

Università Degli Studi di Ferrara

Corso di Laurea in Informatica - A.A. 2022 - 2023

Basi di Dati e Laboratorio

Lez. 04 - Modello EER

Concetti del modello EER

- Include tutti i concetti di modellazione del modello ER
- Concetti aggiuntivi: sottoclassi/superclassi, specializzazione, categorie, propagazione (ereditarietà) degli attributi.
- Il modello risultante è chiamato Modello Enhanced-ER o Extended ER (E2R or EER)
- È utilizzato per modellare applicazioni in maniera più accurata e più specifica
- Include alcuni concetti derivati dalla programmazione ad oggetti come l'ereditarietà.

Sottoclassi e Superclassi (1)

- Un'entità potrebbe avere alcuni sottogruppi addizionali di istanze, aventi un significato particolare per il mini-mondo di interesse.
- Esempio: DIPENDENTE potrebbe essere ulteriormente suddiviso in SEGRETARIO, INGEGNERE, DIRETTORE, TECNICO, TEMPORANEO, TEMPO_INDETERMINATO, ...
 - Ciascuno di questi gruppi è costituito da un *sottoinsieme* delle *istanze* dell'entità DIPENDENTE
 - Ciascuno di questi gruppi viene chiamato una **sottoclasse** di DIPENDENTE.
 - DIPENDENTE è chiamata **superclasse** di ciascuna di queste sottoclassi.
- Queste sono dette associazioni di superclasse/sottoclasse.
- Esempio: DIPENDENTE/SEGRETARIO, DIPENDENTE/TECNICO

Sottoclassi e Superclassi (2)

- Sono anche chiamate associazioni È-UN (IS-A): SEGRETARIO È-UN DIPENDENTE, TECNICO È-UN DIPENDENTE, ...
- Nota: Un'istanza membro di una sottoclasse rappresenta *la stessa istanza del mini-mondo* di un qualche membro della superclasse.
 - Il membro della sottoclasse è la stessa istanza in un (distinto) ruolo specifico.
 - Un'istanza non può esistere nel database solamente in qualità di membro di una sottoclasse; deve essere membro della superclasse.
 - Un membro della superclasse può essere eventualmente incluso nei membri di un qualsiasi numero delle sue sottoclassi.
- Esempio: Un dipendente temporaneo che sia anche un ingegnere appartiene sia alla sottoclasse INGEGNERE che a TEMPORANEO.
 - Non è necessario che tutte le istanze di una superclasse siano membri di qualche sottoclasse

