Cap. 3 - Il modello ER

Introduzione

Il modello e la progettazione concettuale

Progettazione logica

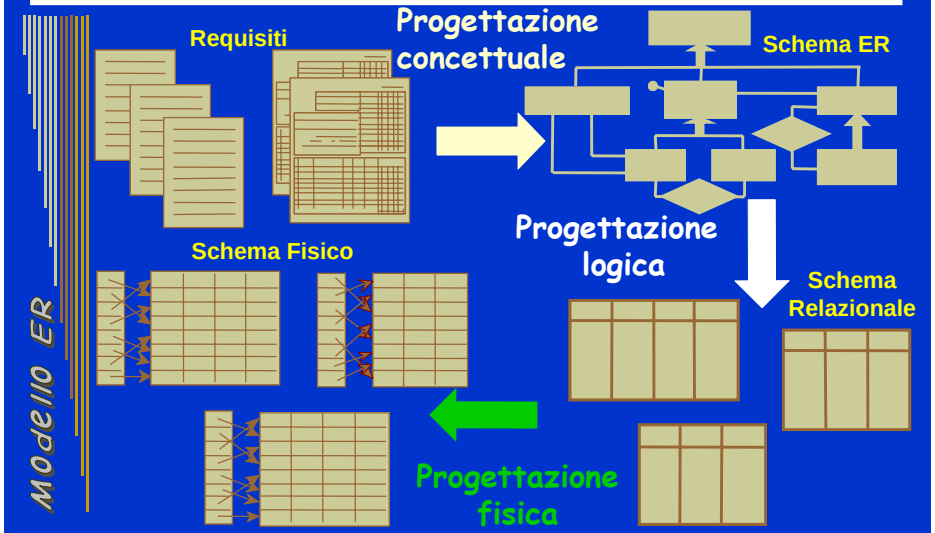
Introduzione

Il modello ER nella progettazione

Progetto applicazioni di basi di dati

- Raccolta ed analisi dei requisiti statici e dinamici
- Progetto della base di dati (statica)
  - Progetto concettuale
  - Progetto logico
  - Progetto fisico
- Progetto delle procedure applicative (dinamica)
  - Si avvale dei requisiti dinamici per realizzare le procedure di gestione dinamica della BD.
  - Si implementano programmi che operano transazioni sulla BD che contengono:
    - Operazioni di inserimento, cancellazione, modifica, interrogazione nel rispetto dei vincoli fissati.

Progetto DB relazionale (statica)



La progettazione concettuale

Nella fase della progettazione concettuale si rende necessario:

- Fornire una rappresentazione formale e completa della realtà d'interesse
- Per definire uno schema concettuale che si riferisce ad un modello concettuale dei dati
  - Un modello che descrive l'organizzazione astratta dei dati e non tiene conto degli aspetti implementativi.

Modello ER

E' il più diffuso modello concettuale che fornisce una serie di strutture (costrutti) che descrivono la realtà.

Tali strutture consentono di definire gli schemi per descrivere:

- l'organizzazione e la struttura delle istanze dei dati, ossia dei valori assunti dai dati al variare del tempo.

Costrutti del modello ER

- Entità
- Associazione
- Attributo
- Cardinalità (m, M)
- Identificatore

Costrutti 1

Entità

Un'entità è una classe di oggetti (fatti, persone, cose) dell'applicazione di interesse con proprietà comuni e con esistenza "autonoma".

Associazione

Una associazione è un legame concettuale fra due o più entità, rilevante nell'applicazione di interesse.

Costrutti 2

Attributo

L'attributo è la proprietà elementare di un'entità o di una associazione di interesse ai fini dell'applicazione.

Cardinalità di una associazione

E' una coppia di valori relativa a *ciascuna entità* legata ad una associazione che sintetizza la partecipazione dell'entità all'associazione stessa.

Costrutti 3

Identificatore di una entità

L'identificatore di entità è lo "strumento" per identificare univocamente le occorrenze di un'entità.

Considerazioni

In realtà la

- Le cardinalità di una associazione e
- L'identificatore di una entità

Non sono dei veri e propri costrutti, ma riportano vincoli d'integrità su costrutti già visti

- proprietà che le istanze di entità e di associazioni devono soddisfare per essere valide.

Il modello ER e la Progettazione Concettuale

Definizioni
Concetti
Esempi

Entità

Un' Entità è una classe di oggetti (fatti, persone, cose) per un dato dominio di interesse

- con proprietà comuni
- e con esistenza "autonoma".

Esempi:

- impiegato, città, conto corrente, dipartimento, fattura

Un' Entità è una classe di oggetti "omogenei" cioè caratterizzati dalle stesse proprietà.

Rappresentazione grafica di Entità

Ogni Entità ha un nome, di solito al singolare, che la identifica univocamente nello schema.

Occorrenza di Entità

Occorrenza di Entità:

- elemento della classe (l'oggetto, la persona, ..., non i dati). E' l'oggetto della classe che l'entità rappresenta (esempio: Napoli occorrenza dell'entità CITTÀ).
  Un'occorrenza di Entità non è un valore che identifica l'oggetto, ma l'oggetto stesso.

Nello schema concettuale si rappresentano le Entità, non le singole occorrenze.

