

Esempio

- **Nel caso che per tutti i corsi valga il vincolo che tutte le ore di sperimentazione vengono effettuate nella stessa aula allora “ore_sperimentazione” ed “aula” possono diventare semplici attributi dell’entità corso**
- **Invece nella soluzione precedente si consente anche la gestione di corsi che hanno 3 ore di lab nell’aula 10 e 4 ore di lab nell’aula 20**

43

Altri costrutti del modello ER

- **Oltre ad entità, relazioni ed attributi, il modello ER prevede tre principali costrutti:**
 - **Cardinalità**
 - **Identificatori**
 - **Generalizzazioni**

44

Cardinalità delle relazioni

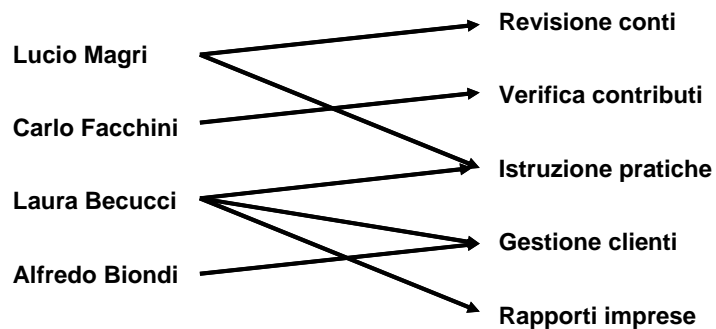
- Descrivono il numero minimo e massimo di occorrenze di relazione a cui un'occorrenza di entità può partecipare

45

Cardinalità delle relazioni



Ciascun impiegato in quante occorrenze di 'Assegnazione' compare? E ciascun incarico?



46

Cardinalità delle relazioni



47

Cardinalità delle relazioni

- In teoria, è possibile assegnare un qualsiasi intero non negativo alla cardinalità di una relazione.
- In pratica sono di interesse solo alcuni valori...

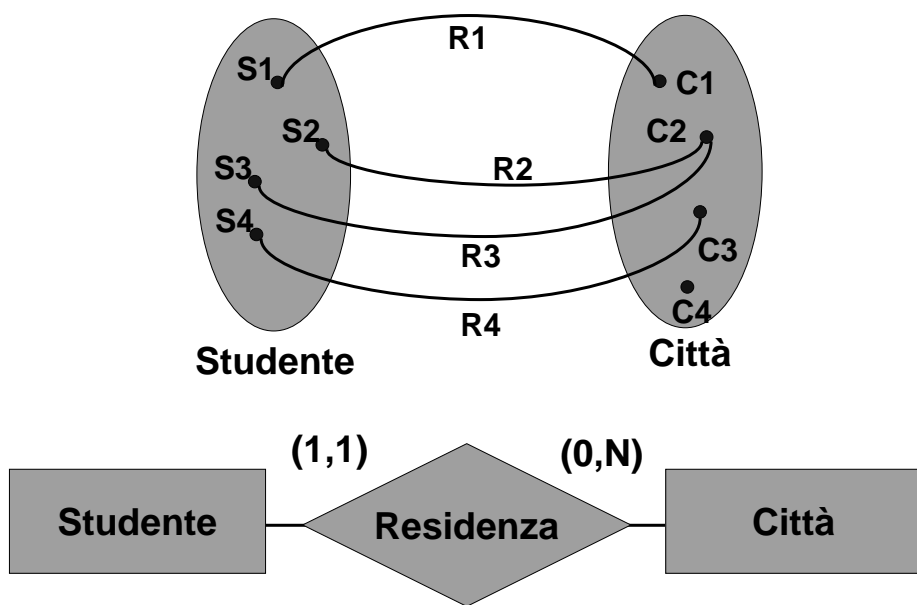
48

Cardinalità delle relazioni

- zero o uno per la cardinalità minima (detta anche ordinalità).
 - Nel primo caso la partecipazione si dice opzionale, nel secondo obbligatoria.
- uno o molti per la cardinalità massima.

49

Cardinalità delle relazioni

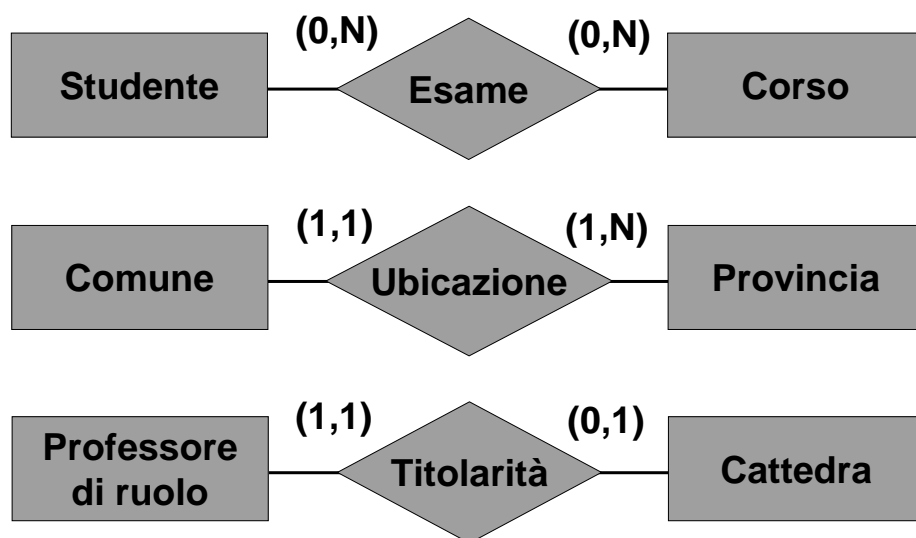


Cardinalità delle relazioni

- Considerando le cardinalità massime, le relazioni binarie possono essere classificate in:
 - Relazioni uno a uno: se la cardinalità massima è pari ad uno per entrambe le entità coinvolte.
 - Relazioni uno a molti: se la cardinalità massima è pari ad uno una delle due entità ed a molti per l'altra entità coinvolta.
 - Relazioni molti a molti: se la cardinalità massima è pari a molti per entrambe le entità coinvolte.