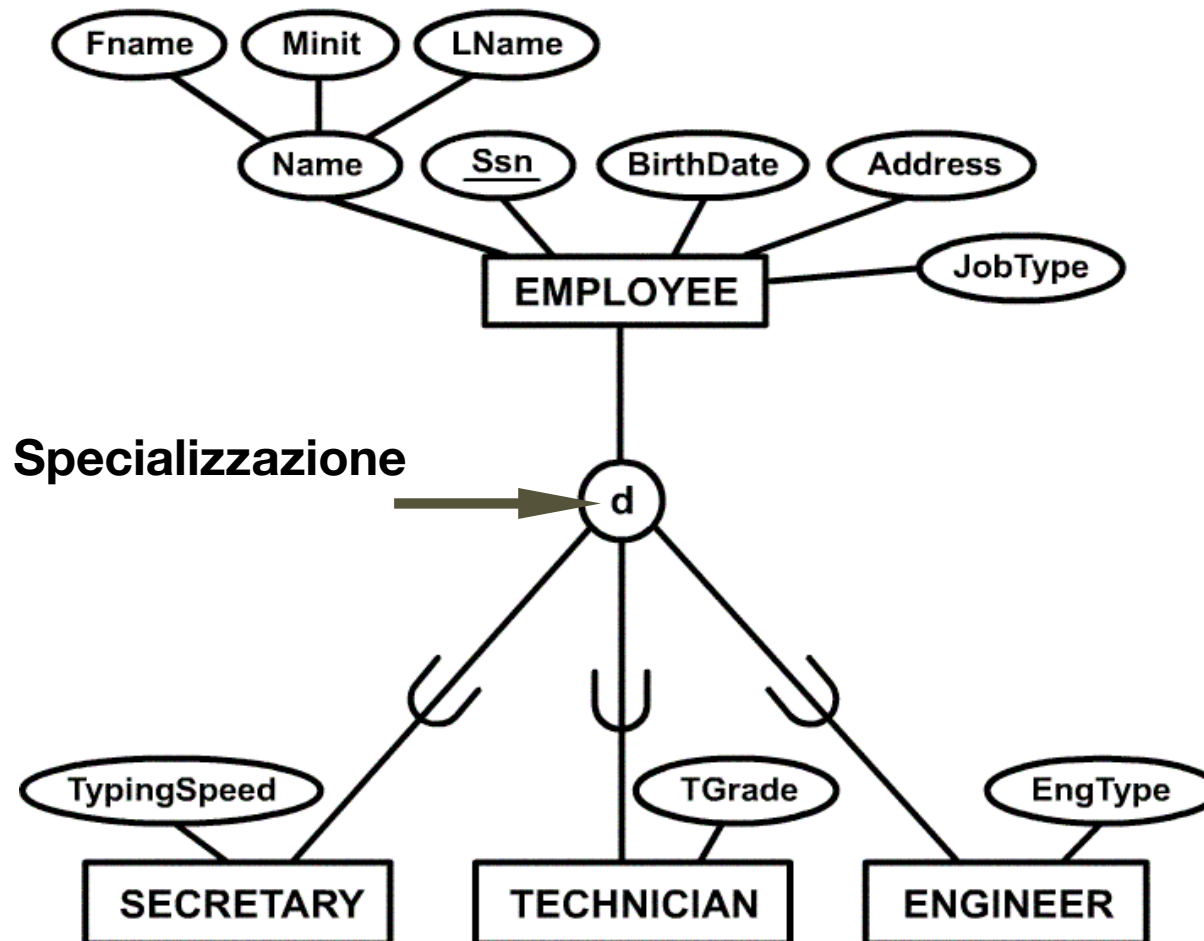
Ereditarietà degli Attributi

- Un'entità che sia membro di una sottoclasse eredita tutti gli attributi dell'entità considerata come membro della superclasse.
- Eredita inoltre anche tutte le associazioni.

Specializzazione

- **Specializzazione:** il processo di definizione di un *insieme* di *sottoclassi* di una *superclasse*.
- L'insieme di sottoclassi è basato su alcune caratteristiche peculiari delle istanze della superclasse.
- Esempio: {SEGRETARIO, INGEGNERE, TECNICO} è una specializzazione di DIPENDENTE basata sul tipo di lavoro.
 - Ci possono essere diverse specializzazioni della stessa superclasse.
- Esempio: Un'altra specializzazione di DIPENDENTE basata sul tipo di contratto di lavoro è {TEMPORANEO, TEMPO INDETERMINATO}.
 - Le associazioni superclasse/sottoclasse e la specializzazione può essere rappresentata graficamente nei diagrammi EER
 - Gli attributi di una sottoclasse sono detti **attributi specifici**.
Ad esempio, VelocitàBattitura di SEGRETARIO
 - Una sottoclasse può partecipare a specifiche associazioni (a cui non partecipa la superclasse)

Esempio di Specializzazione



Generalizzazione

- Il processo inverso rispetto alla specializzazione
