

Progettazione di una base di dati: Principi e Modello ER

La progettazione di una base di dati

- Ci sono due tipi di attività principali:
 - Progettazione della base di dati
 - Progettazione delle applicazioni che utilizzano la base di dati
- In questo corso ci focalizzeremo sulla progettazione concettuale e logica della base di dati
- La progettazione di applicazioni invece si focalizza sulle funzionalità e le interfacce per accedere ai dati e sono normalmente trattate come parte dell'*ingegneria del software* o della *programmazione web*

La progettazione di una base di dati - II

- Le fasi principali della progettazione sono:
 1. Analisi dei requisiti
 2. Progettazione concettuale
 3. Progettazione logica
- a cui seguono (anche intrecciate) le fasi di:
 4. Raffinamento dello schema logico (normalizzazione)
 5. Progettazione del livello fisico
 6. Progettazione applicativa e sicurezza
- Per ora ci concentriamo sui primi 3 passi.

La progettazione di una base di dati - III

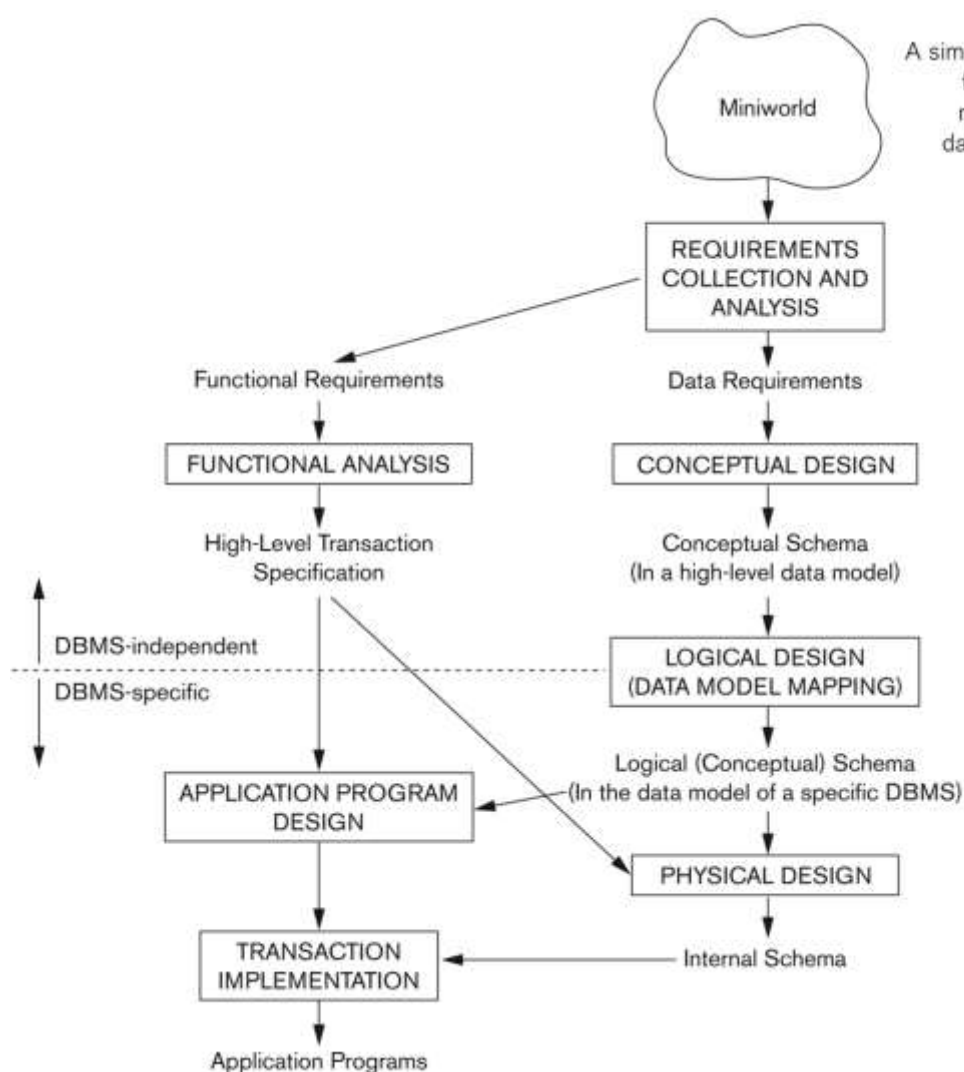


Figure 3.1

A simplified diagram to illustrate the main phases of database design.

Fase 1: analisi dei requisiti dei dati

Per le fasi 1-3 della progettazione di una base di dati dobbiamo rispondere alla seguente domanda:

- Quali dati dovranno essere raccolti nella BD?

Questo avviene mediante colloqui con il cliente, e con diversi gruppi di utenti; analizzando la documentazione disponibile; studiando le applicazioni che dovranno interagire con la BD

Per le fasi 4-6 invece dovremo successivamente considerare altre domande, ovvero:

- Quali applicazioni dovranno usare questi dati?
- Quali saranno le operazioni più frequenti e quelle computazionalmente più costose?

Esempio: la base di dati “COMPANY”

- Immaginiamo che ci venga chiesto di progettare una base di dati per un'azienda «COMPANY»
- Ecco alcuni dei requisiti che sono emersi nei colloqui con il cliente :
 1. La società è organizzata in **DIPARTIMENTI**, ognuno dei quali ha un nome, un numero e un dipendente della società che **gestisce** il dipartimento. Un dipartimento può avere più sedi in luoghi diversi. Inoltre, dobbiamo tener traccia della data da cui un manager gestisce un dipartimento.
 2. Ogni dipartimento **controlla** un certo numero di **PROGETTI**. Ogni Progetto ha un nome unico, un codice unico ed è associato a un'unica sede.