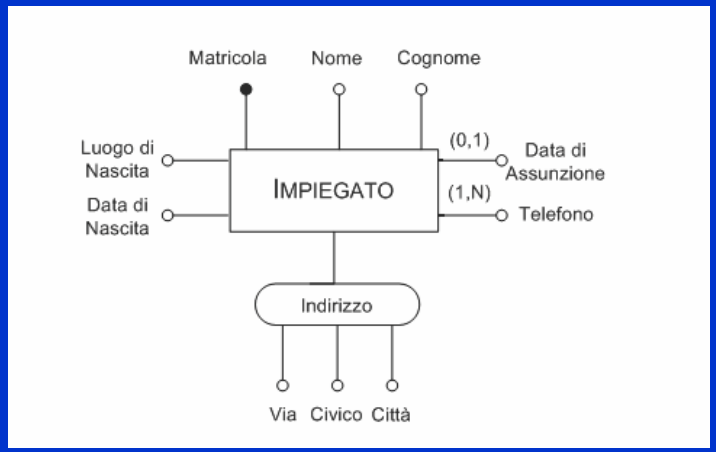
Attributi di un'entità

Si intende per attributo di un'entità una sua proprietà descrittiva relativamente al dominio di interesse.

Gli attributi sono denotati con linee, uscenti dall'entità a cui si riferiscono, terminate da cerchi con i relativi nomi.

La cardinalità dell'attributo, denotata da una coppia di valori **(min ,max)**, indica il numero minimo e massimo di occorrenze dell'attributo relativamente ad occorrenze dell'entità.

Entità con attributi



Tipi di attributi di un'entità

attributi semplici: sono descritti per mezzo di linee terminate da cerchi e da nomi;

identificatori delle entità : sono usati come "strumento" per l'identificazione univoca delle occorrenze dell'entità, vengono indicati con cerchietto pieno;

attributi compositi: sono identificati tramite i loro attributi componenti;

attributi multivalore: sono costituiti da un insieme di valori ed indicati tramite due numeri che esprimono la cardinalità dell'attributo;

attributi opzionali: cioè con cardinalità (0, 1); sono usati quando non è necessario specificare un valore dell' attributo in quanto la sua assenza non compromette la significatività del concetto.

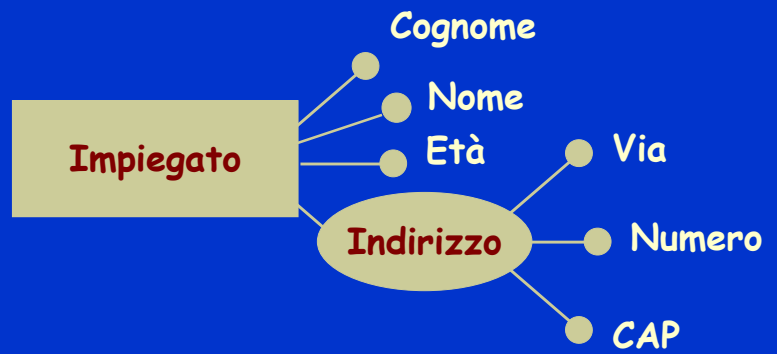
Attributo composto

E' l'insieme di attributi di una medesima entità o relazione che presentano affinità nel loro significato o uso.

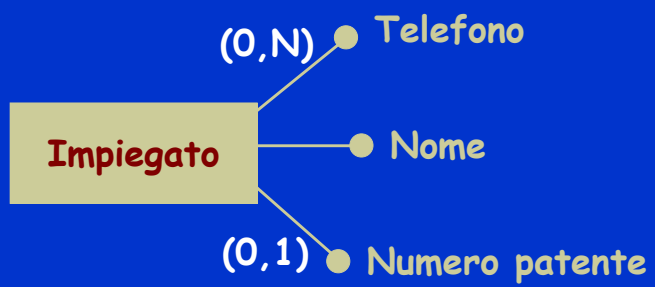
Esempio:

- **Via**, **Numero civico** e **CAP** formano un **Indirizzo**

Rappresentazione grafica di attributi semplici e compositi



Rappresentazione grafica di attributi multivalore ed opzionali



Ad un Impiegato può essere associato o meno uno o più Numeri Telefonici.

Un Impiegato può avere o meno la Patente. Se la possiede è unica.

Associazione

Una associazione è un legame logico fra due o più entità, rilevante nell'applicazione di interesse.

Esempi:

- Afferenza (fra impiegato e dipartimento)
- Fornitura (fra Fornitore, Prodotto e Dipartimento)

Rappresentazione grafica di associazione

Ogni associazione ha un nome, che la identifica univocamente nello schema.

- di solito al singolare (**sostantivo – non verbo - per evitare di indicare il "verso" della associazione**).

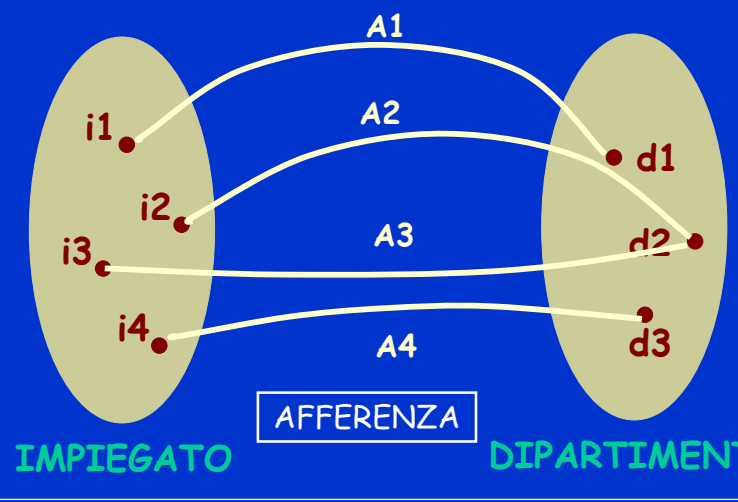
Occorrenza di Associazione

Una occorrenza di una associazione binaria è una coppia di occorrenze di Entità, una per ciascuna Entità coinvolta.