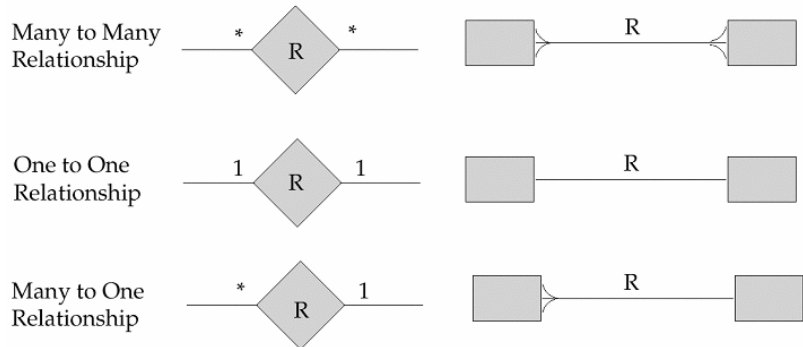
51

Relazioni molti a molti



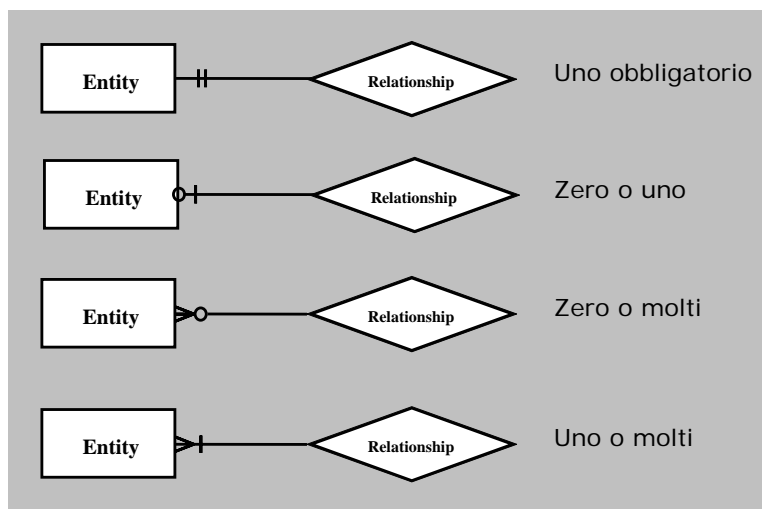
Cardinalità delle relazioni

- Molto spesso la notazione prevede la specifica delle sole cardinalità massime



53

Cardinalità delle relazioni



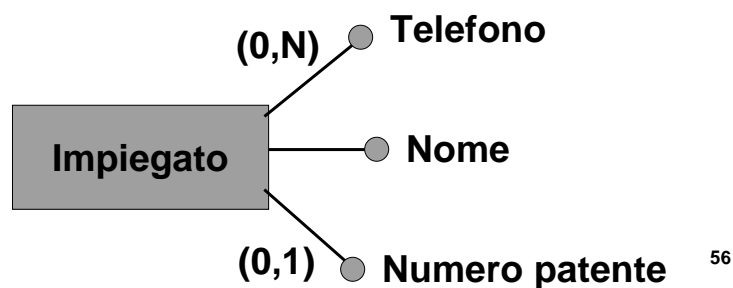
Cardinalità degli attributi

- Anche agli attributi possono essere associate delle cardinalità atte a descrivere il numero minimo e massimo di valori dell'attributo associati ad ogni occorrenza di entità o relazione
- Nella maggior parte dei casi la cardinalità dell'attributo è pari a (1,1) e viene omessa
- Tuttavia, è possibile che alcuni attributi possano avere valore nullo o anche più di un valore
 - per esempio il numero di telefono di una persona

55

Cardinalità degli attributi

- Queste situazioni possono essere modellate associando una ordinalità pari a zero (nel primo caso) e cardinalità pari a N (nel secondo).



Cardinalità degli attributi

- **Un attributo per il quale la cardinalità minima è zero viene detto opzionale**
- **Se la ordinalità è uno viene detto obbligatorio**
- **Se la cardinalità è molti viene detto multivalore**
 - **Gli attributi multivalore possono essere talvolta modellati con entità separate legate con una relazione uno a molti (o molti a molti) con l'entità cui si riferiscono.**

57

Identificatori

- **Gli identificatori delle entità vengono specificati per ciascuna entità di uno schema e rappresentano concetti (attributi e/o entità) dello schema che permettono di identificare in maniera univoca le occorrenze di ciascuna entità.**

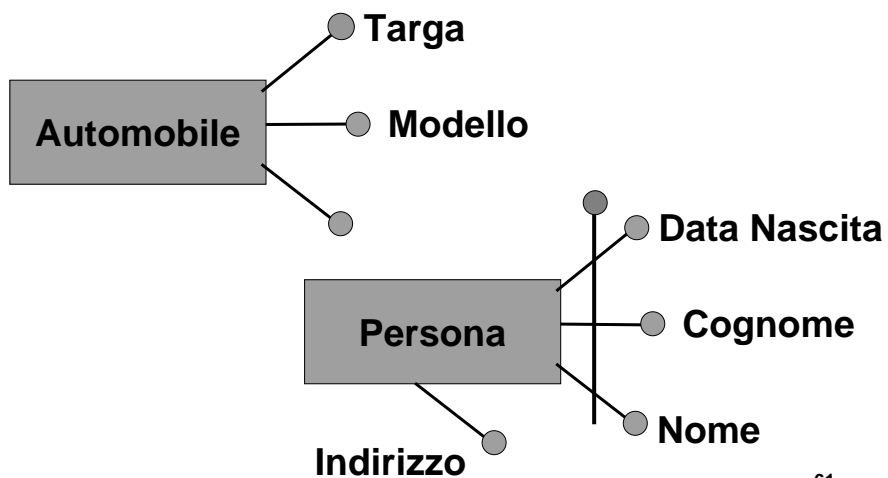
59

Identificatori

- In molti casi uno o più attributi di una entità sono sufficienti per costituire un identificatore
 - Si parla in questo caso di identificatore interno o chiave.
- In altri casi le occorrenze di un'entità non possono essere identificate dai soli attributi dell'entità
 - Si deve ricorrere ad una identificazione esterna

