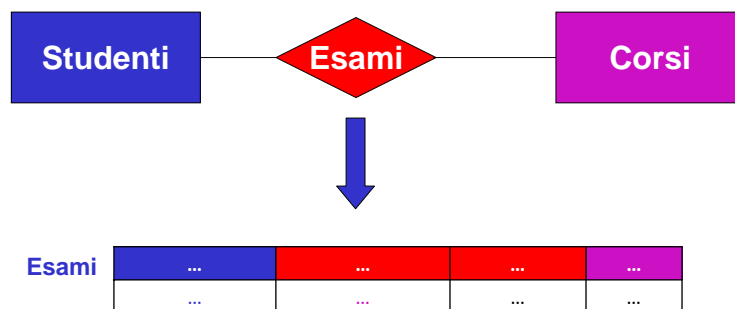
ER: base

Sistemi Informativi T

11

Associazioni e relazioni

- Data un'associazione, **in prima approssimazione** possiamo considerarla ancora "equivalente" a una relazione, di cui però non sappiamo ancora definire lo schema
- Sappiamo solo che dobbiamo in qualche modo mantenere le giuste corrispondenze (istanze dell'associazione) tra le entità coinvolte



ER: base

Sistemi Informativi T

12

Istanze di associazioni: una precisazione

- 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 Esami



Vedremo in seguito come si può rappresentare la possibilità di sostenere **più volte lo stesso esame**

ER: base

Sistemi Informativi T

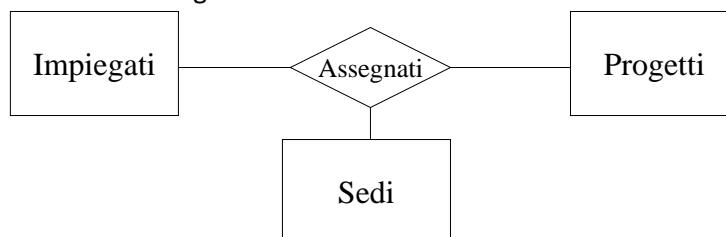
13

Grado delle associazioni

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



- **associazione ternaria**: grado = 3



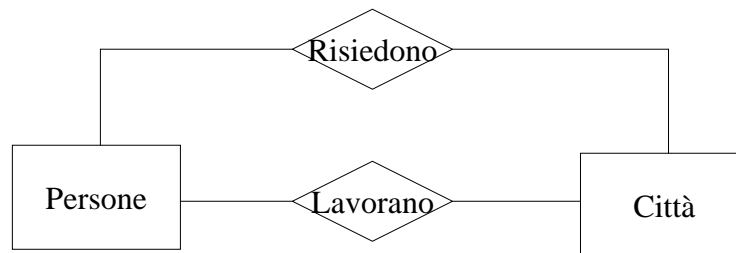
ER: base

Sistemi Informativi T

14

Più associazioni tra le stesse entità

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



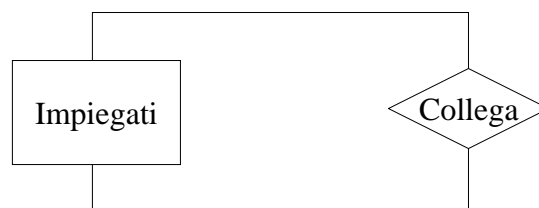
ER: base

Sistemi Informativi T

15

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 Collega è simmetrica, irriflessiva e transitiva

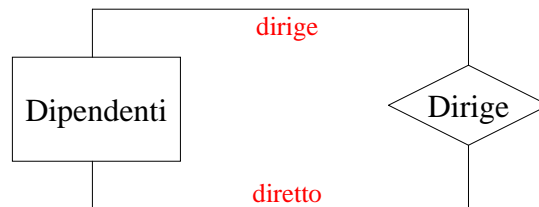
ER: base

Sistemi Informativi T

16

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

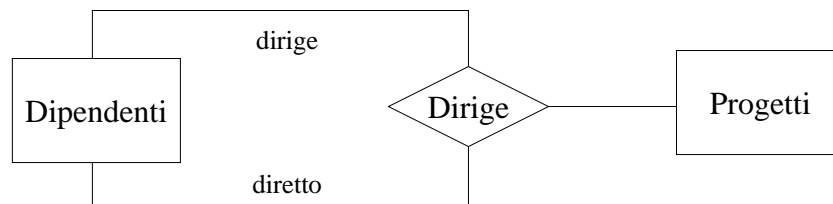
ER: base

Sistemi Informativi T

17

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

ER: base

Sistemi Informativi T

18

Un semplice schema E/R (incompleto!)