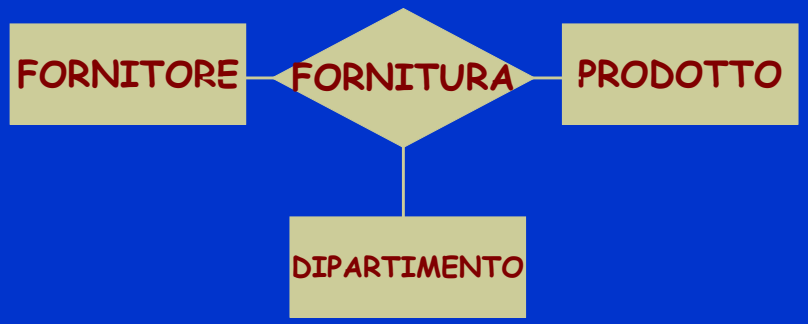
Una occorrenza di una associazione n-aria è una n-upla di occorrenze di Entità, una per ciascuna Entità coinvolta.

Nell'ambito di una associazione non ci possono essere occorrenze (coppie, ennuple) ripetute.

Esempio di Occorrenze



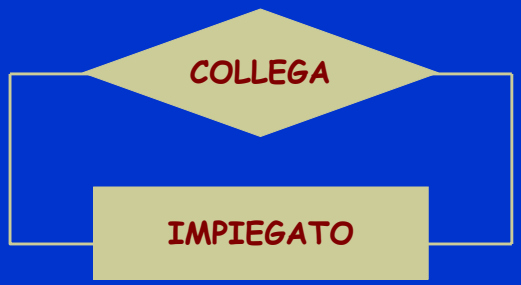
Associazione n-aria



La associazione **FORNITURA** descrive il fatto che un fornitore rifornisce un **DIPARTIMENTO** di un certo **PRODOTTO**.

Associazione ricorsiva

Associazione tra un'Entità e se stessa.



La relazione **COLLEGA** associa coppie di **IMPIEGATO** che lavorano assieme.

Associazione ricorsiva con "ruoli"

La associazione **SUCCESSIONE** associa ad ogni **PONTEFICE** il suo immediato **SUCCESSORE**.

Tale associazione non è simmetrica, quindi è necessario indicare i ruoli che l'Entità coinvolta gioca all'interno della associazione stessa.

Attributo di un'associazione

E' la proprietà elementare di un'associazione di interesse ai fini dell'applicazione.

Esempi:

- **DataAfferenza** è un possibile attributo per l'associazione **AFFERENZA** tra **IMPIEGATO** e **DIPARTIMENTO**
- **Data** e **Voto** sono possibili attributi per la associazione **ESAME** tra **STUDENTE** e **CORSO**

Le cardinalità di una associazione

Sono coppie di valori relative a ciascuna Entità che partecipa alla associazione.

Tali coppie specificano il numero minimo e massimo di occorrenze della associazione cui ciascuna occorrenza di una Entità può partecipare.

Ciascuna coppia indica, cioè, quante volte, in una associazione tra Entità, un'occorrenza di una Entità può essere legata a occorrenze di un'altra Entità.

Esempio di cardinalità

La associazione **AFFERENZA** tra **IMPIEGATO** e **DIPARTIMENTO** indica che un Impiegato deve afferire ad uno ed un solo dipartimento, e che ad un certo Dipartimento possono afferire un minimo di uno e un massimo di cinquanta Impiegati.

Cardinalità di una associazione

Ad una cardinalità è possibile assegnare un qualunque intero non negativo, con il vincolo che la cardinalità minima sia minore o uguale di quella massima.

Per semplicità vengono usati solo tre simboli: 0, 1 ed "N" (intero maggiore di uno).

0 e 1 per la cardinalità minima:

- 0 = "partecipazione opzionale"
- 1 = "partecipazione obbligatoria"

1 e "N" per la cardinalità massima:

- "N" non pone alcun limite

Rapporto di cardinalità

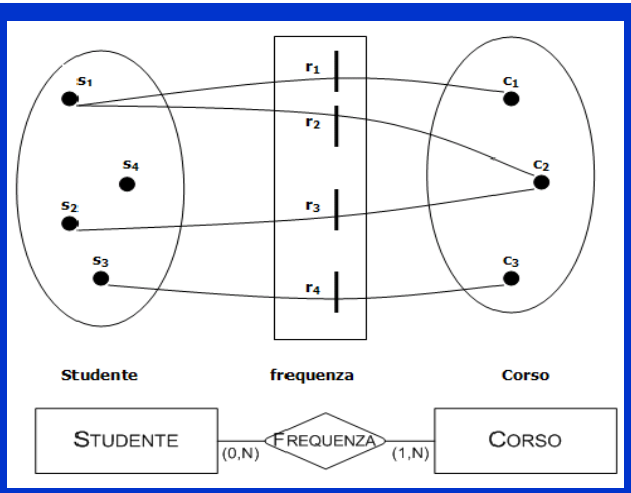
Per un'associazione binaria è costituito dal rapporto dei numeri massimi di occorrenze di associazione a cui possono partecipare le occorrenze delle due entità:

- uno : uno (1:1)
- uno : molti (1:N)
- molti : molti (N: M)