- Alcune classi con caratteristiche comuni vengono generalizzate in una superclasse. Le classi originali diventano sottoclassi della superclasse creata.
- Esempio: AUTO, CAMION generalizzate in VEICOLO; sia AUTO che CAMION diventano sottoclassi della superclasse VEICOLO.
 - Si può vedere {AUTO, CAMION} come una specializzazione di VEICOLO
 - Di converso si può vedere VEICOLO come una generalizzazione di AUTO e CAMION

Generalizzazione e Specializzazione

- A volte vengono usati nei diagrammi alcune notazioni per distinguere tra generalizzazione e specializzazione.
 - Frecce dirette verso la superclasse rappresentano una generalizzazione
 - Frecce dirette verso le sottoclassi rappresentano una specializzazione
 - Notazione ambigua: spesso è molto soggettiva, e soggettivo è decidere quale processo adottare nella situazione particolare
 - A volte è meglio non indicare alcuna freccia.
- Modello dei Dati con Specializzazione e Generalizzazioni
 - Una superclasse o sottoclasse rappresenta un insieme di istanze
 - Rappresentate nei diagrammi EER come rettangoli (come le entità)
 - A volte tutti gli insiemi di istanze vengono chiamati semplicemente classi, indipendentemente dal fatto che siano entità, superclassi o sottoclassi.