Esempio

- Per ogni **DIPENDENTE**, la base di dati dovrà memorizzare il *social security number* (SSN), l'indirizzo, il salario, il sesso e la data di nascita
- Ogni dipendente ***lavora*** per un solo dipartimento, ma può lavorare contemporaneamente su diversi progetti. La BD dovrà tener traccia del numero di ore che ogni dipendente ***dedica*** a ogni progetto su base settimanale
- Inoltre, ogni dipendente ***ha*** un **supervisore** diretto, di cui la BD deve tener traccia.
- Ogni dipendente ***può avere*** un certo numero di **PERSONE A CARICO** (in Inglese: DEPENDENT).
 - Per ogni persona a carico, la base di dati dovrà registrare nome, sesso, data di nascita e tipo di relazione con il dipendente della società.

Il passo successivo

- Come faccio a costruire un modello che rappresenti in modo adeguato i requisiti espressi dal cliente?
 - Un modello è una rappresentazione semplificata di una porzione di mondo («mini-mondo»)
 - Il modello sarà *epistemologicamente* adeguato se permette di esprimere concretamente i fatti che sono conosciuti del mini-mondo di interesse (J. McCarthy & P. Hayes, 1969)
- Per le basi di dati, il modello più noto è usato a questo scopo è il modello *Entity-Relationship* (ER)

Il modello ER: concetti fondamentali

- Un'entità (*entity*) è un oggetto del mondo reale (o del nostro mini-mondo), distinguibile da altri oggetti, che vogliamo sia rappresentato nella BD
 - Per esempio, il DIPENDENTE John Smith, il DIPARTIMENTO di Ricerca e Sviluppo, il PROGETTO Prodotto_X
- A livello estensionale, uno specifico insieme di entità tra di loro simili (ovvero, che hanno attributi comuni) si chiama un **insieme di entità** (*entity set*)
 - Per esempio, l'insieme dei DIPENDENTI dell'Università di Trento, i suoi DIPARTIMENTI, i CORSI DI LAUREA
- Un **tipo di entità** (o *entity type*) è la definizione a livello intensionale delle entità che possono appartenere a un *entity set* di quel tipo

Il modello ER: concetti fondamentali

- Gli **attributi** (*attributes*) sono le proprietà utilizzate per descrivere un'entità.
 - Per esempio, l'entità DIPENDENTE può avere attributi come *nome*, *SSN*, *indirizzo*, *sex*, *data di nascita*
- Una specifica entità avrà uno specifico valore per ognuno dei suoi attributi.
 - Per esempio, un certo dipendente avrà Nome='John Smith', SSN='123456789', Indirizzo='731, Fondren, Houston, TX', Sesso='M', DataDiNascita='3 ottobre 1993'
- Ogni attributo è associato a un **insieme di valori** (*value set*) o tipo di dato (*data type*), chiamato **dominio**.
 - Per esempio, *string* per Nome, *integer* per SSN, ...

Diversi tipi di attributo

Alcune versioni di ER ammettono diversi tipi di attributo:

- Semplice (*simple*)
 - Ogni entità ha un singolo valore atomico per quell'attributo. Per esempio '123456789' per SSN o 'M' per Sesso.
- Composto (*composite*)
 - L'attributo può avere molteplici componenti, per esempio:
 - Indirizzo: Scala#, Palazzina#, Via, Città, Stato, CAP, Paese
 - Nome: NomeDiBattesimo, SecondoNome, Cognome
 - Uno o più elementi di un attributo composto possono a loro volta essere composti.
- Multi-valore (*Multi-valued*)
 - Un'entità potrebbe avere molteplici valori per un certo attributo. Per esempio: CERTIFICAZIONI per un DIPENDENTE o TIPO_PATENTE per un AUTOMOBILISTA.

Noi utilizzeremo solo attributi semplici e discuteremo in seguito diversi modi di rappresentare gli attributi composti e multi-valore

Attributi chiave (*key attributes*)

- Ogni *entity type* ha un'attributo (o un insieme di attributi) che identifica in modo univoco ogni entità presente
- È detto **attributo chiave** dell'*entity type*.
- Esempi:
 - SSN per DIPENDENTE
 - NOME per un DIPARTIMENTO
 - CODICE per un PROGETTO

Attributi chiave - II

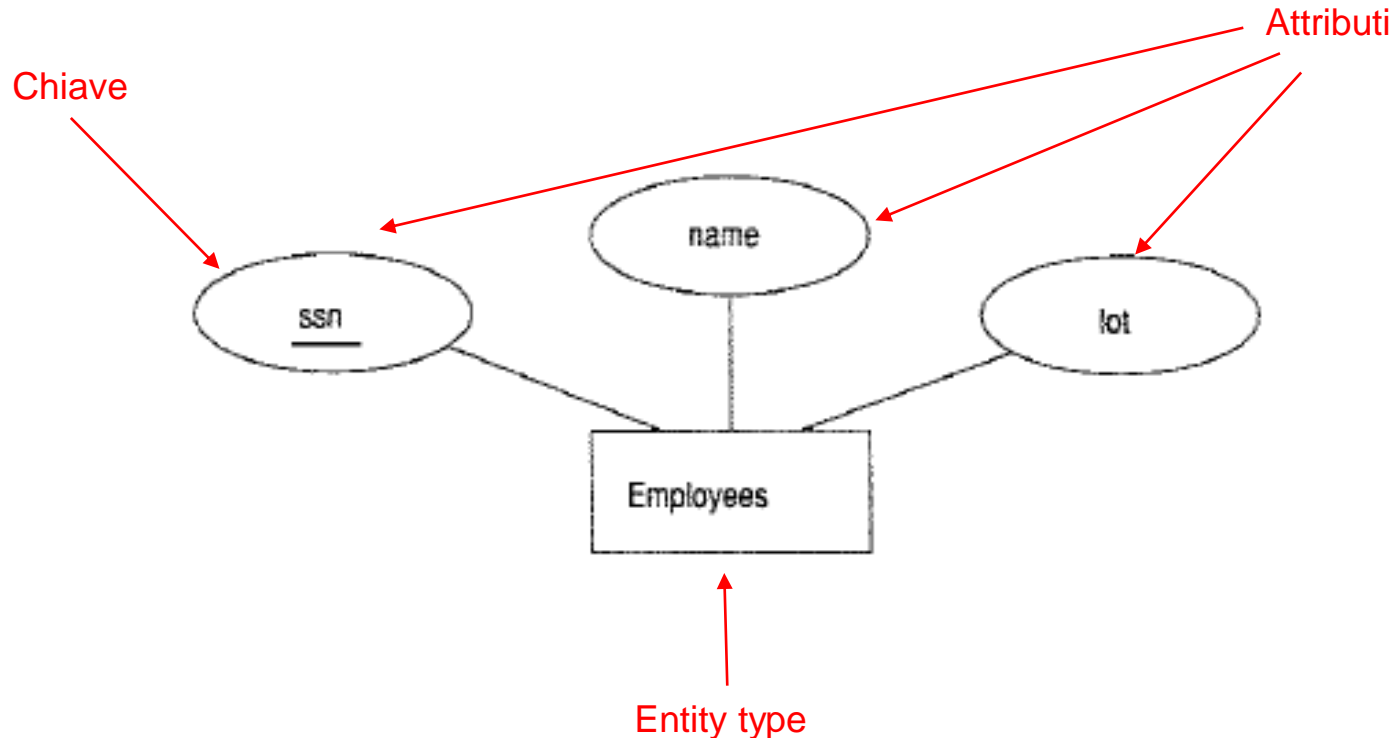
- Un attributo chiave può essere **composto**, ovvero essere dato dalla composizione di 2 o più attributi
 - Esempio: per un'AZIENDA, RAGIONE_SOCIALE e PROVINCIA
- Un *entity type* può avere **più di una chiave** (in questo caso si parla di **chiavi candidate**):
 - Esempio: un'AUTOMOBILE potrebbe avere 2 chiavi candidate:
 - *NumeroTelaio* (anche conosciuto come VIN)
 - *Targa*