60

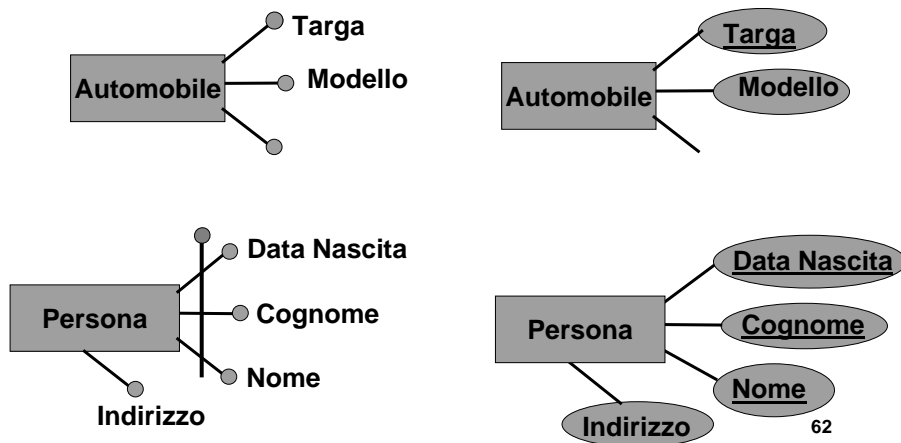
Identificatori interni



61

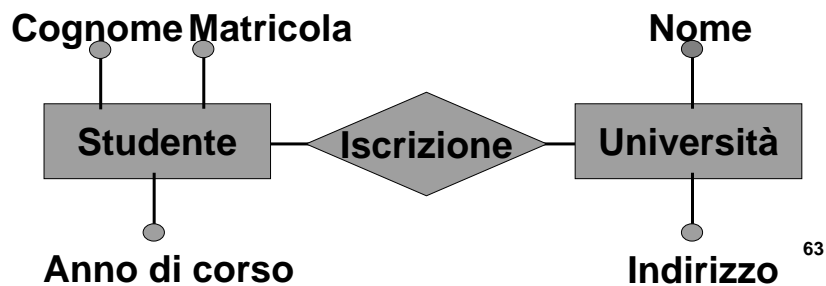
Identificatori interni

- **Notazione alternativa**



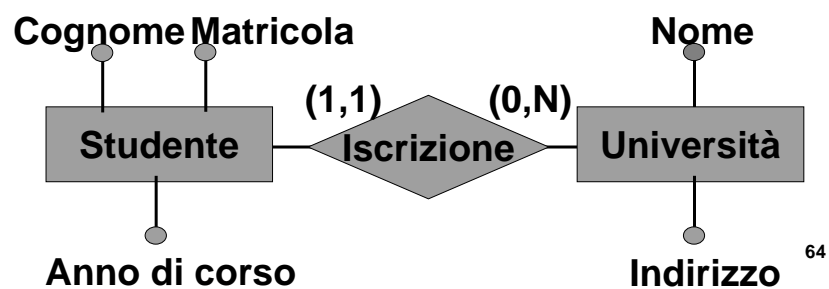
Identificatori

- A volte gli attributi di una entità non sono sufficienti ad identificare univocamente le sue occorrenze
- Per esempio, la matricola assegnata ad uno studente è unica solo all'interno di una data Università
- Possono esserci studenti con la stessa matricola purché iscritti ad Università diverse



Identificatori

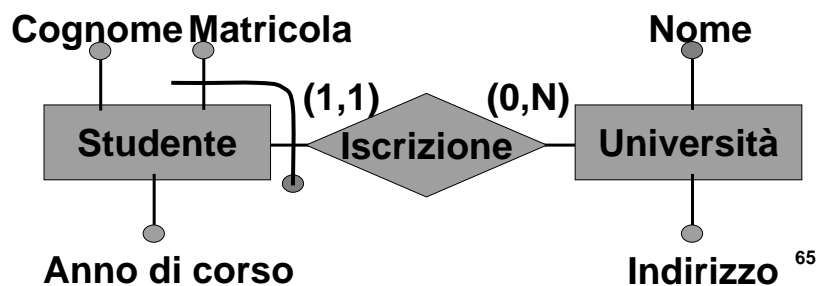
- E' importante fare una riflessione sulla cardinalità con cui le due entità (ed in particolare studente) partecipano alla relazione iscrizione...



64

Identificatori

- In questo caso, l'entità Università insieme all'attributo matricola possono essere usati come identificatore per l'entità studente
- Questo è possibile perché uno studente deve iscriversi solo ad una Università (la relazione tra Studente e Università è obbligatoria ed uno a molti).



65

Identificatori

- Una entità E può essere identificata da altre entità solo attraverso relazioni a cui E partecipa con cardinalità (1,1)
- In questi casi si parla di identificatore esterno e l'entità E viene detta una entità debole (weak entity)

66

Identificatori

- Le entità deboli vengono talvolta indicate con un rettangolo incorniciato ed analogamente con un rombo incorniciato le relazioni necessarie ad identificarle