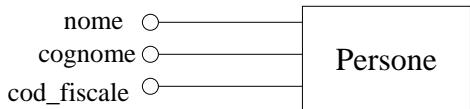


ER: base

Sistemi Informativi T

19

Attributi

- Un attributo è una **proprietà elementare di un'entità o di un'associazione**
- Graficamente:
 
- nome, cognome, cod_fiscale sono tutti attributi di Persone
- 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**

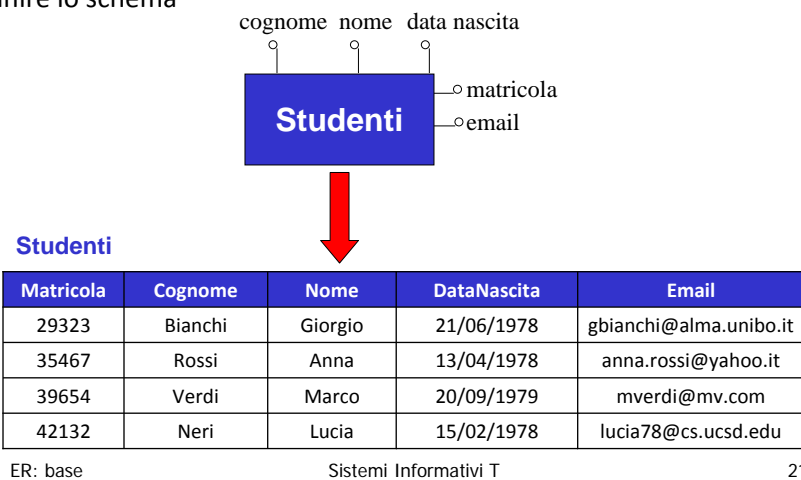
ER: base

Sistemi Informativi T

20

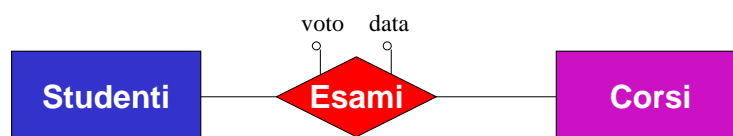
Entità con attributi e relazioni

- Ancora **in modo approssimato**, un'entità con attributi possiamo considerarla "equivalente" a una relazione, di cui ora possiamo definire lo schema



Attributi: dell'entità o dell'associazione?

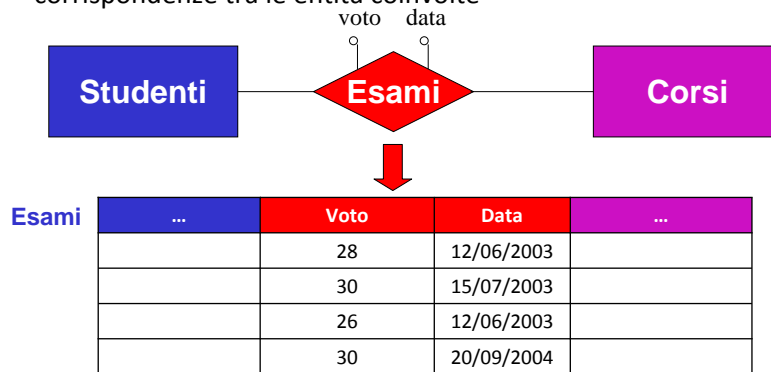
- È importante **fare attenzione a dove si specificano gli attributi!**