Attributi chiave - III

- Se un *entity type* ha più di una chiave candidata, una di esse viene scelta come **chiave primaria**:
 - Esempio: per AUTOMOBILE scegliamo come chiave primaria il *NumeroTelaio* (VIN)
- In ER, la chiave primaria è sempre sottolineata

Rappresentazione *Entity type*

- Un *entity type* è rappresentato come un rettangolo con il nome del tipo di entità
- Gli attributi sono rappresentati come ovali:
 - Ogni attributo è collegato al suo *entity type*
 - Gli attributi chiave sono sottolineati

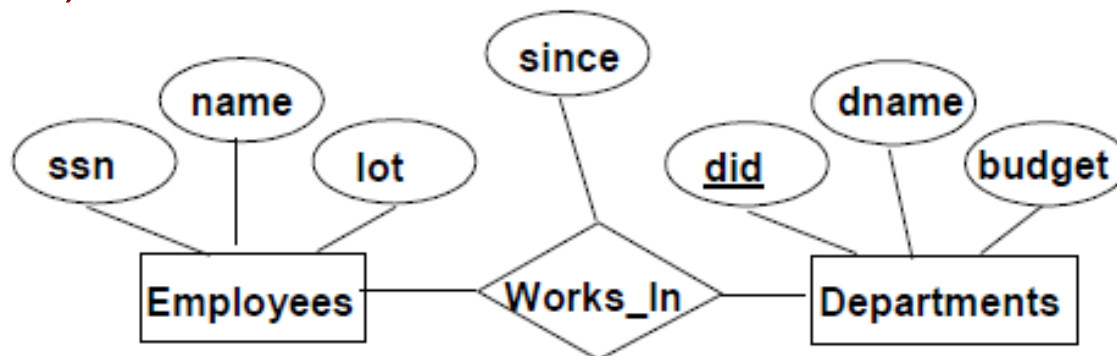


Primo raffinamento: le **relazioni (relationships)**

- La progettazione iniziale di solito non è completa, in particolare non tiene conto dell'esistenza di **relazioni tra tipi di entità**
- Una relazione (*relationship*) è un'associazione tra due o più entità
 - Per esempio, la relazione tra un IMPIEGATO e il DIPARTIMENTO per cui *lavora*

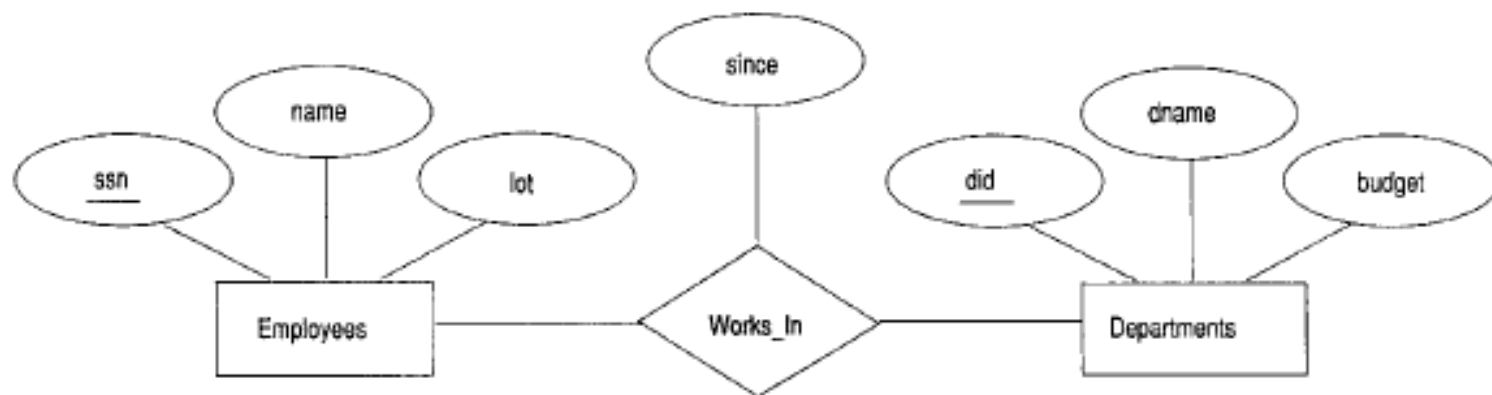
Relazioni e *Relationship Types* – Grado della relazione