Entity Set



Weak Entity Set



Relationship Set

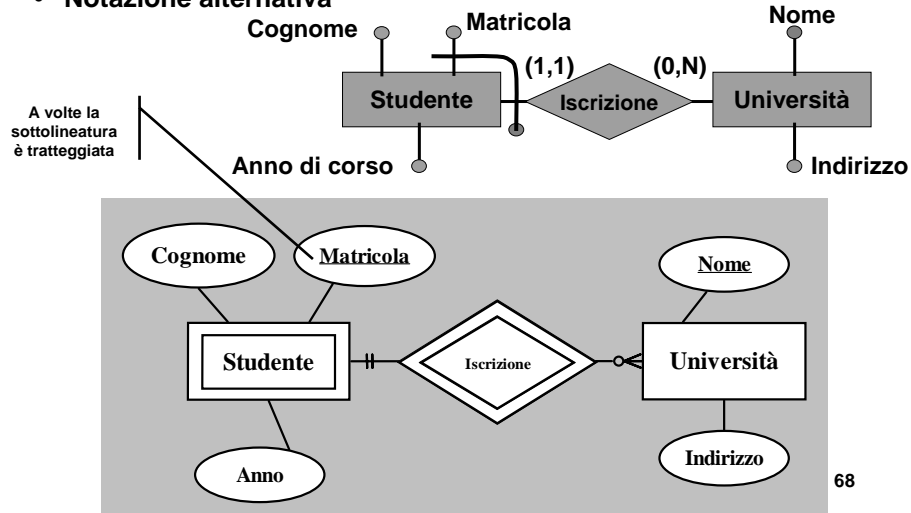


Identifying
Relationship
Set for Weak
Entity Set

67

Identificatori esterni

- Notazione alternativa



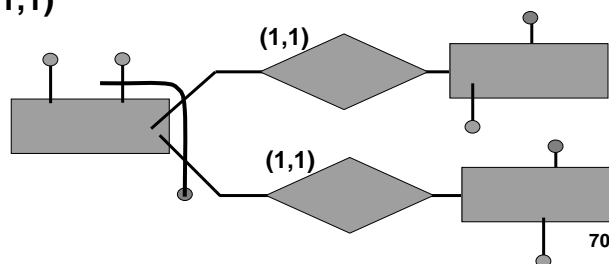
Identificatori

- Le associazioni hanno bisogno di identificatori?
- Perché?

una istanza di relazione è immediatamente identificata dalle istanze di entità che mette in relazione

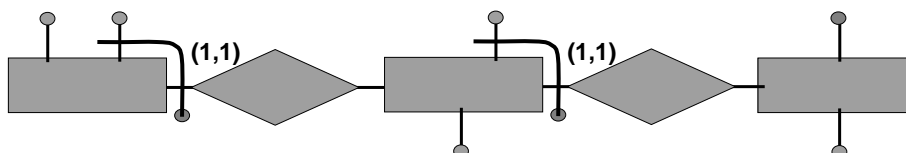
Identificatori: riassunto

- un identificatore può coinvolgere uno o più attributi, ognuno dei quali deve avere cardinalità (1,1)
- una identificazione esterna può coinvolgere una o più entità ognuna delle quali deve essere membro di una relazione a cui l'entità da identificare partecipa con cardinalità (1,1)



Identificatori: riassunto

- una identificazione esterna può coinvolgere un'entità che è a sua volta identificata esternamente
 - purché non vengano definiti in questo modo dei cicli di identificazioni esterne



- ogni entità deve avere almeno un identificatore (interno o esterno)

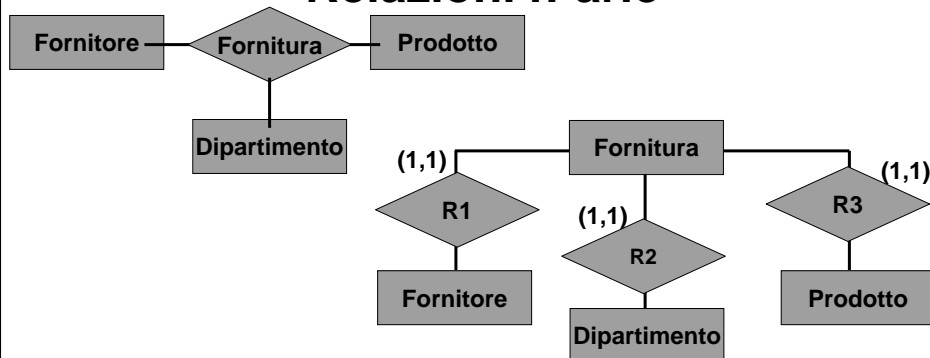
71

Relazioni n-arie

- Alcuni CAD per la specifica e gestione di schemi ER non supportano relazioni tra più di due entità
- In questo caso, eventuali relazioni ternarie o di grado superiore devono essere ristrutturate in più relazioni binarie

77

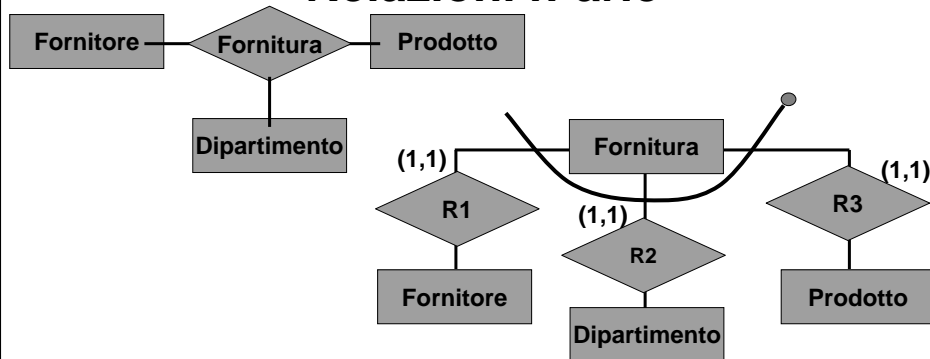
Relazioni n-arie



- La relazione n-aria può essere sostituita con una nuova entità collegata con n relazioni binarie alle altre n entità
 - La nuova entità partecipa con cardinalità (1,1) a ciascuna delle nuove relazioni binarie

78

Relazioni n-arie

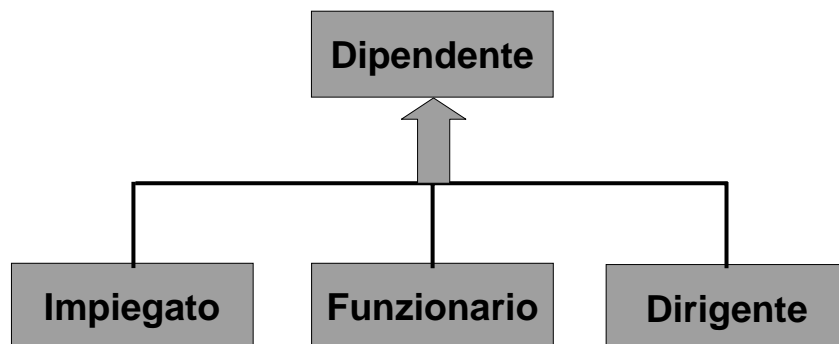


- La nuova entità può essere identificata esternamente dalle altre n entità
 - oppure internamente attraverso l'introduzione di un nuovo identificatore (per esempio ID_fornitura)