- data e voto non sono proprietà né di uno studente né di un corso, ma del legame Studenti-Corsi che si crea in occasione di un esame

Associazioni con attributi e relazioni

- Data un'associazione con attributi, **in prima approssimazione** possiamo considerarla ancora "equivalente" a una relazione, di cui possiamo definire lo schema **solo parzialmente**
- ... dobbiamo ancora trovare il modo di mantenere le giuste corrispondenze tra le entità coinvolte



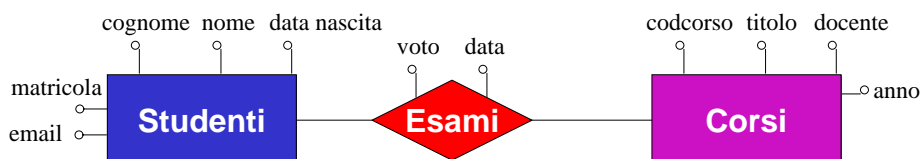
ER: base

Sistemi Informativi T

23

Rappresentare un'associazione (1)

- Consideriamo il seguente schema, completo di attributi



- Sappiamo che un'istanza dell'associazione è la **combinazione (aggregazione) di istanze delle entità** che vengono associate
- Quindi, ad esempio:

"Lo studente Giorgio Bianchi, nato il 21 Giugno 1978, con numero di matricola 29323 ed email gbianchi@alma.unibo.it, ha superato con voto 28 il 12 Giugno 2003 l'esame del corso di Analisi, codice 483, tenuto dal Prof. Biondi al primo anno"

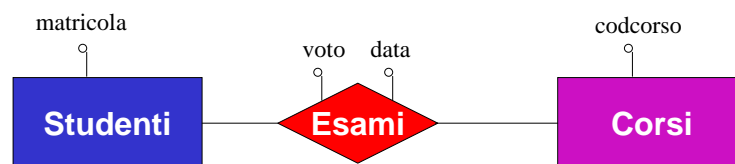
ER: base

Sistemi Informativi T

24

Rappresentare un'associazione (2)

- Anticipiamo qualcosa...
- Osserviamo che CodCorso è la sola chiave di Corsi, e quindi anche chiave primaria, e che Matricola è la chiave primaria di Studenti
- Possiamo pertanto dire, senza perdita di informazioni, la stessa cosa in modo più compatto:
"Lo studente con numero di matricola 29323 ha superato con voto 28 il 12 Giugno 2003 l'esame del corso con codice 483"
- ...e quindi per l'associazione di fatto dobbiamo rappresentare solo:

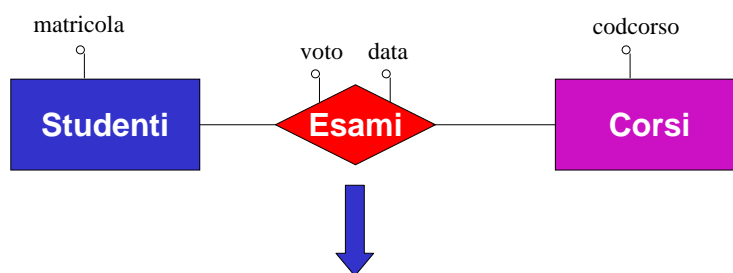


ER: base

Sistemi Informativi T

25

Rappresentare un'associazione (3)



Esami	Matricola	Voto	Data	CodCorso
	29323	28	12/06/2003	483
	39654	30	15/07/2003	729
	29323	26	12/06/2003	913
	35467	30	20/09/2004	913