- Relazioni dello stesso tipo vengono raggruppate in un **relationship type**.
 - Per esempio, LAVORA_PER che lega impiegati (EMPLOYEES) e dipartimenti aziendali (DEPARTMENTS)
- Il numero di *entity types* che partecipano a un *relationship type* si dice il **grado** della relazione
 - Per esempio, LAVORA_PER è una relazione di grado 2 (binaria)



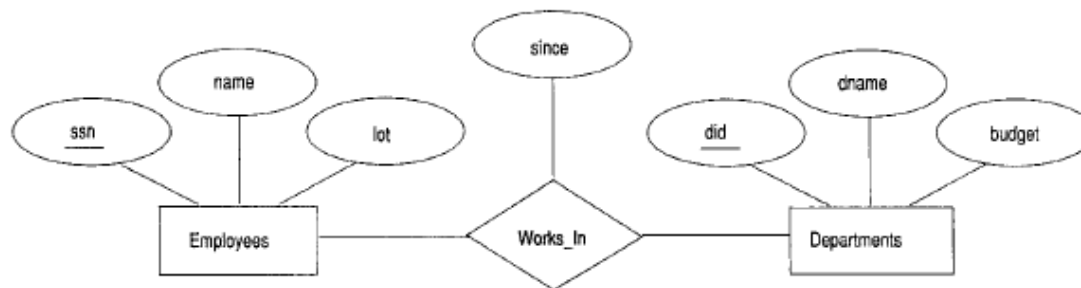
Relazioni e *Relationship Types* – Attributi della relazione

- Una relazione può avere uno o più attributi descrittivi
 - Per esempio, la relazione LAVORA_PER può essere qualificata da una data di inizio della collaborazione (l'attributo descrittivo *since*)
- Gli attributi descrittivi di una relazione forniscono informazioni sulla relazione stessa e **non** sulle entità che partecipano alla relazione



Relazioni e *Relationship Types* – Attributi della relazione

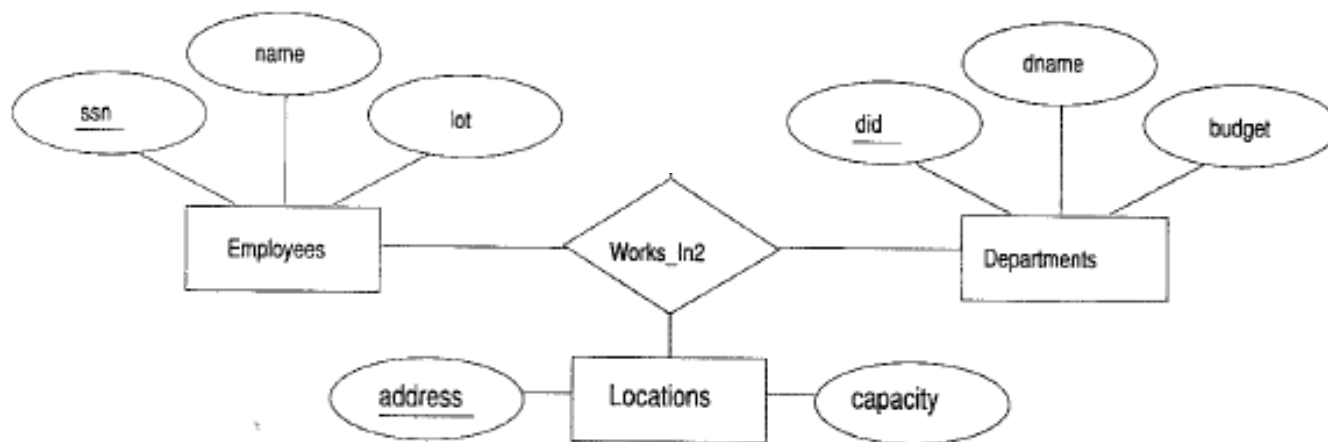
- NOTA BENE: questo significa che una relazione è identificata unicamente dalle entità che vi partecipano, e non dagli attributi descrittivi
 - Nell'esempio, ssn e did e non dal valore di *since*
- Questo implica che per ogni coppia <ssn,did> della relazione WORKS_IN non possiamo avere più di un valore per l'attributo *since* !!



- E se fosse richiesto di registrare diversi periodi di lavoro di un impiegato in un certo dipartimento?

Relazioni e *Relationship Types* – Esempio di relazione di grado 3 (ternaria)

- Si assuma che un impiegato lavori per un dipartimento che può avere diverse sedi
- Questo richiede di rappresentare una relazione tra 3 diverse entità: impiegato, dipartimento e sede



In sintesi: Relationship type vs. Relationship set

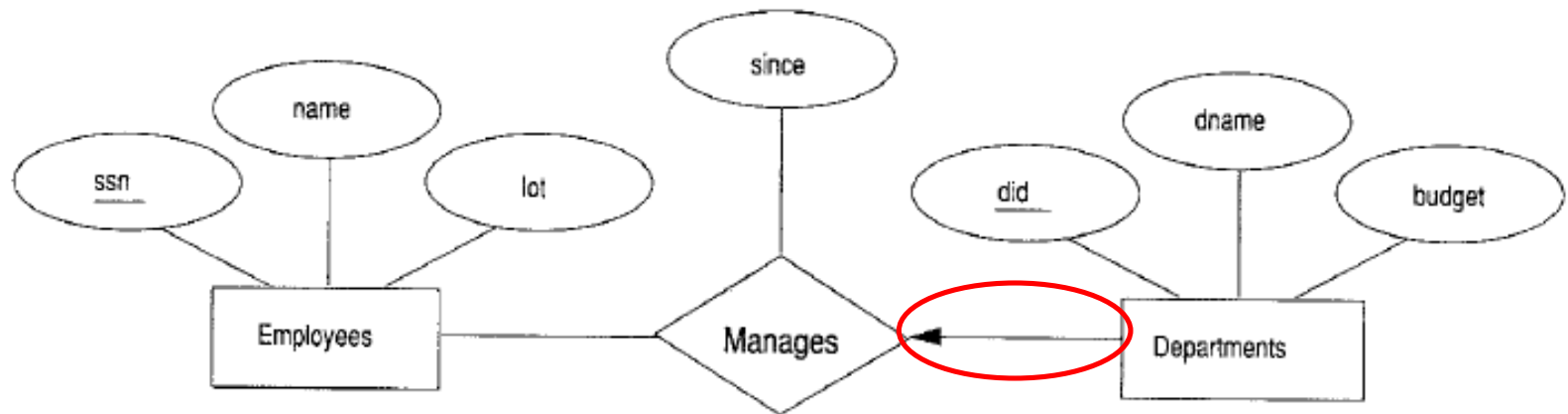
- Relationship Type:
 - È lo schema che descrive una relazione
 - Identifica il nome della relazione e gli *entity types* che vi partecipano
 - Identifica anche i vincoli associate a una relazione
- Relationship Set:
 - È l'insieme di istanze della relazione che sono rappresentate nella base di dati in un certo istante
 - In un certo senso, è lo *stato attuale* di un *relationship type*