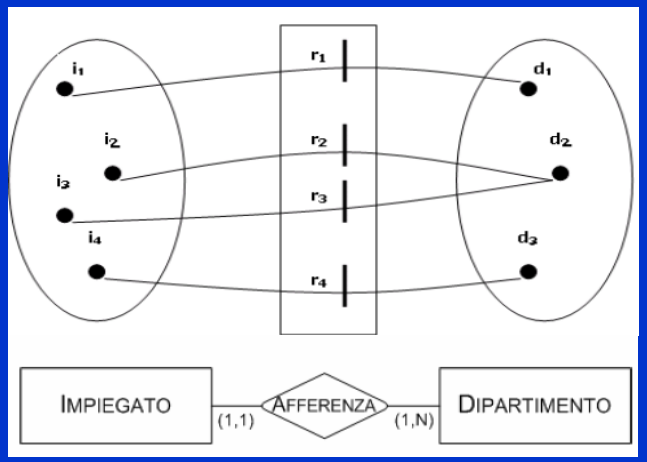
Avvertenze:

- attenzione al "verso" nelle relazioni uno a molti
- le associazioni obbligatorie-obbligatorie sono molto rare

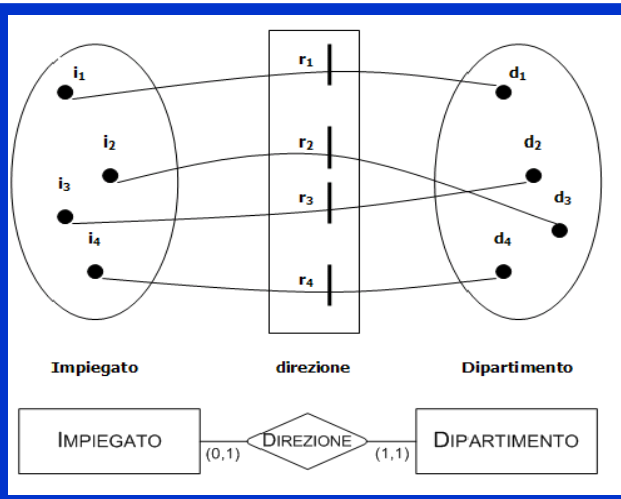
Associazione N : M



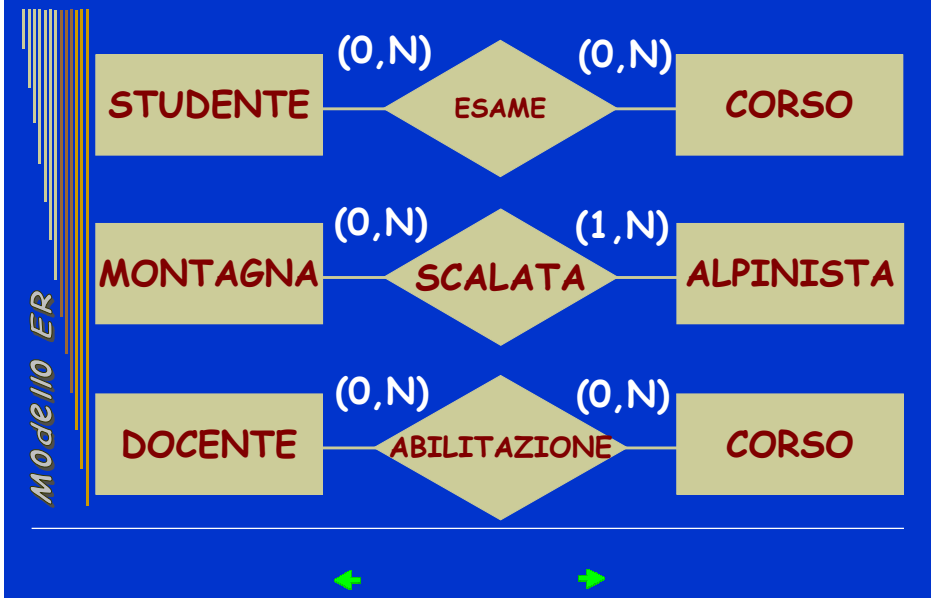
Associazione 1 : N



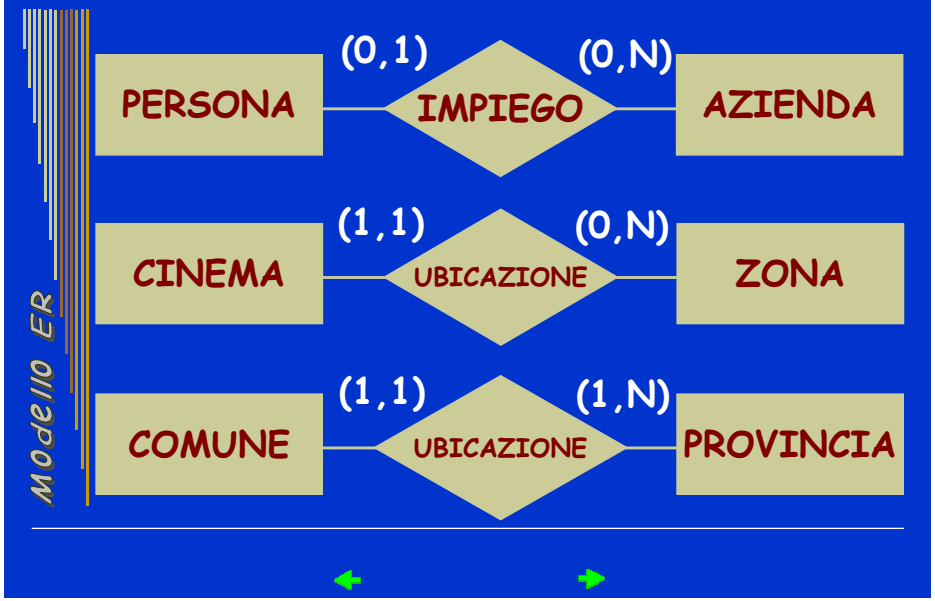
Associazione 1 : 1



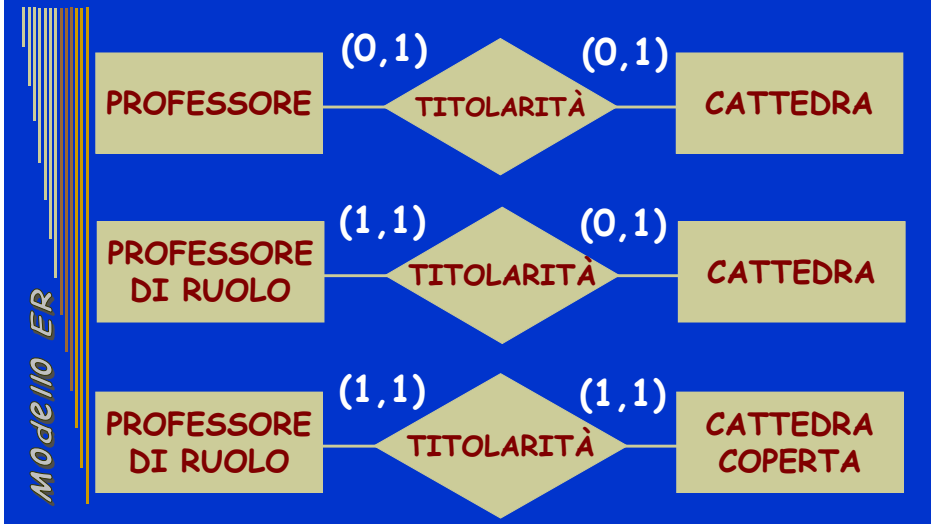
Esempi di Associazioni "N:M"



Esempi di Associazioni "1:N"



Esempi di Associazioni "1:1"



Identificatore di una Entità

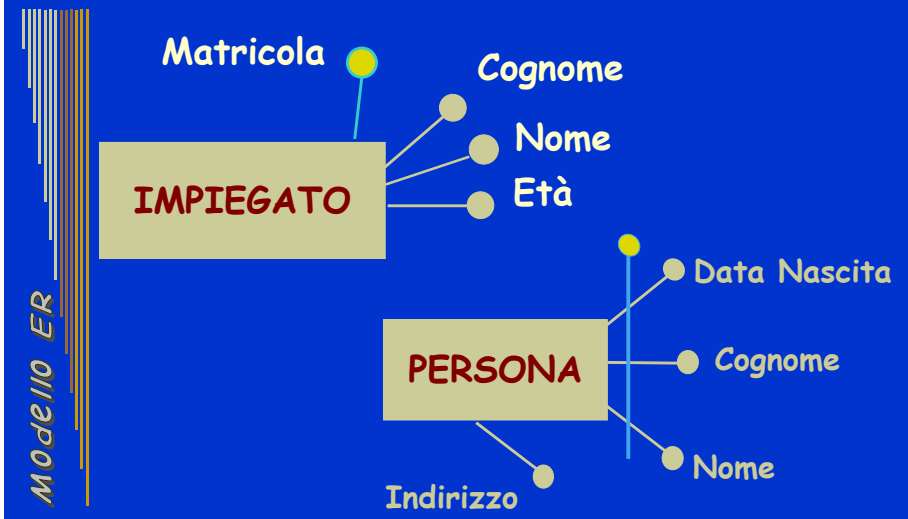
Modello ER