79

Generalizzazioni

- Rappresentano legami logici tra una entità E detta padre ed una o più entità E_1, \dots, E_n dette figlie
- In questo caso l'entità E viene detta generalizzazione di E_1, \dots, E_n e le entità figlie specializzazioni dell'entità E



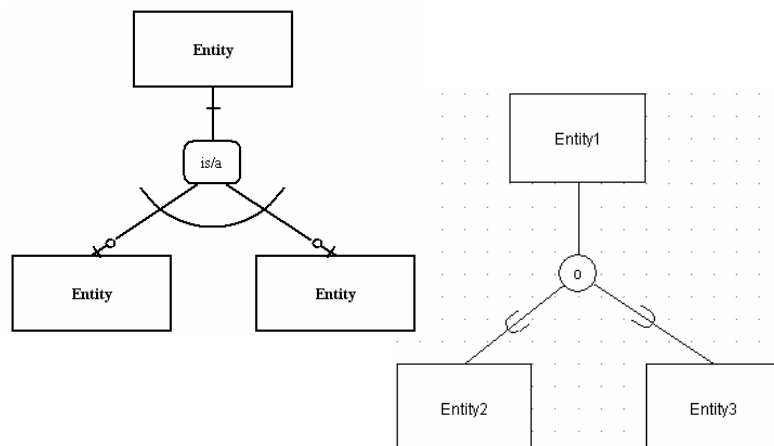
Generalizzazioni

- Tra le entità coinvolte in una generalizzazione valgono le seguenti proprietà:
 - Ogni occorrenza di una entità figlia è anche occorrenza dell'entità padre
 - Ogni proprietà dell'entità padre (attributi, relazioni, identificatori ed altre generalizzazioni) è anche proprietà di ciascuna delle entità figlie (proprietà di ereditarietà) anche se non viene esplicitata graficamente come proprietà delle figlie

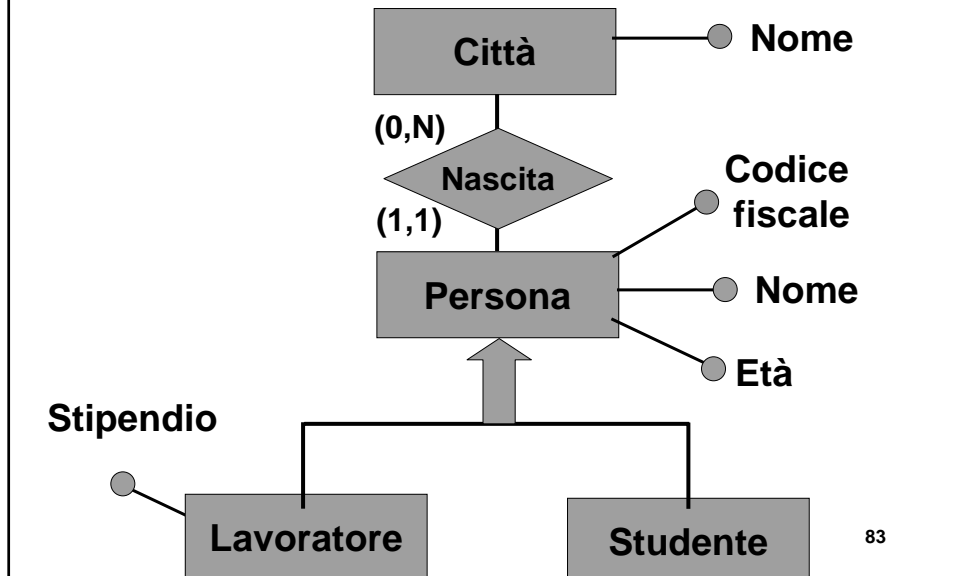
81

Generalizzazioni

- Notazioni grafiche alternative:



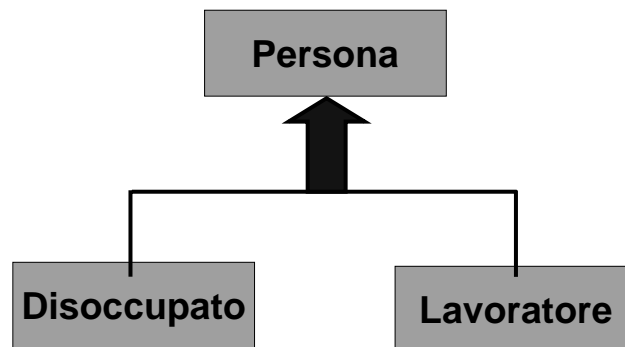
Generalizzazioni



Generalizzazioni

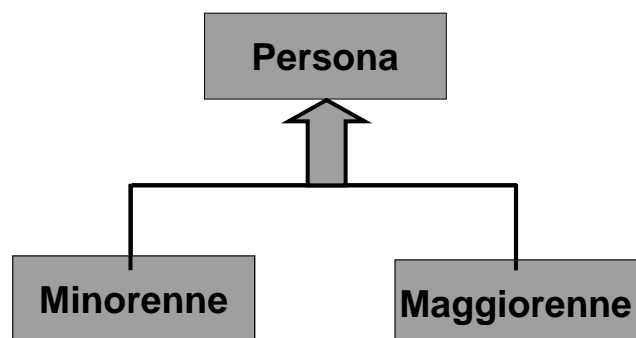
- Le generalizzazioni possono essere caratterizzate in base a due proprietà, tra loro indipendenti:
 - Una generalizzazione è totale se ogni occorrenza dell'entità padre è occorrenza di almeno una delle entità figlie.
 - In caso contrario la generalizzazione è detta parziale.
 - Una generalizzazione è esclusiva se ogni occorrenza dell'entità padre è occorrenza al più di una delle entità figlie.
 - In caso contrario la generalizzazione è detta sovrapposta.