Vincoli sulle relazioni

- Nel seguito considereremo diversi tipi di vincoli su *Relationship Types*:
 - Vincoli di chiave (*key constraints*)
 - Vincoli di cardinalità (*cardinality ratio*)
 - Vincoli di esistenza o partecipazione (*participation constraints*)
- Ogni tipo di vincolo permette di catturare aspetti semantici specifici della relazione tra le entità partecipanti alla relazione

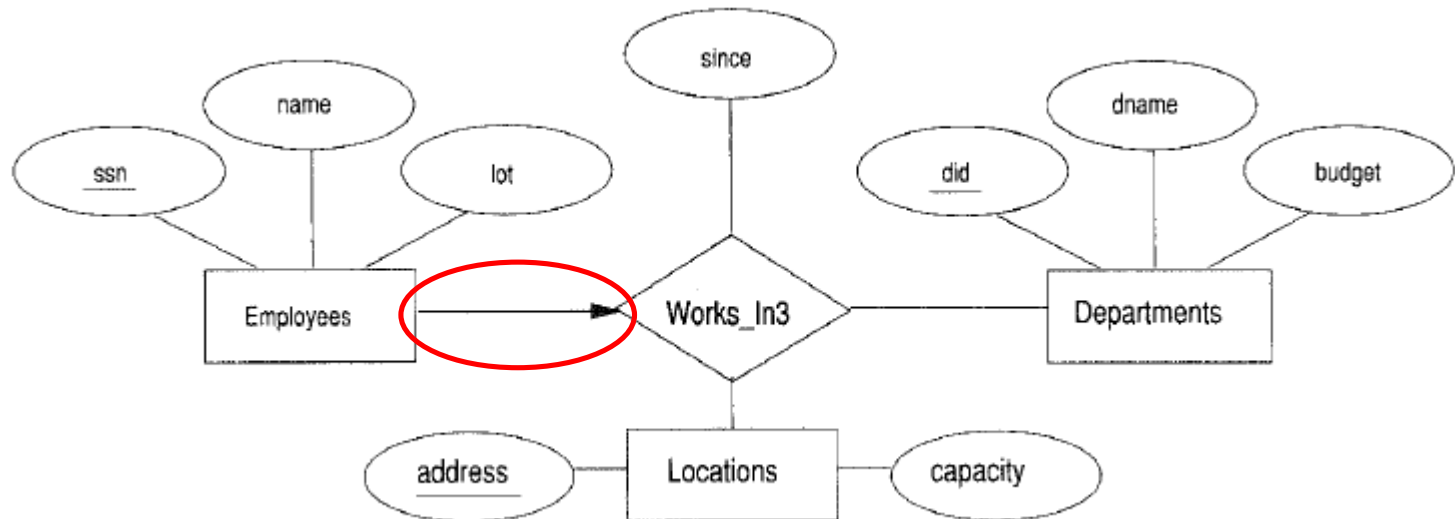
Vincolo di chiave (*key constraint*)

- Il vincolo di chiave permette di esprimere la condizione secondo cui un'entità può partecipare al massimo una volta in una relazione
 - Per esempio, la figura sotto illustra il vincolo in base al quale un Dipartimento può avere al massimo un manager (ma non viceversa!)



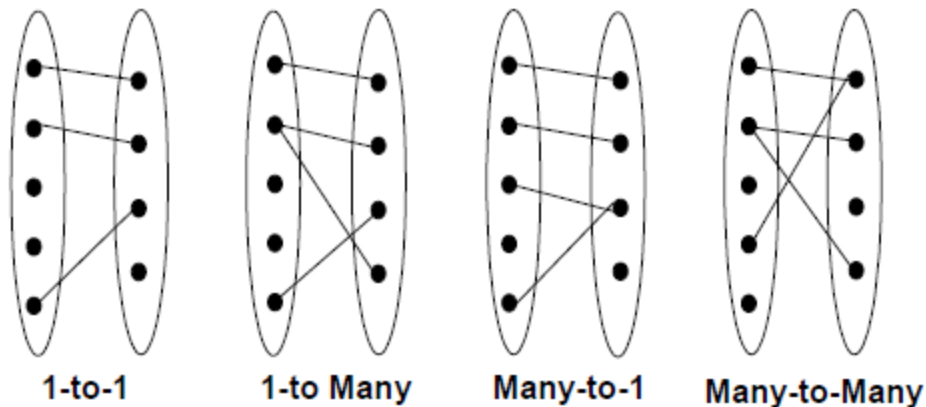
Vincolo di chiave per relazioni di grado > 2

- Il vincolo di chiave si generalizza a relazioni di grado > 2 assumendo che una certa entità non possa comparire più di una volta in un *relationship set*
 - Per esempio, lo schema sotto esprime il vincolo che un impiegato non può lavorare in più di una sede di un dipartimento