Vincoli (1)

sulle Specializzazioni e sulle Generalizzazioni

- Se è possibile determinare esattamente le istanze che diventeranno membri di una sottoclasse mediante una *condizione*, le sottoclassi vengono chiamate **definite da un predicato** (o **definite da una condizione**)
 - La condizione è un vincolo che determina i membri di una sottoclasse
 - Questo tipo di sottoclassi si indicano scrivendo il *predicato di condizione* vicino alla linea che unisce la sottoclasse alla specializzazione
- Se tutte le sottoclassi di una specializzazione hanno la condizione di appartenenza sullo stesso attributo, la specializzazione è detta **definita da un attributo**
 - L'attributo è chiamato **attributo di specializzazione**
 - Esempio: TipoLavoro è l'attributo che definisce la specializzazione {SEGRETARIO, TECNICO, INGEGNERE} di DIPENDENTE
- Se nessuna condizione determina l'appartenenza, la sottoclasse è chiamata **definita dall'utente**

Vincoli (2)

sulle Specializzazioni e sulle Generalizzazioni

- **Vincolo di disgiunzione:**

- Specifica che le sottoclassi di una specializzazione devono essere disgiunte (un'istanza può essere membro di solo una sottoclasse della specializzazione)
- Denotata con una **d** nei diagrammi EER
- Se non sono disgiunte: sovrapposte. la stessa istanza può appartenere a più di una sottoclasse della specializzazione
- Denotata con una **o** (overlap) nei diagrammi EER

- **Vincolo di completezza:**

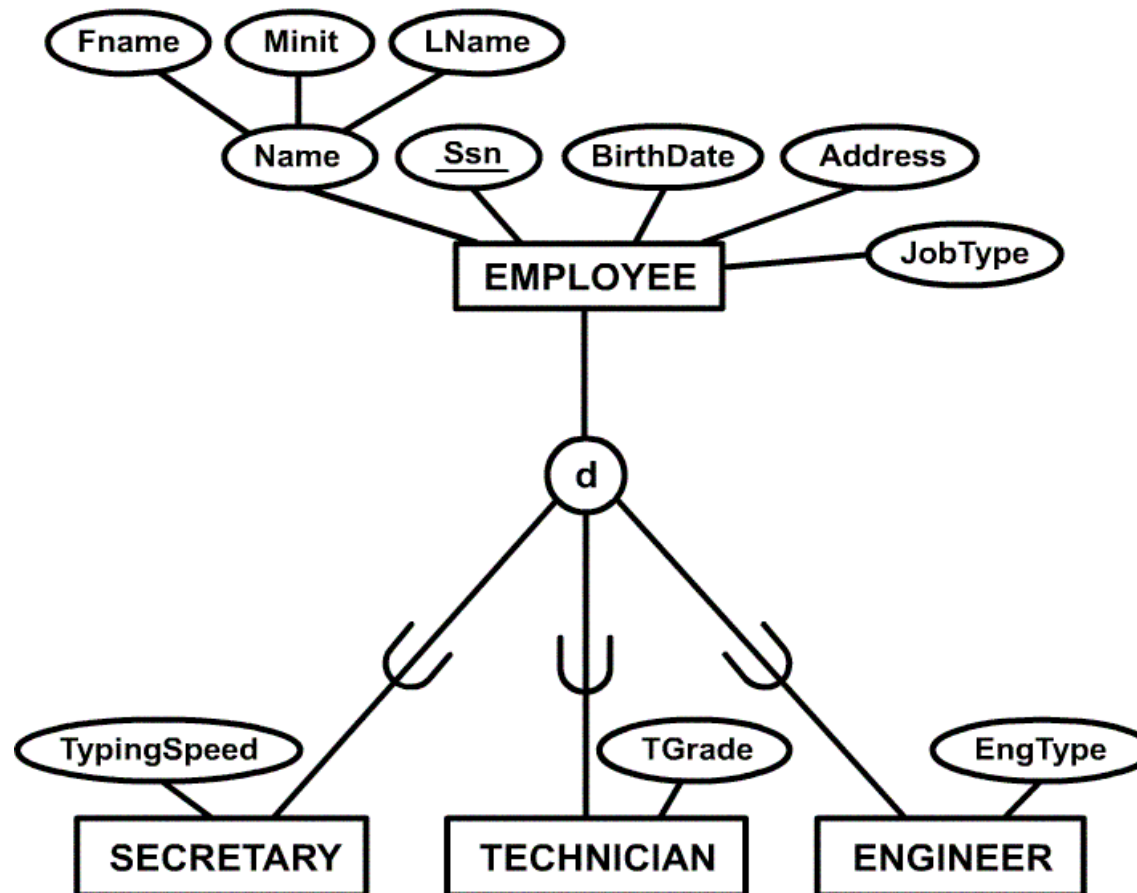
- **Completezza Totale:** specifica che ogni istanza della superclasse deve appartenere ad almeno una sottoclasse della specializzazione/generalizzazione
- Denotata nei diagrammi EER con una linea doppia
- **Completezza Parziale:** consente alle istanze di non appartenere a nessuna sottoclasse.
- Denotata nei diagrammi EER con una linea singola