E' lo "strumento" per identificare univocamente le occorrenze di un'Entità. Ogni Entità deve possedere almeno un identificatore, ma può averne in generale più di uno.

E' costituito da:

- attributi dell'Entità
  - identificatore interno
- (attributi +) Entità esterne collegate mediante relazioni
  - identificatore esterno

Identificatori interni



Modello ER

Identificatore esterno

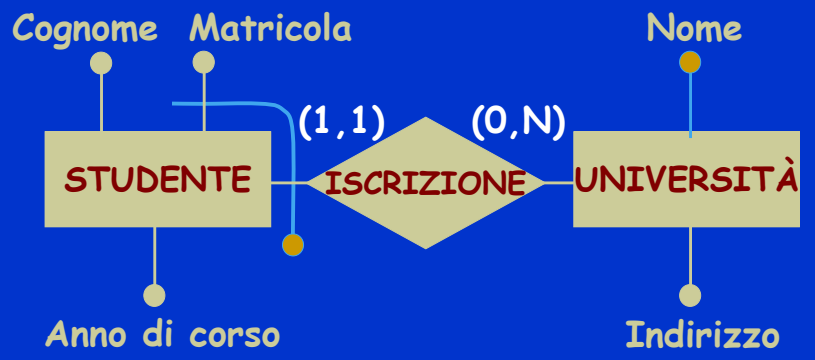
Se per identificare un'entità si deve far ricorso ad attributi di una (o più) entità ad essa riferite attraverso un'associazione si parla di identificatore esterno

Un identificatore esterno di un'Entità E può esistere solo se la cardinalità della associazione tra E e le altre Entità coinvolte è (1,1).