ER: base

Sistemi Informativi T

26

Identificatori

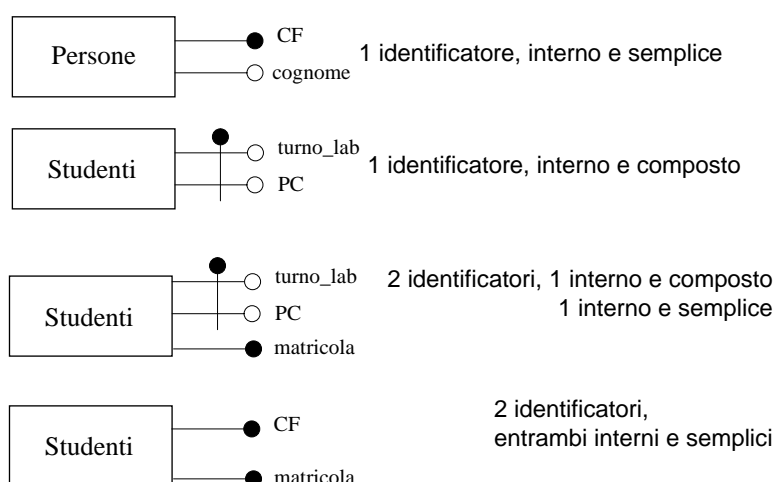
- Un identificatore permette l'**individuazione univoca delle istanze di un'entità**; deve valere anche la **minimalità**: nessun sottoinsieme proprio dell'identificatore deve a sua volta essere un identificatore
 - Corrisponde al concetto di **chiave** del modello relazionale
- Per definire un identificatore per un'entità E si hanno due possibilità:
 - **Identificatore interno**: si usano uno o più attributi di E
 - **Identificatore esterno**: trattati nella seconda parte
- 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**
- Ogni entità deve avere **almeno un identificatore**, in generale può averne più di uno

ER: base

Sistemi Informativi T

27

Identificatori: esempi



ER: base

Sistemi Informativi T

28

Differenze con il modello relazionale (1)

- Nel modello relazionale abbiamo, per ogni relazione, una chiave primaria ed eventuali altre chiavi
- La chiave primaria viene “esportata”, definendo così delle foreign keys
- Quindi: **per definire una foreign key dobbiamo aver prima definito qual è la chiave primaria della relazione che vogliamo referenziare**

Studenti	Matricola	CodiceFiscale	Cognome	Nome	DataNascita
	29323	BNCGRG78F21A	Bianchi	Giorgio	21/06/1978
	35467	RSSNNA78D13A	Rossi	Anna	13/04/1978
	39654	VRDMRC79I20A	Verdi	Marco	20/09/1979
	42132	VRDMRC79I20B	Verdi	Marco	20/09/1979

Se in Esami vogliamo referenziare la primary key di Studenti dobbiamo prima scegliere se è Matricola o CodiceFiscale!

- Si noti che il problema si pone anche in SQL, in cui si possono definire foreign keys che referenziano anche chiavi non primarie

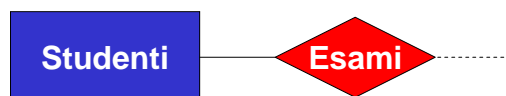
ER: base

Sistemi Informativi T

29

Differenze con il modello relazionale (2)

- Nel modello E/R il “riferimento” di un’associazione a un’entità è **esplicito nello schema**, anche quando non è stato ancora definito alcun identificatore!



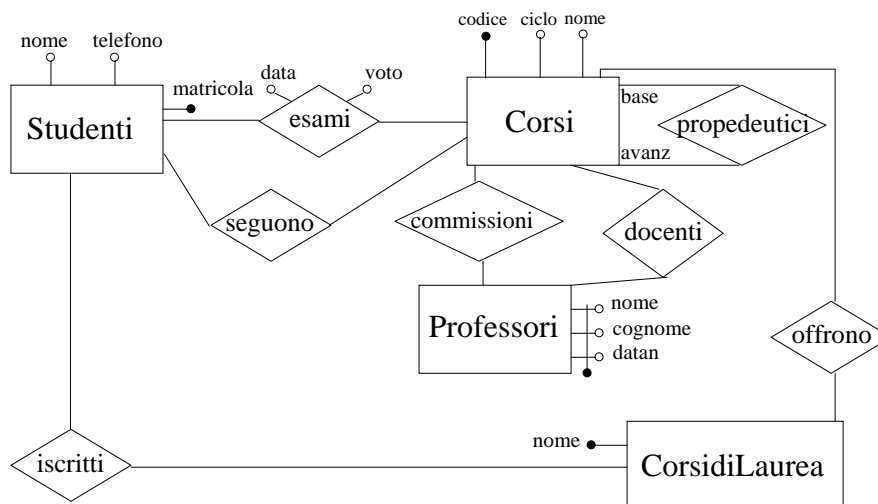
- Lo schema dice già, senza ambiguità, che **ogni istanza di Esami referencia una specifica istanza di Studenti**
- Come? **A questo livello di dettaglio non è necessario saperlo, lo si può stabilire in seguito!**

ER: base

Sistemi Informativi T

30

Uno schema E/R (ancora incompleto!)