Generalizzazione parziale



85

Generalizzazione totale



86

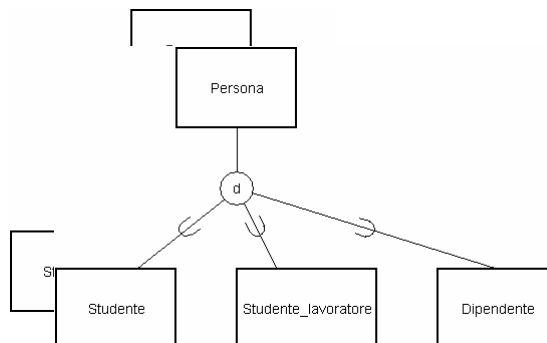
Generalizzazioni

- Le classificazioni totale/parziale, esclusiva/sovrapposta sono tra loro indipendenti.
- Una generalizzazione può essere:
 - Totale ed esclusiva Persona → Maggiorennne / Minorenne
 - Totale e sovrapposta Automobile → Combustibile / Elettrica
 - Parziale ed esclusiva Automobile → Benzina / Diesel
 - Parziale e sovrapposta Persona → Studente / Lavoratore

87

Generalizzazioni

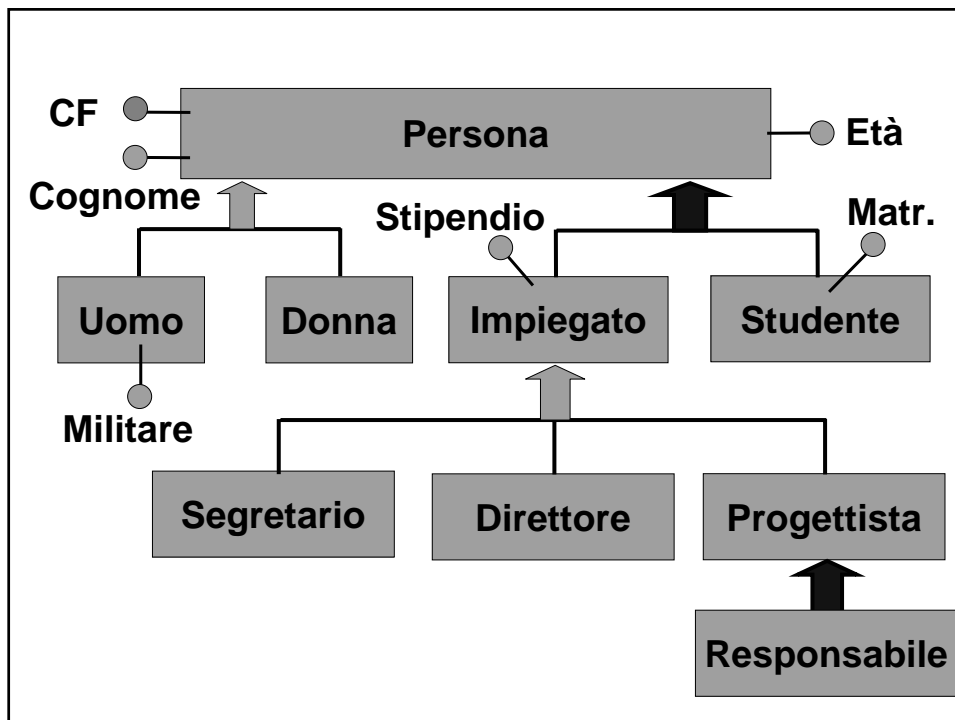
- Le generalizzazioni sovrapposte possono essere trasformate in generalizzazioni esclusive con l'aggiunta di una o più entità figlie atte a rappresentare i concetti che modellano le intersezioni tra le entità figlie.
- Senza perdita di generalità, si possono quindi considerare solo generalizzazioni esclusive



Generalizzazioni

- Quando nella generalizzazione vi è una sola entità figlia si parla di sottoinsieme
- In presenza di generalizzazioni su più livelli si parla di gerarchia di generalizzazioni
 - In questo caso un'entità può essere inclusa in più gerarchie, come genitore e/o come figlia

89



Documentazione di schemi ER

È indispensabile affiancare allo schema ER una documentazione di supporto

- Limitata capacità descrittiva dei nomi di entità, relazioni, attributi
- Possibilità di definire relazioni solo tra entità (e non tra relazioni)
- Impossibilità di esprimere con i costrutti del linguaggio ogni possibile vincolo del contesto

98

Documentazione di schemi ER

- Uno dei principali strumenti per questo scopo è costituito dalle regole aziendali (business rules). Ciascuna regola può essere:
 - la descrizione di un concetto rilevante per l'applicazione (entità, relazione, attributo)
 - un vincolo di integrità sui dati dell'applicazione (sia vincoli espressi nello schema ER che non)
 - una derivazione, ovvero un concetto che può essere ottenuto, attraverso inferenza o calcolo aritmetico, da altri concetti rappresentati nello schema

99

Documentazione di schemi ER

- **Descrizione di concetti**
 - Queste regole vengono solitamente raggruppate sotto forma di un glossario detto dizionario dei dati

100

Documentazione di schemi ER

- **Il dizionario dei dati è composto da due tabelle:**
 - La prima descrive le entità dello schema, i loro attributi e gli identificatori
 - La seconda descrive le relazioni dello schema, i loro attributi, le entità coinvolte e le cardinalità di partecipazione

Entità	Descrizione	Attributi	ID
Impiegato	Impiegato che lavora nell'azienda	Codice, Cognome, Stipendio, Età	Codice
Dipartimento	Dipartimenti delle sedi dell'azienda	Nome, CostoStipendi	Nome

Relazioni	Descrizione	Entità coinvolte	Attributi
Direzione	Associa un dipartimento al suo direttore	Impiegato (0,1) Dipartimento (1,1)	
Afferenza	Associa un impiegato al suo dipartimento	Impiegato (0,1) Dipartimento (1,N)	DataInizio 101

Documentazione di schemi ER

- **Regole di vincolo (RV):**
 - Sono espresse sotto forma di asserzioni atomiche del tipo:

< concetto > deve/non deve < espressione sui concetti >

Esempio: (RV5) Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento

102

Documentazione di schemi ER

- **Regole di derivazione (RD)**
 - Sono espresse attraverso espressioni del tipo:
< concetto > si ottiene < operazione sui concetti >

Esempio: (RD8) Il CostoStipendi di un dipartimento si ottiene sommando gli stipendi degli impiegati affiliati al dipartimento

103

Documentazione di schemi ER

- Le regole di vincolo e quelle di derivazione vengono riportate, separatamente, nella tabella delle regole