La notazione utilizzata è di una linea che attraversa gli attributi interni che fanno parte dell'identificatore e il legame tra entità ed associazione.

Modello ER

Identificatore esterno



Due Studenti iscritti a due Università diverse possono avere lo stesso Numero di Matricola.

Quindi per identificare univocamente uno Studente è necessario il Numero di Matricola e la relativa Università.

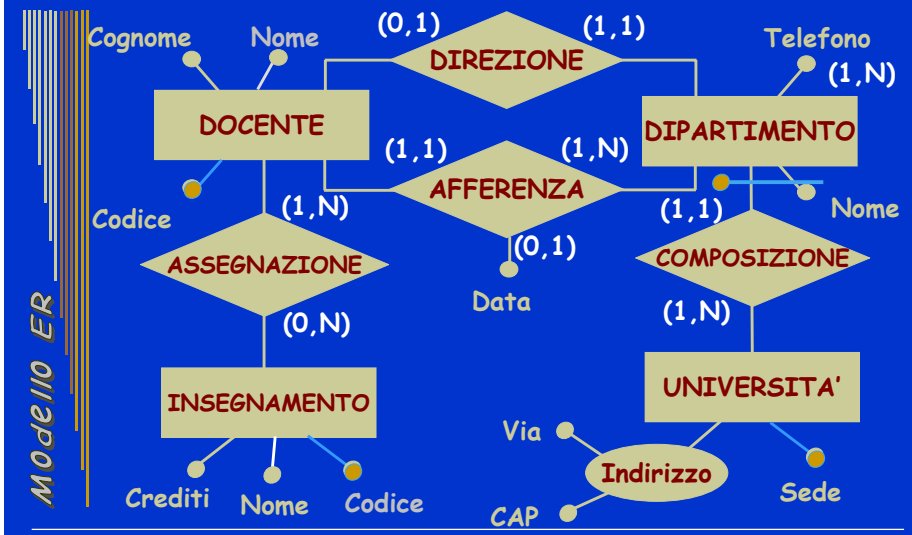
Modello ER

Esempio modello ER

Organizzazione della didattica nei dipartimenti delle Università Italiane

Esempio: Entità, Relazioni, Attributi

Esempio: Cardinalità, Identificatori



Progettazione Logica

Trasformazione del modello ER e traduzione in relazionale

Progettazione Logica

Modello ER

Permette la traduzione dello schema concettuale (ER) in uno schema logico della base di dati che fa riferimento al un modello logico (relazionale) dei dati.

Tale modello descrive i dati secondo una rappresentazione concreta (a tabelle), indipendente dai dettagli fisici (indici).

Semplice traduzione?

Prima di operare la traduzione si rende però necessario trasformare lo schema ER:

- Per **consentire** la traduzione in relazionale
- Per **ottimizzare** la scelta delle chiavi logiche

Il risultato finale

Al termine delle fasi di trasformazione e traduzione si otterrà:

- Lo schema logico finale nel modello scelto
  - per il modello relazionale l'insieme di tabelle da istanziare
- I vincoli di integrità
  - da apporre alle tabelle
  - da riportare in appositi programmi

Fase 1: Trasformazione

Eliminazione di attributi multivalore e composti

- si sostituiscono attributi multivalore e composti con costrutti traducibili in relazionale

Scelta o aggiunta degli identificatori primari

- Selezione dell'identificatore primario per le entità che ne hanno più d'uno.
- Aggiunta di appositi attributi (ad. es. contatori) per ottimizzare l'accesso alle informazioni.

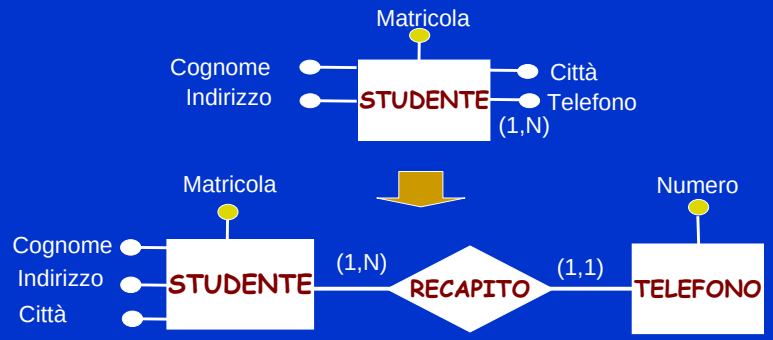
Attributi multivalore e composti

eliminazione di attributi multivalore / composti non direttamente traducibili nello schema logico :

- attributo composto:
  - sostituito con tanti attributi semplici quanti sono gli attributi componenti
  - processo reiterabile
- attributo multivalore:
  - eliminato introducendo una nuova Entità, legata da una associazione uno a molti all'Entità originale

Eliminazione attributi multivalore

L'attributo multivalore di un'entità E_o diventa una nuova entità E_n - connessa con cardinalità (1,1) ad una nuova associazione A_n - a cui partecipa l'entità E_o con la cardinalità dell'attributo multivalore.



Scelta identificatori principali

Per procedere nella traduzione nel modello relazionale si deve individuare, per ciascuna entità, l' **identificatore "principale"** perché:

- usando tale identificatore andranno realizzati i legami tra entità diverse ossia le traduzioni delle associazioni;
- i DBMS definiscono, a livello fisico, sulla base delle chiavi primarie (e cioè degli identificatori) gli indici di accesso alle informazioni;

I due aspetti impongono di scegliere, pertanto, in presenza di più identificatori, quello da considerare principale.