Vincoli (2)

sulle Specializzazioni e sulle Generalizzazioni

- Si hanno quindi quattro tipi di generalizzazioni/specializzazioni:
 - Disgiunta, totale
 - Disgiunta, parziale
 - Sovrapposta, totale
 - Sovrapposta, parziale
- Nota: Una generalizzazione è solitamente totale in quanto la superclasse è derivata dalle sottoclassi

Esempio di Specializzazione Disgiunta, Parziale



Gerarchie e Reticoli

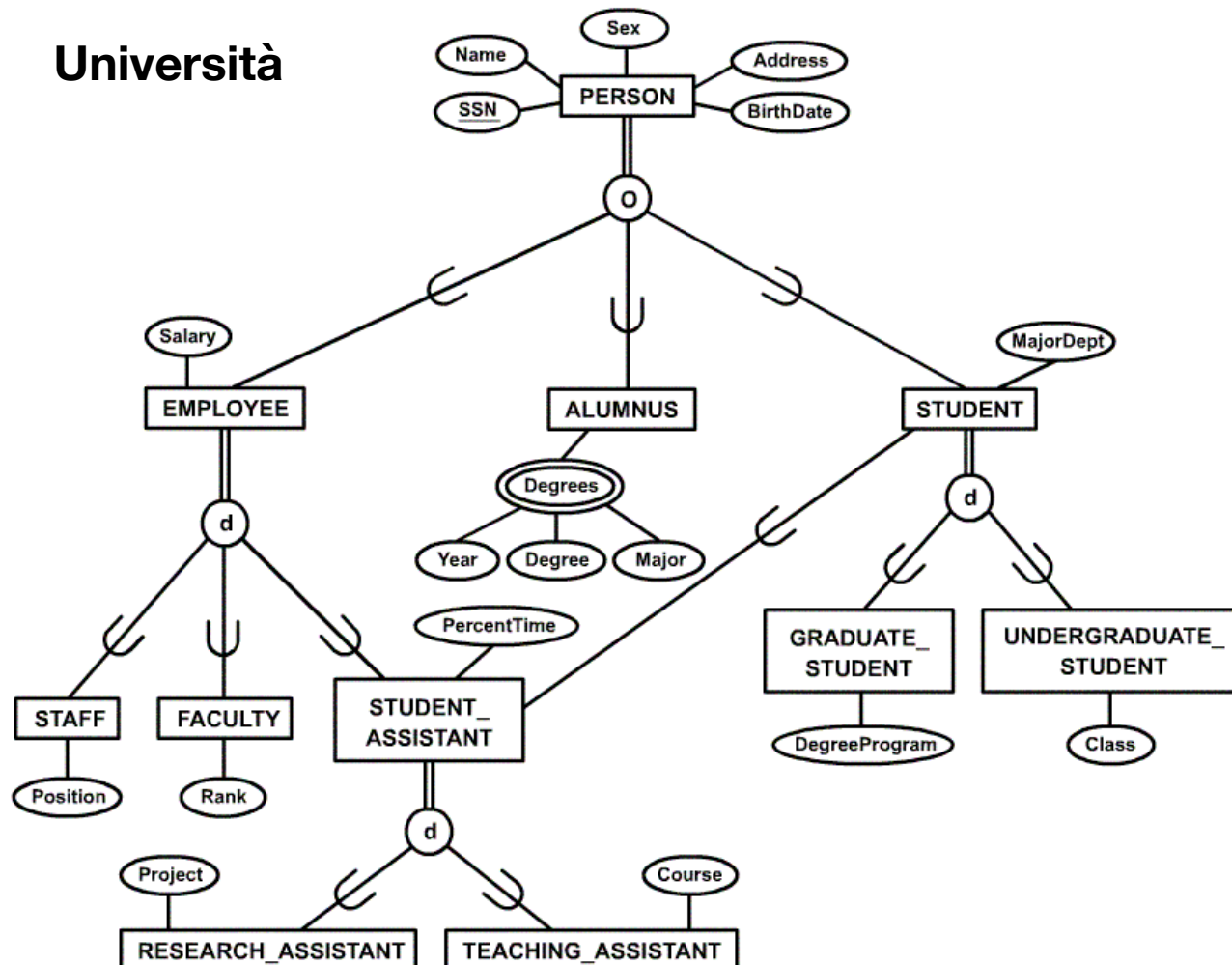
di Specializzazione/Generalizzazione

- Una sottoclasse può avere essa stessa ulteriori sottoclassi specificate su di essa (ed essere quindi superclasse per queste)
- Si può formare quindi una **gerarchia** o un **reticolo** (di sottoclassi/superclassi)
- Una **gerarchia** impone il *vincolo* che ciascuna sottoclasse abbia *una sola* superclasse (detta anche *ereditarietà singola*)
- In un **reticolo** invece una sottoclasse può essere sottoclasse *di più di una* superclasse (detta anche *ereditarietà multipla*)
- In un reticolo o in una gerarchia, una sottoclasse eredita gli attributi non solo della sua superclasse diretta, ma anche delle superclassi precedenti.
- Una sottoclasse con più di una superclasse (possibile solo in un reticolo) viene chiamata **sottoclasse condivisa**.
- Si possono avere *gerarchie* o *reticoli* di *specializzazione* oppure *gerarchie* o *reticoli* di *generalizzazione*.
- Nelle specializzazioni, si inizia con un'entità e si definiscono sottoclassi dell'entità mediante specializzazioni successive (processo di *raffinamento concettuale* **top-down**)
- Nelle generalizzazioni, si inizia con alcune entità e si generalizzano (in successione) quelle che hanno proprietà comuni (processo di *sintesi concettuale* **bottom-up**)
- In pratica, viene utilizzata molto spesso una combinazione dei due processi.