Regole di vincolo
(RV1) Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento
(RV2) un impiegato non può afferire a più di un dipartimento
(RV3) Il direttore di un dipartimento non può avere meno di 45 anni
Regole di derivazione
(RD1) Il CostoStipendi di un dipartimento si ottiene sommando gli stipendi degli impiegati affiliati al dipartimento

104

Documentazione di schemi ER

- Quando lo schema concettuale viene tradotto in uno schema logico le regole aziendali non descrittive (RV ed RD) devono essere codificate nel modello logico (con vincoli di integrità e formule di derivazione) per garantire una corretta rappresentazione del contesto di interesse

105

Esercizi ER

Esercizi

- Definire lo schema ER per l'archivio di un amministratore di condomini:
 - ogni condominio ha un nome (che lo identifica) ed un indirizzo. Un condominio comprende un insieme di appartamenti raggruppati per scale
 - ogni scala è identificata da un codice e dal condominio di appartenenza
 - ogni appartamento è identificato, nel relativo condominio, dalla scala e dal numero (l'interno). Ad ogni appartamento sono associati i millesimi (che indicano la frazione del condominio che è di proprietà del proprietario dell'appartamento) un proprietario ed un inquilino (questi possono anche coincidere), ciascuno con codice fiscale, nome e cognome.
- Indicare la cardinalità delle relazioni ed un identificatore per ciascuna entità

Esercizi

- Una compagnia aerea offre voli a cui sono associati un numero per identificare la tratta, una data (giorno, mese, anno), un orario di partenza, uno di arrivo, l'aeroporto di partenza e quello di destinazione. Ci sono voli nazionali ed internazionali. I voli internazionali possono avere uno o più scali. Dei voli passati è di interesse l'orario reale di partenza e di arrivo. Dei voli futuri è di interesse il numero di posti disponibili.

109

Esercizi

- Si consideri un sistema per la gestione dei listini di vendita di prodotti in valute diverse.
- Un listino è relativo ad una zona di vendita (ognuna con un codice ed un nome descrittivo) e comprende i prezzi di un insieme di prodotti.
- Ciascun prodotto ha un codice ed una descrizione e può comparire in più listini; in alcuni listini uno stesso prodotto può comparire più volte, quotato in valute diverse (e.g. euro, dollari, yen...)
- Ad ogni listino è associato uno sconto

111

Esercizi

- **Si consideri il sistema delle prenotazioni di posti in un teatro**
- **Un cliente può prenotare uno o più posti (ciascun posto è associato ad un numero) per una rappresentazione (titolo e data di svolgimento); può anche prenotare posti per più di una rappresentazione**
- **Per ciascuna prenotazione fatta è necessario sapere se il biglietto è stato o meno pagato**

113

Esercizi

- **Un'agenzia chiede il progetto del sistema per la gestione automatizzata delle prenotazioni di viaggi comitiva**
- **L'agenzia organizza diverse gite, ciascuna con una specifica destinazione (per ciascuna destinazione non si effettua mai più di una partenza al giorno). Esistono varie tipologie di gite, ciascuna caratterizzata da un mezzo di trasporto (aereo, nave, treno, pullman) e da un numero minimo di partecipanti**
- **I clienti dell'agenzia possono essere privati o aziende**

115

Gestione ordini

Si vuole progettare la base di dati per la gestione degli ordini di un grossista di fiori e piante. Gli articoli trattati dal grossista sono suddivisi in tre categorie: piante, fiori e accessori. Ogni articolo è caratterizzato da un codice, da una descrizione, dalla quantità disponibile in magazzino e dalla scorta minima. Inoltre i fiori sono caratterizzati dal loro nome scientifico e dalla durata media, mentre le piante sono caratterizzate dal nome scientifico e dal fatto di essere o non essere sempreverdi.

Il grossista, quando effettua un ordine a un fornitore (caratterizzato da: codice fiscale, ragione sociale, indirizzo, città e numero di telefono), emette un ordine univocamente numerato, che viene spedito al fornitore. Ogni ordine descrive quali articoli vengono ordinati e in quale quantità.

Alla consegna della merce da parte del fornitore, una bolla di arrivo accompagna la merce stessa. La bolla riporta un numero identificativo, assegnato secondo una numerazione propria del fornitore: la bolla è inoltre caratterizzata da una data di emissione e riporta quali articoli vengono consegnati e in quale quantità. La consegna della merce equivale ad evadere uno o più ordini, ma ogni ordine può essere evaso al più da una bolla.

I dettaglianti, caratterizzati da codice fiscale, ragione sociale, indirizzo, città e numero di telefono, ordinano e ricevono articoli dal grossista in maniera simile a quanto avviene tra grossista e fornitori. Ogni dettagliante emette ordini, numerati secondo una propria numerazione. Ogni ordine specifica quali articoli vengono ordinati e in quale quantità. Quando il grossista consegna la merce, emette una bolla di consegna caratterizzata dalla data di emissione e da un codice univoco. Nella bolla di consegna si specificano il dettagliante destinatario, tutti gli articoli consegnati e la corrispondente quantità consegnata. Una bolla di consegna può evadere più di un ordine, ma un ordine può essere evaso al più da una bolla.