Vincoli di cardinalità

- Servono a specificare il numero massimo di volte in cui un'entità può COMPARIRE in un *relationship set*:
 - One-to-one (1:1)
(es. PERSONA commissario_tecnico NAZIONALE)
 - One-to-many (1:N) or Many-to-one (N:1)
(es. STUDENTE iscritto SCUOLA_DI_DOTTORATO)
 - Many-to-many (M:N)
(es. STUDENTE frequenta CORSO)

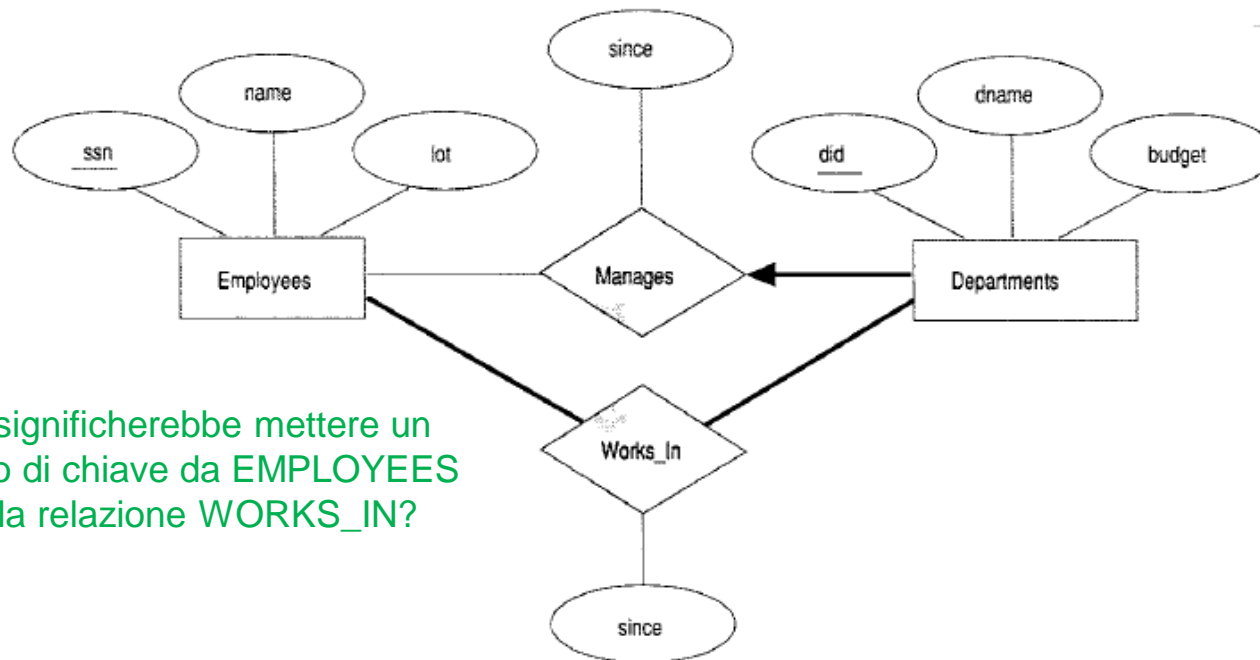


Vincolo di partecipazione (*participation constraint*)

- I vincoli di partecipazione specificano quante volte un'entità deve comparire **al minimo** in una relazione
 - Per questo sono detti anche **Existence Dependency Constraints**
- Un'entità può non comparire in un *relationship set* (**partecipazione parziale**)
 - → linea semplice in ER
- Un'entità deve comparire almeno una volta nel *relationship set* (**partecipazione totale**)
 - → linea in grassetto in ER

Vincolo di partecipazione - Esempio

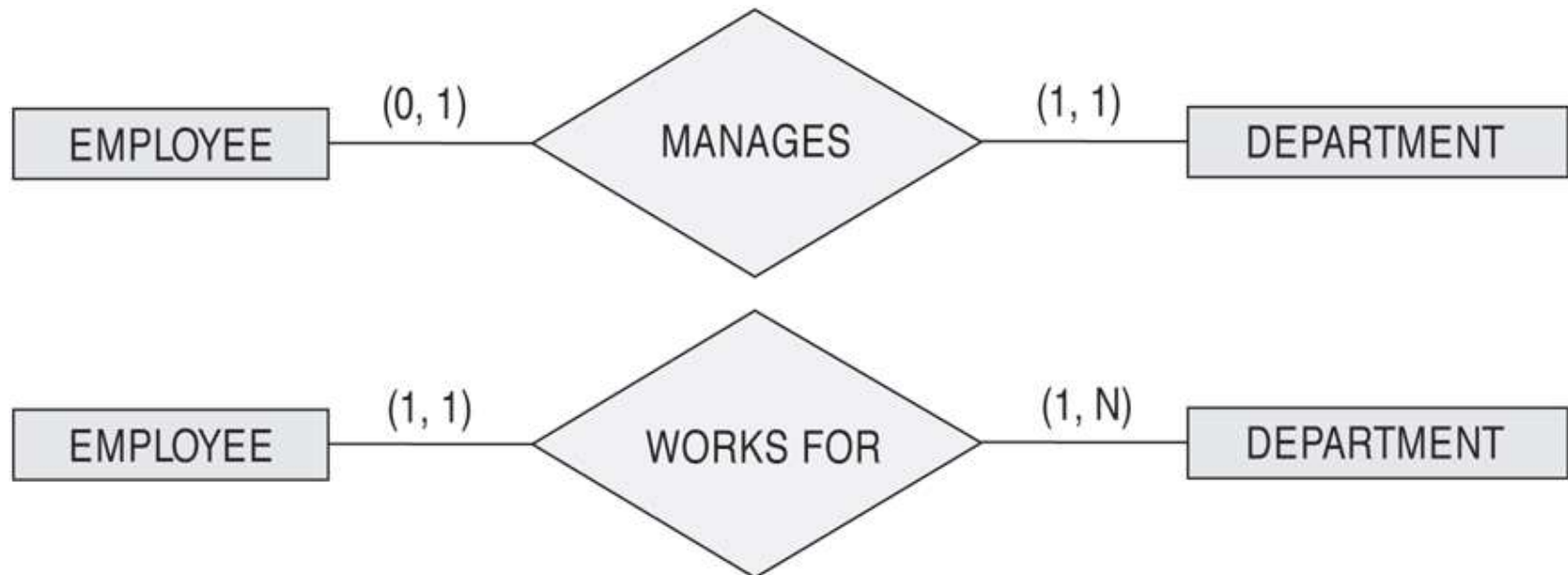
- DEPARTMENTS ha una partecipazione totale in MANAGES
→ Ogni dipartimento ha necessariamente un manager
- DEPARTMENTS e EMPLOYEES hanno una partecipazione totale in WORKS_IN (rappresentato dalla linea in grassetto)
→ Ogni impiegato deve afferire almeno a un dipartimento e ogni dipartimento deve avere almeno un impiegato che afferisce ad esso