ER: base

Sistemi Informativi T

31

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 identificazione
 - vincoli di cardinalità (per associazioni e attributi)

ER: base

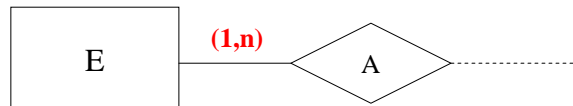
Sistemi Informativi T

32

Associazioni: vincoli di cardinalità

- Sono coppie di valori (**min-card,max-card**) associati a ogni entità che partecipa a un'associazione, che 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: **min-card = 1**
 - ogni istanza di E può partecipare a più istanze di A (senza limiti): **max-card = n**

- Graficamente:



ER: base

Sistemi Informativi T

33

Vincoli di cardinalità: un esempio



- **min-card(Automobili,Proprietà) = 0**: esistono automobili non possedute da alcuna persona
- **max-card(Automobili,Proprietà) = 1**: ogni automobile può avere al più un proprietario
- **min-card(Persone,Proprietà) = 0**: esistono persone che non posseggono alcuna automobile
- **max-card(Persone,Proprietà) = n**: ogni persona può essere proprietaria di un numero arbitrario di automobili

ER: base

Sistemi Informativi T

34

Vincoli di cardinalità: commenti (1)

- I vincoli di cardinalità si possono stabilire correttamente solo se è ben chiaro cosa rappresentano le diverse entità (analisi della realtà!)
- Ad esempio:



- Se **Persone** rappresenta, ad es., il personale di un'azienda, allora è ragionevole il vincolo $\text{min-card}(\text{Persone}, \text{Proprietà}) = 0$
- Ma se, viceversa, abbiamo a che fare con il DB del Pubblico Registro Automobilistico (PRA) e **Persone** rappresenta l'insieme dei proprietari di auto italiane, allora $\text{min-card}(\text{Persone}, \text{Proprietà}) = 1$

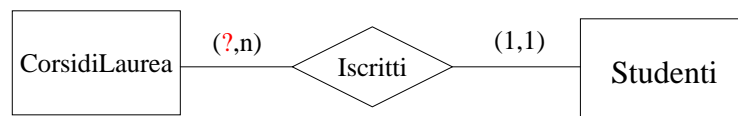
ER: base

Sistemi Informativi T

35

Vincoli di cardinalità: commenti (2)

- In molti casi i vincoli di cardinalità corretti si ricavano ragionando sulla “tempistica di creazione delle istanze”
- Ad esempio:



- Sembrerebbe ovvio il vincolo $\text{min-card}(\text{CorsidiLaurea}, \text{Iscritti}) = 1$
- Ma che succede se si crea un nuovo Corso di Laurea?
- Non si può inserirlo nel DB, in quanto violerebbe il vincolo, quindi $\text{min-card}(\text{CorsidiLaurea}, \text{Iscritti}) = 0$

ER: base

Sistemi Informativi T

36

Vincoli di cardinalità: commenti (3)

- L'analisi delle regole che valgono nel mondo reale è sempre fondamentale (**non c'è nulla di automatico!**)
- Ad esempio:



- Per quanto appena visto $\text{min-card}(\text{Dipartimenti}, \text{Afferenti}) = 0$
- Ma ogni Ateneo ha come regola che, per costituire un nuovo Dipartimento, è necessario un numero minimo (ad es. 5) di Docenti proponenti che, in caso di approvazione della domanda, afferiscono automaticamente a tale Dipartimento
- Dunque