ESEMPIO

Reticolo di Specializzazione/Generalizzazione

Università

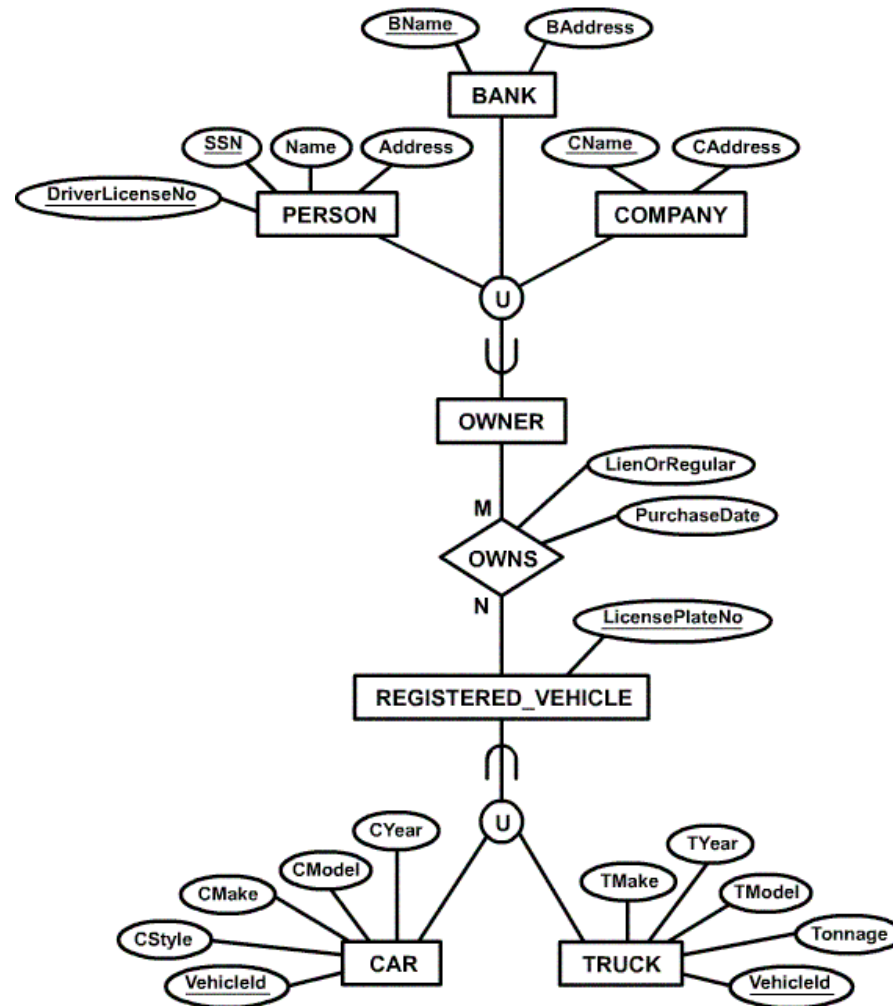


Categorie (tipi UNIONE)

- Tutte le associazioni superclasse/sottoclasse finora viste hanno una sola superclasse.
- Anche una sottoclasse condivisa ha in definitiva una singola superclasse per ogni associazione superclasse/sottoclasse a cui appartiene.
- In alcuni casi è necessario modellare i dati in modo tale che una singola associazione superclasse/sottoclasse abbia più di una superclasse.
- Le superclassi in questo caso rappresentano differenti entità (con ruoli e caratteristiche differenti)
- Questo tipo di sottoclassi vengono chiamate **categorie** oppure **tipi UNIONE**.
- Esempio: In un database per il PRA, il proprietario di un veicolo può essere una persona, una banca (con un leasing) o una ditta.
 - La categoria (sottoclasse) PROPRIETARIO contiene un *sottoinsieme* delle istanze provenienti dall'**unione** delle istanze delle entità DITTA, BANCA, PERSONA (superclassi)
 - Un membro della categoria deve esistere *in almeno una* delle sue superclassi
- Nota: La differenza tra categorie e sottoclassi condivise è che una sottoclasse condivisa contiene *tutte* le istanze provenienti dall'**intersezione** delle sue superclassi. Un membro della sottoclasse condivisa deve esistere *in tutte* le sue superclassi.

ESEMPIO di Categorie

(UNION TYPES)



Definizioni Formali (1)

del Modello EER

- **Classe** C : Un insieme di istanze; può essere un'entità, una sottoclasse, una superclasse, una categoria.
- **Sottoclasse** S : Una classe le cui istanze debbano sempre essere un sottoinsieme delle istanze di un'altra classe, detta **superclasse** C dell'associazione superclasse/sottoclasse (o È-UN, IS-A) C/S . Si ha quindi:

$$S \subseteq C$$

- **Specializzazione** Z : $Z = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ è un insieme di sottoclassi che hanno la stessa superclasse G ; quindi G/S_i è un'associazione di superclasse $\forall i = 1, \dots, n$.
 - G è chiamata una **generalizzazione** delle sottoclassi $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$
 - Z è **totale** se si ha sempre (in ogni istante di tempo):
$$S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_n = G$$
 - Altrimenti, Z è **parziale**.
 - Z è **disgiunta** se si ha sempre:
$$S_i \cap S_j = \emptyset \text{ (insieme vuoto) per } i \neq j;$$
 - Altrimenti, Z è **sovrapposta**.

Definizioni Formali (2)

del Modello EER

- Una sottoclasse S di C è **definita tramite un predicato** (attributo) se si usa un predicato p sugli attributi di C per specificare quali istanze di C sono anche membri di S ; cioè, $S = C[p]$, dove $C[p]$ è l'insieme delle istanze di C che soddisfano p .
- Una sottoclasse non definita tramite un predicato è detta **definita dall'utente**.
- Specializzazione **definita tramite un attributo**: se viene usato un predicato $A = c_i$ (dove A è un attributo di G e c_i è un valore costante del dominio di A) per specificare l'insieme dei membri di ciascuna sottoclasse S_i in Z .
- *Nota*: Se $c_i \neq c_j$ per $i \neq j$, e A è un attributo a valore singolo, allora la specializzazione sarà disgiunta.