Cosa significherebbe mettere un vincolo di chiave da EMPLOYEES verso la relazione WORKS_IN?

La notazione (min, max)

- I vincoli di cardinalità possono essere specificati anche indicando che ogni entità in E partecipa in almeno *min* e al massimo *max* istanze di R
- Default (assenza di vincoli): min=0, max=N (equivale a nessun vincolo) → non serve indicarlo
 - Per esempio:



Relazioni ricorsive

- Ci sono casi in cui una relazione vale tra entità dello stesso tipo ma in ruoli distinti
 - Per esempio: nella relazione **REPORTS_TO**, **EMPLOYEE** partecipa due volte ma con ruoli diversi (ed entità distinte):
 - Un'istanza di **EMPLOYEE** con il ruolo di Supervisore
 - Un'istanza di **EMPLOYEE** con il ruolo di Subordinato

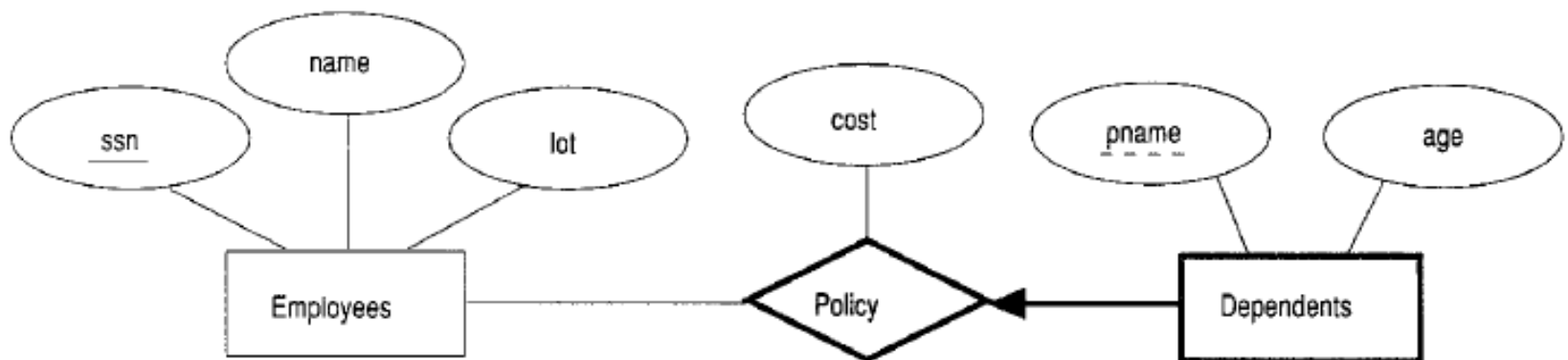


Entity Types deboli

- In alcuni casi possono esistere entità che non hanno un proprio attributo chiave e che quindi devono dipendere da altre entità per l'identificazione univoca. In questi casi si parla di **entità deboli**
- Un'entità debole deve partecipare a una **relazione identificante** a cui deve partecipare anche un'**entità identificante**.
- Le entità deboli sono quindi identificate da una combinazione di:
 - Una **chiave parziale** (che è propria dell'entità debole)
 - La **chiave dell'entità identificante** a cui è connessa mediante la relazione identificante

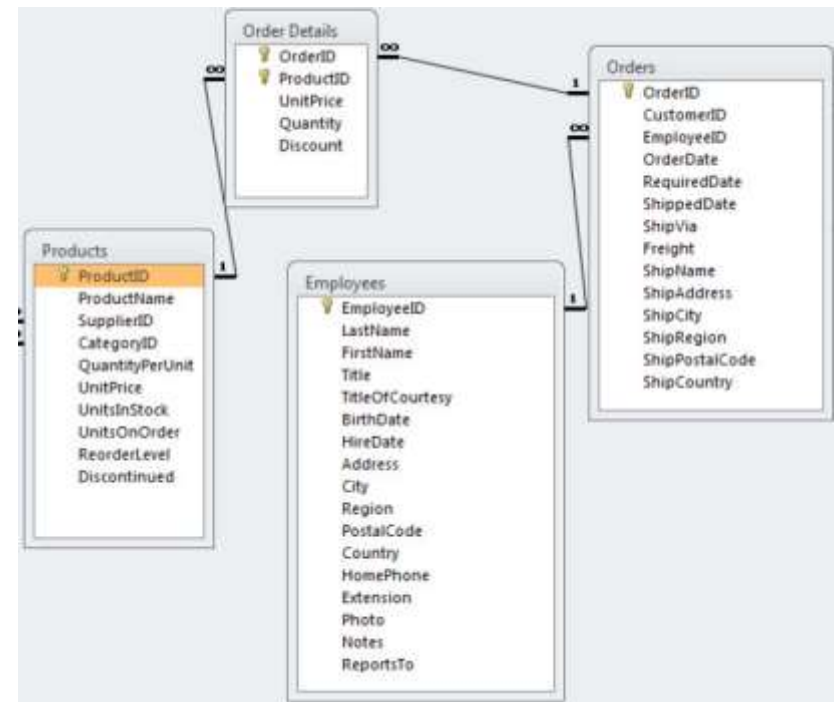
Entity Types deboli - Esempio

- Immaginiamo di voler registrare nella base di dati COMPANY i familiari a carico dei nostri impiegati beneficiari di una polizza assicurativa aziendale:
 - Un'entità di tipo DEPENDENT (familiare a carico) è identificata dal nome del familiare e dallo specifico EMPLOYEE a cui è associato mediante la relazione identificante POLICY
 - Il nome del DEPENDENT è la *chiave parziale*
 - EMPLOYEE è l'entità identificante mediante l'associazione della relazione POLICY