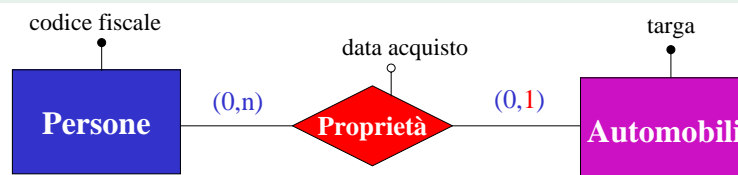
$$\text{min-card}(\text{Dipartimenti}, \text{Afferenti}) = 5$$

ER: base

Sistemi Informativi T

37

Perché i vincoli di cardinalità sono importanti?



- Anticipiamo qualcosa, traducendo Proprietà...

Proprietà

CF	DataAcquisto	Targa
BLGSTR71B22	12/08/2004	CT 001 MJ
BLGSTR71B22	15/07/2003	CM 415 EF
FDLNNR66M45	12/06/2003	CL 217 HK
...

- Un'automobile ha al massimo un proprietario...
- Quindi **non esistono valori ripetuti di Targa in Proprietà...**
- Quindi **Targa è chiave di Proprietà!**

ER: base

Sistemi Informativi T

38

Tipi di associazione: terminologia

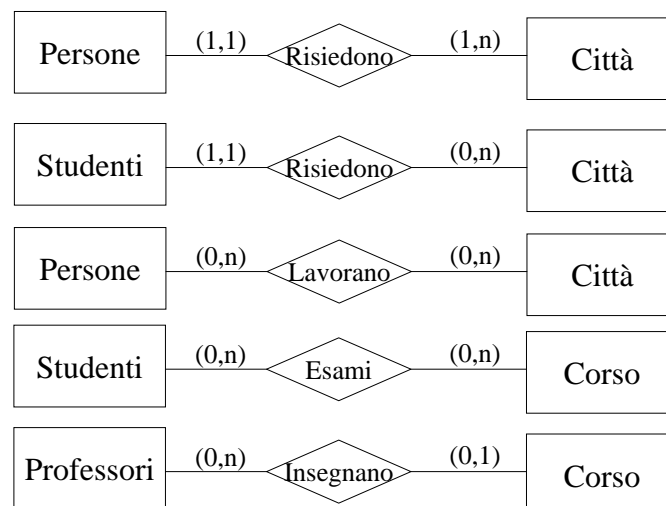
- Nel caso di un'associazione binaria A tra due entità E1 ed E2 (non necessariamente distinte), si dice che:
 - A è **uno a uno** se le cardinalità massime di entrambe le entità rispetto ad A sono 1
 - A è **uno a molti** se $\max\text{-card}(E1,A) = 1$ e $\max\text{-card}(E2,A) = n$, o viceversa
 -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

ER: base

Sistemi Informativi T

39

Tipi di associazione: esempi



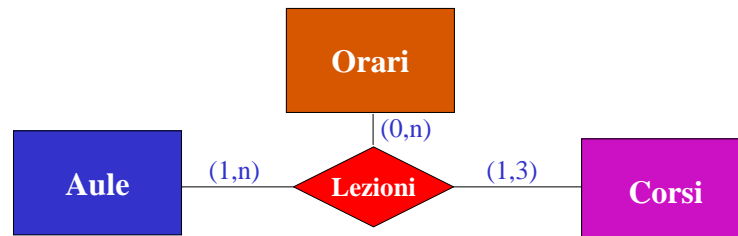
ER: base

Sistemi Informativi T

40

Associazione n-arie

- Quanto visto si estende naturalmente al caso di associazioni di grado > 2



Ogni aula ospita da 1 a n lezioni settimanali

Ogni corso ha da 1 a 3 lezioni settimanali

In ogni ora si tengono da 0 a n lezioni settimanali

- Ogni istanza di Lezioni è una tripla (a,c,o): i vincoli di cardinalità per l'entità Aule relativamente all'associazione Lezioni specificano in quante triple può comparire una data aula (idem per le altre entità)