- **Categoria** (o tipo UNIONE) T :

- una classe sottoinsieme dell'unione di n superclassi che la definiscono $D_1, D_2, \dots, D_n, n > 1$:

$$T \subseteq (D_1 \cup D_2 \cup \dots \cup D_n)$$

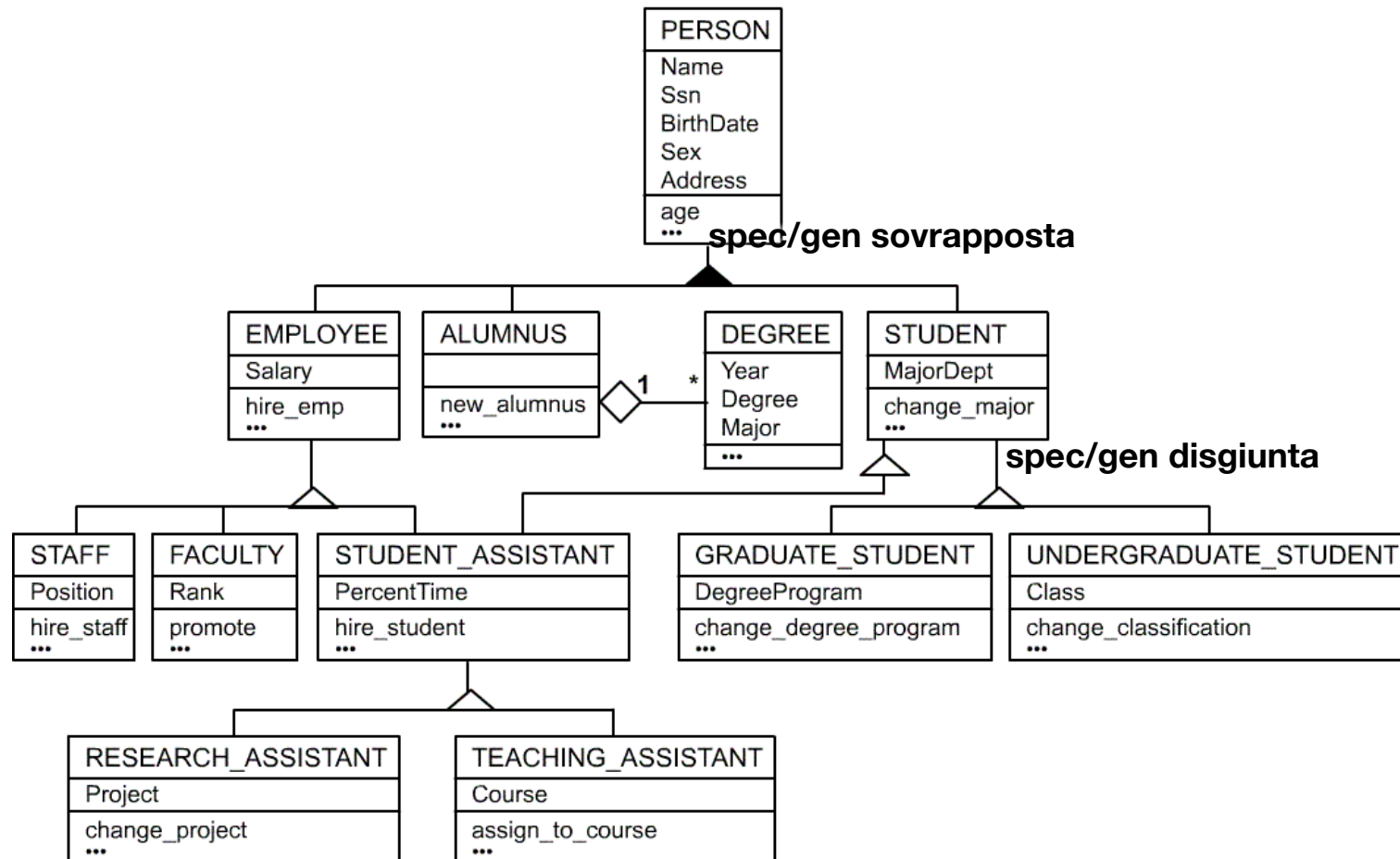
- Un predicato p_i sugli attributi di D_i può essere usato per specificare i membri di ciascuna superclasse D_i che sono anche membri di T .
- Se un predicato è specificato su ciascun D_i , si ha:

$$T = (D_1[p_1] \cup D_2[p_2] \cup \dots \cup D_n[p_n])$$

- *Nota*: La definizione di **associazione** deve essere estesa rispetto al modello ER consentendo ad ogni **classe** di parteciparvi (non solo alle entità)