Criteri di scelta

I criteri di scelta si basano sul rispetto del principio di unicità o su valutazioni dettate dall'efficienza

Criterio basato sul rispetto del principio di unicità:

- Non si possono scegliere come principali quegli identificatori basati su attributi che ammettono valori nulli
  - Siffatti identificatori non garantiscono l'accesso a tutte le occorrenze dell'entità a cui si riferiscono
    - Non sono chiavi primarie

Criteri di efficienza

I criteri di scelta basati sull'efficienza sono:

- L'identificatore composto dal **minor numero di attributi** è da preferire agli altri
  - Perché il DBMS genera per essi indici più ridotti
    - Che occupano meno spazio
    - Che vengono gestiti più efficientemente
- Un identificatore usato dal **maggior numero di operazioni** è da preferire agli altri
  - Perché le operazioni possono trarre vantaggio dal fatto di utilizzare proprio gli indici creati dal DBMS

Gli identificatori da aggiungere

Se nessuno degli identificatori soddisfa i criteri indicati allora è necessario **introdurre attributi** che assumano il ruolo di chiave primaria:

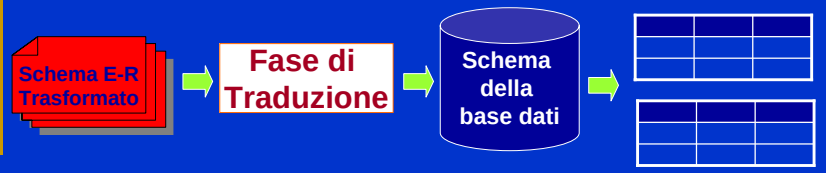
- Un identificatore numerico (id)
  - Generato automaticamente (conteggio degli inserimenti)
- Un codice
  - Generico
    - Numero di serie
  - Mnemonico o "*parlante*"
    - Codice fiscale (generato da parti di più campi)

Fase 2: Traduzione

Al termine della trasformazione il progettista ha uno schema E-R equivalente

- Trasformato sulla base delle esigenze del modello logico

può quindi procedere alla traduzione dello schema ER trasformato nello schema relazionale della base dei dati.



Risultati della traduzione

In generale la traduzione nel modello relazionale trasforma:

- Le entità in tabelle
- Le associazioni in tabelle

Tra le tabelle di associazioni e quelle delle entità collegate si determinano vincoli di integrità referenziali

- Le tabelle delle relazioni inglobano gli identificatori di tutte le entità collegate

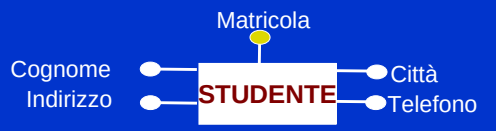
La traduzione presenta problematiche diverse per le associazioni con rapporto di cardinalità

- Uno a uno (1:1)
- Uno a molti (1:M)
- Molti a molti (N:M)

La traduzione di entità

La traduzione di una entità produce una tabella che ha:

- Per nome il nome dell'entità (ma al plurale)
- Come attributi (nomi delle colonne) gli attributi della entità
- Per chiave l'identificatore principale della entità



STUDENTI

Matricola	Cognome	Città	Indirizzo	Telefono

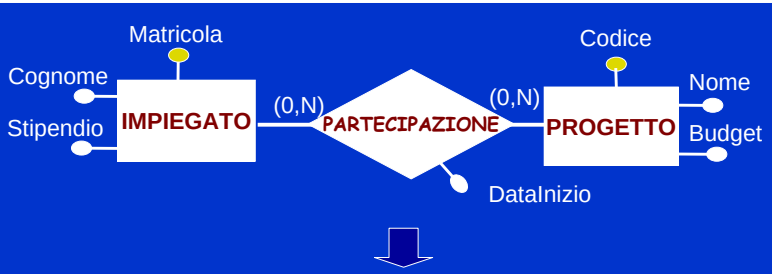
STUDENTI(Matricola, Cognome, Città, Indirizzo, Telefono)

La traduzione di associazioni molti:molti

La traduzione di una associazione molti a molti produce una tabella che ha:

- Per nome il nome della associazione al plurale
- Come attributi
  - Gli attributi della relazione (nel caso ne abbia)
  - Gli identificatori di tutte le entità coinvolte
    - Tali identificatori formano la chiave della relazione
- Per aumentare la leggibilità degli schemi
  - conviene ridenominare gli attributi degli identificatori
  - esplicitare le chiavi esterne

Un esempio



Impiegati(Matricola, Cognome, Stipendio)

Progetti(Codice, Nome, Budget)

Partecipazioni(Matricola, Codice, DataInizio)

Analisi dell'esempio

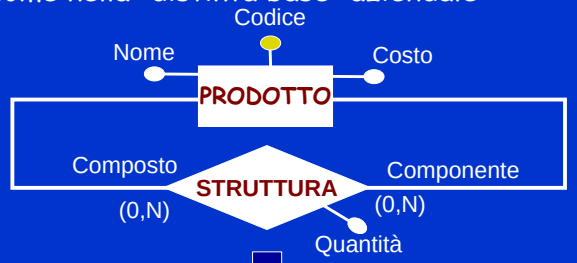
Per migliorare la comprensione della tabella PARTECIPAZIONI si può ridenominare gli attributi "importati" dalle entità ed esplicitare le chiavi esterne:

PARTECIPAZIONI(Impiegato:IMPIEGATI, Progetto: PROGETTI, DataInizio)

Vincoli integrità referenziali			
Tra	Di	E	Di
Impiegato	PARTECIPAZIONI	Matricola	IMPIEGATI
Progetto	PARTECIPAZIONI	Codice	PROGETTI

Necessità della ridenominazione

La ridenominazione degli attributi nella tabella relativa alla associazione è obbligatoria nei casi di associazioni ricorsive come nella "distinta base" aziendale:

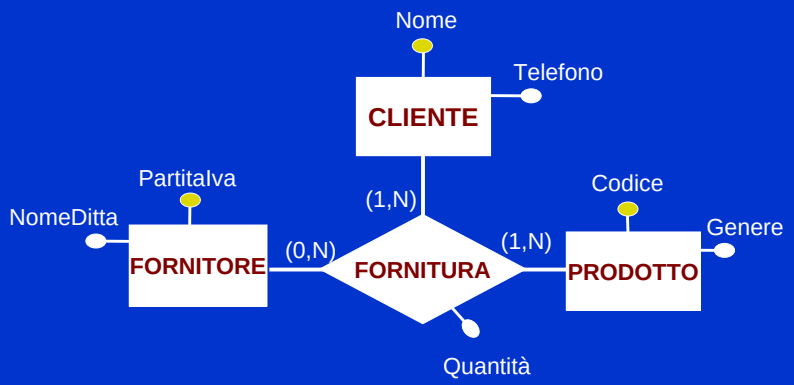


PRODOTTI (Codice,Nome,Costo)

STRUTTURE (Composto:PRODOTTI,Componente: PRODOTTI, Quantità)

Associazioni con più di due entità

Alle associazioni con più di due entità si applicano le stesse modalità di traduzione



La traduzione

FORNITORI(PartitaIva, NomeDitta)

PRODOTTI(Codice, Genere)

CLIENTI(Nome, Telefono)

FORNITURE(Fornitore:FORNITORI, Cliente: CLIENTI, Prodotto:PRODOTTI, Quantità)

Vincoli integrità referenziali			
Tra	Di	E	Di
Fornitore	Fornitura	PartitaIva	Fornitore
Cliente	Fornitura	Nome	Cliente
Prodotto	Fornitura	Codice	Prodotto

La traduzione di associazioni 1:molti

Nelle associazioni uno a molti

si ha che le occorrenze della associazione R sono:

- Tante quante quelle della entità E se x=1
- Al massimo quelle della entità E se x=0

In entrambi i casi Key è chiave sia per le occorrenze di E che per quelle di R

Un esempio di traduzione

GIOCATORI(CodiceFiscale, Nome, Ruolo)

SQUADRE(Nome, Città)

CONTRATTI(Giocatore: GIOCATORI, Squadra, Ingaggio)

Vincoli integrità referenziali			
Tra	Di	E	Di
Giocatore	Contratto	CodiceFiscale	Giocatore
Squadra	Contratto	Nome	Squadra

Una ottimizzazione

Poiché le tabelle GIOCATORI e CONTRATTI hanno la stessa chiave e lo stesso numero di occorrenze, si può procedere ad una loro fusione

GIOCATORI(CodiceFiscale,Nome,Ruolo,Squadra: SQUADRE,Ingaggio)

SQUADRE(Nome,Città)

Vincoli integrità referenziali			
Tra	Di	E	Di
Squadra	GIOCATORI	Nome	SQUADRE

Si noti che nel caso di cardinalità (0,1) la seconda soluzione presenterà dei valori nulli per gli attributi Squadra e Ingaggio della tabella GIOCATORI

Il caso degli identificatori esterni

La presenza degli identificatori esterni non altera il tipo di traduzione perché la chiave già contiene gli identificatori delle entità identificanti.

STUDENTI (Matricola,NomeUniv:UNIVERSITA',Nome,Corso,Anno)

UNIVERSITÀ (Nome,Città)

Vincoli integrità referenziali			
Tra	Di	E	Di
NomeUniv	STUDENTI	Nome	UNIVERSITÀ

La traduzione di associazioni 1:1

Alla traduzione delle associazioni uno a uno si estendono le considerazioni fatte per il caso 1:molti

Le soluzioni diventano però diverse, perché si può scegliere indifferentemente su quale delle due entità sviluppare la traduzione

Nel caso di partecipazioni opzionali delle entità vanno distinti i casi di:

- Partecipazione opzionale di una sola entità
- Partecipazione opzionale di entrambe le entità

Un esempio

La prima soluzione:

DIRETTORI (Codice, Nome, Stipendio,Dipartimento: DIPARTIMENTI, Anno)

DIPARTIMENTI (Nome, Sede)

La seconda soluzione (simmetrica alla prima):

DIRETTORI (Codice, Nome, Stipendio)

DIPARTIMENTI (Nome, Sede, Direttore: DIRETTORI, Anno)

Il caso di partecipazioni opzionali

Nel caso di partecipazione di una delle due entità sia opzionale, al fine di evitare la presenza di valori nulli, è opportuno tradurre lo schema rappresentando l'associazione nella relazione che traduce l'altra entità cioè quella con cardinalità (1,1) .

Se partecipazione di entrambe le entità è opzionale allora conviene non assorbire la traduzione della associazione (soluzione con tre tabelle).

Un esempio

In questo caso si deve tradurre in:

DIPENDENTI (Codice, Nome, Stipendio)
DIPARTIMENTI (Nome, Sede, Direttore: DIPENDENTI, Anno)