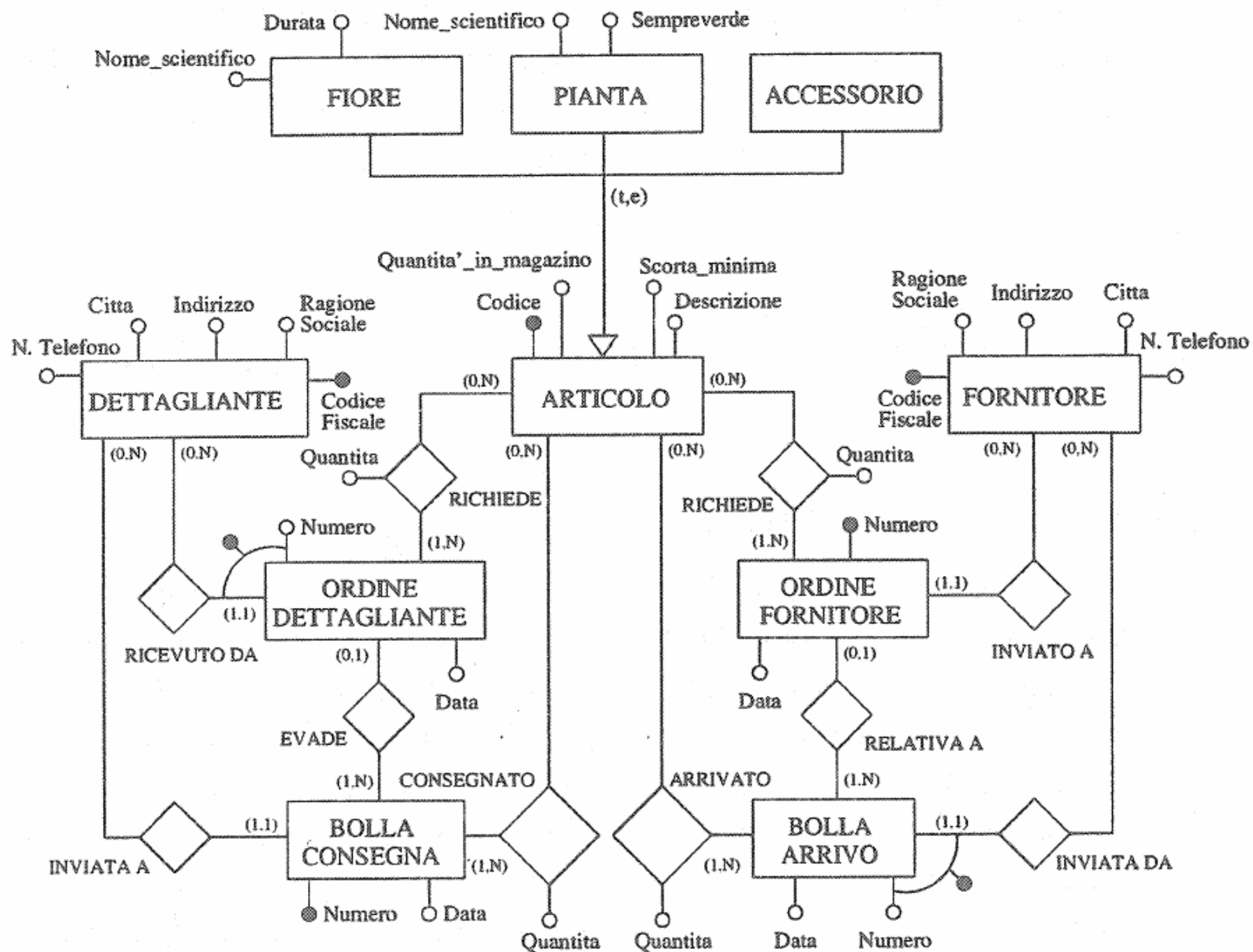
117

Videoteca

Si vuole progettare una base di dati per una videoteca. La videoteca gestisce il noleggio di videocassette, dove ogni videocassetta è caratterizzata da un codice interno, un codice internazionale, un titolo, un regista, un insieme di interpreti con i rispettivi ruoli. Per gli interpreti si memorizza solo il nome, il cognome e un codice identificativo. Ogni videocassetta inoltre appartiene a una o più categorie, come ad esempio: film d'azione, romantici, impegnati, dell'orrore, ecc.. Le cassette vengono noleggiate dai clienti, i quali devono aver richiesto e ottenuto precedentemente una tessera che vale fino al termine dell'anno solare di emissione; pertanto i clienti sono identificati dal numero della tessera. Per ogni cliente si memorizzano inoltre i seguenti dati: cognome, nome, indirizzo, città di residenza, telefono. Quando un cliente richiede la tessera non è obbligato a noleggiare subito una cassetta. Si vogliono inoltre individuare i clienti morosi, memorizzando il numero di volte consecutive in cui un cliente ha restituito in ritardo una videocassetta. Un cliente diventa moroso quando restituisce videocassette in ritardo per tre volte consecutive. Per ogni cliente classificato come moroso, si vuole poi memorizzare la data dell'ultimo noleggio nel quale il cliente ha riconsegnato le videocassette in ritardo.

Quando il cliente noleggia delle cassette, si apre un contratto di noleggio. Ogni contratto è caratterizzato da: numero, data di inizio del noleggio, data di scadenza del noleggio e prezzo complessivo. Al noleggio sono associati il cliente e le cassette (almeno una) noleggiate. Ovviamente una cassetta non può essere noleggiata contemporaneamente da più persone e, per evitare che ciò avvenga, occorre che il sistema sia in grado di indicare all'utente se una cassetta è o non è disponibile. Si noti che si vuole avere disponibile sia la situazione dello stato di noleggio delle cassette, sia la descrizione completa di tutti i noleggi effettuati. Si noti che un cliente può restituire in date diverse le videocassette noleggiate con un unico contratto.

131



Concerti

Si vuole realizzare una base dati per la gestione di un programma dei concerti, tenendo conto delle seguenti informazioni. I concerti proposti nel programma sono identificati da un codice numerico e sono caratterizzati da titolo e descrizione. Ogni concerto è composto da un certo numero di pezzi musicali. Ogni pezzo è caratterizzato da un titolo e da uno o più autori. Inoltre, per ogni concerto, si conosce l'ordine in cui sono rappresentati i pezzi che fanno parte del programma.

L'esecutore di ogni concerto è identificato da una matricola ed è caratterizzato da nome e stato di provenienza. L'esecutore può essere un'orchestra oppure un solista. Nel caso delle orchestre si memorizzano il nome del direttore e il numero di elementi dell'orchestra, mentre nel caso dei solisti si considera lo strumento suonato. Per le orchestre, inoltre, si memorizzano i componenti (un orchestrale può suonare in una sola orchestra), identificati da una matricola univoca all'interno dell'orchestra di appartenenza, e caratterizzati da nome, data di nascita e strumenti suonati.

I concerti sono tenuti in sale da concerto, identificate da un codice univoco e caratterizzate da nome, indirizzo, capienza massima, numero di posti a sedere ed eventualmente da uno o più numeri di telefono.

Ogni concerto può essere programmato in una o più date, nella stessa sala oppure in sale diverse. Per ogni programmazione di un concerto, è noto il prezzo del biglietto, che può essere diverso per programmazioni diverse dello stesso concerto.

135