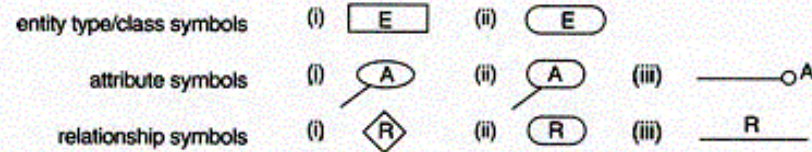
Esempio UML

Notazione per specializzazioni/generalizzazioni

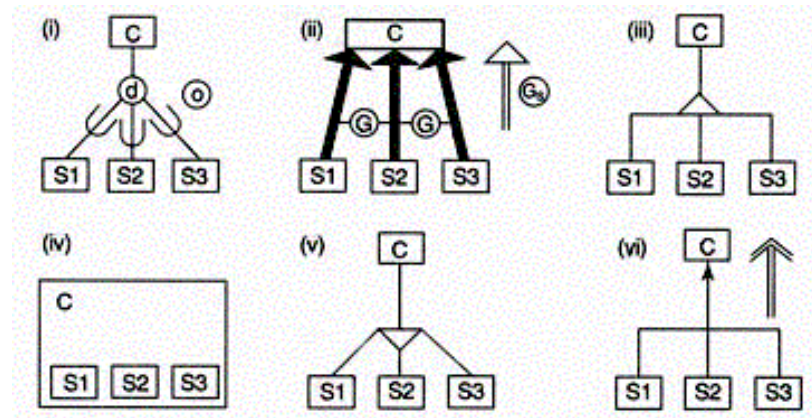


Notazioni Alternative

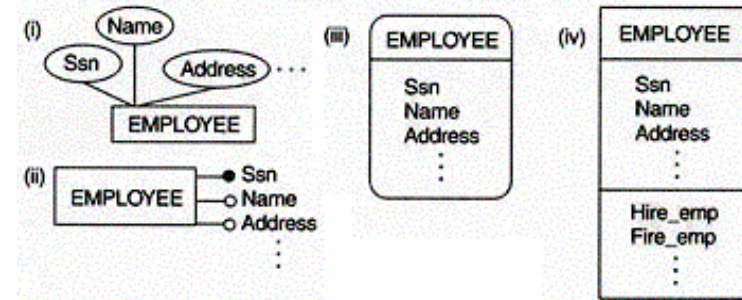
Symbols for entity type / class, attribute and relationship



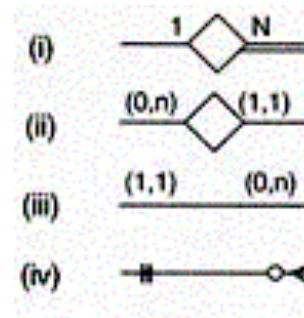
Notations for displaying specialization / generalization



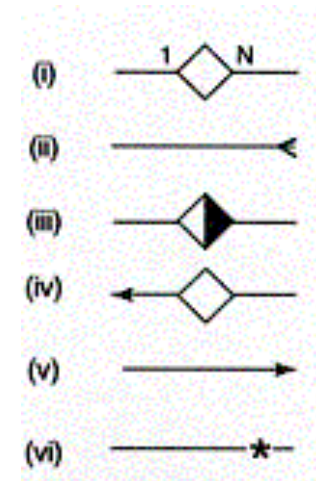
Displaying attributes



Various (min, max) notations



Displaying cardinality ratios



Associazioni di grado 3

- *Associazione ternaria*: Si considerino ad esempio le entità FORNITORE, PARTE e PROGETTO e l'associazione di grado 3 FORNITURA le cui istanze sono un insieme di elementi della forma (s, j, p) con s istanza di FORNITORE, j di PARTE e p di PROGETTO.
- Possiamo considerare 3 associazioni binarie tra queste entità: PUÒ_FORNIRE tra FORNITORE e PARTE
USA tra PROGETTO e PARTE
FORNISCE tra FORNITORE e PROGETTO
 - Si può verificare che l'esistenza delle istanze (s, p) , (j, p) e (s, j) in PUÒ_FORNIRE, USA e FORNISCE non implica necessariamente l'esistenza di un'istanza (s, j, p) nell'associazione ternaria FORNITURA
Servono ulteriori **vincoli**!
- Si può anche rappresentare FORNITURA come entità debole con tre associazioni identificanti e le entità FORNITORE, PARTE e PROGETTO in qualità di proprietari. **Equivalenza**!

Domande?