ER: base

Sistemi Informativi T

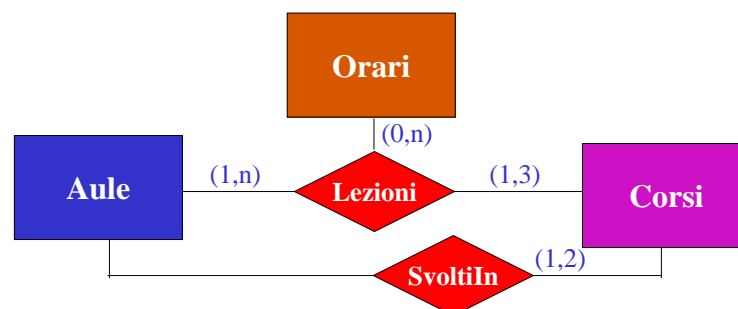
41

Associazione n-arie: attenzione!

- Nel caso di associazioni di grado > 2 ragionare sui vincoli è però in generale meno immediato che nel caso binario

Ogni corso si tiene in non più di 2 aule

- Non riguarda gli Orari, quindi non riguarda Lezioni!
- C'è bisogno di un'associazione specifica tra Corsi e Aule

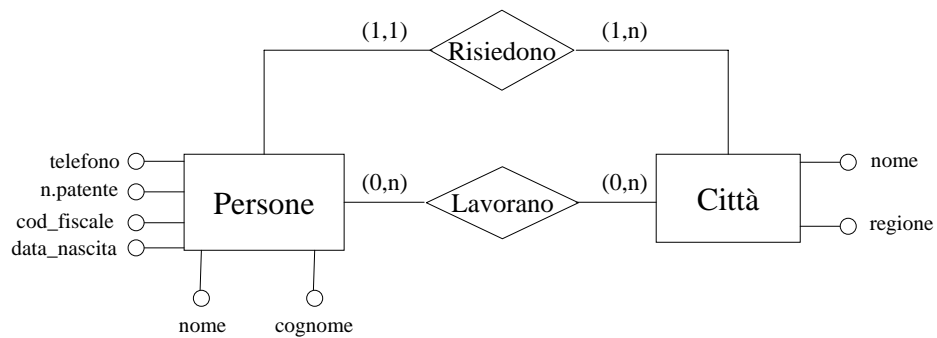


ER: base

Sistemi Informativi T

42

Esempio con vincoli di cardinalità

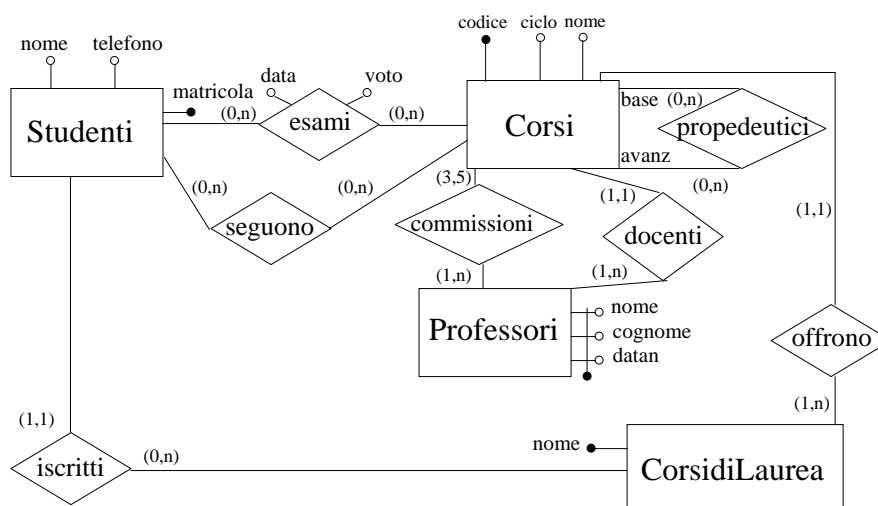


ER: base

Sistemi Informativi T

43

Uno schema E/R completo!



ER: base

Sistemi Informativi T

44