Entity Types deboli - Esempio

- Immaginiamo di voler registrare gli ordini dell'azienda COMPANY, tenendo separati i dati generali di ogni ordine dai dati sui singoli prodotti (e loro quantità) inclusi dell'ordine
 - Un'entità di tipo ORDER (ordine), identificato dal suo ID (OrderID) corrisponde all'ordine
 - Un'entità di tipo ORDER_DETAILS contiene le singole righe dell'ordine (prodotto e quantità) ed è quindi identificata dall'OrderID a cui si riferisce e dall'ID del prodotto che compare nell'ordine (ProductID)
 - ORDER è l'entità identificante mediante l'associazione della relazione INCLUDE, mentre ORDER_DETAILS è l'entità debole.



Osservazioni sulla notazione per i vincoli sulle relazioni

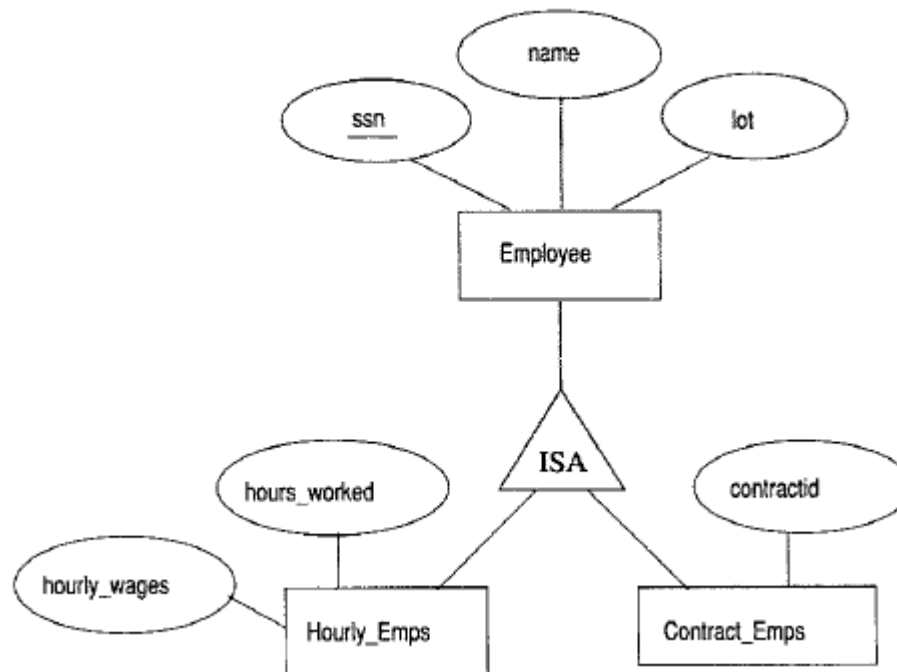
- Vincoli di chiave
 - Freccia semplice dall'entità vincolata alla relazione
- Vincoli di partecipazione
 - La partecipazione totale è rappresentata da una linea in grassetto, quella parziale da una linea semplice
- In alcuni casi è necessario utilizzare la notazione (*min*, *max*)
 - Esempio: quando *min* è maggiore di 1 o *max* è diverso da 1 o da N (es. 5)

Gerarchie di classi

- Talvolta è necessario organizzare Entity Types in gerarchie di classi
- Questo può avvenire per:
 - **Generalizzazione**: due Entity Type vengono generalizzati in un Entity Type che li ricomprende entrambi
 - **Specializzazione**: un Entity Type viene suddiviso in diversi sottoinsiemi, ognuno dei quali contiene entità che hanno delle caratteristiche in comune
- La specializzazione può avvenire secondo diverse dimensioni nello stesso modello, creando una **gerarchia multilivello**

Gerarchie di classi – Esempio

- Gli impiegati sono suddivisi tra dipendenti a contratto e dipendenti a ore
 - EMPLOYEE è specializzato in HOURLY_EMPS e CONTRACT_EMPS (ma potremmo voler aggiungere anche una specializzazione in impiegati junior e senior ...)
 - HOURLY_EMPS e CONTRACT_EMPS sono generalizzati in EMPLOYEE



Perché introdurre gerarchie ISA

- Ci sono due motivazioni principali:
 - Per aggiungere attributi descrittivi che sono specifici di una certa sottoclasse
 - Esempio: il costo orario di un impiegato a ore
 - Per identificare il particolare sottoinsieme di entità che partecipano a una relazione
 - Esempio: solo i dipendenti a contratto potrebbero far parte di un circolo ricreativo aziendale

Vincoli sulle gerarchie ISA – Overlap

- **Overlap:** possono due classi avere entità in comune?
 - CONTRACT_EMPS e HOURLY_EMPS non possono avere sovrapposizioni
 - CONTRACT_EMPS e SENIOR_EMPS intuitivamente possono
- Nel secondo caso, scriviamo
CONTRACT_EMPS **OVERLAPS** SENIOR_EMPS
- Il default è che NON ci sia overlap

Vincoli sulle gerarchie ISA – Coverage

- **Coverage** (completezza): le entità delle sottoclassi includono tutte le entità della sovraclasse?
 - TIGRI e PANTERE non «coprono» tutta la classe dei FELINI
 - JUNIOR_EMPS e SENIOR_EMPS presumibilmente «coprono» la classe degli EMPLOYEES
- Nel secondo caso, scriviamo:

JUNIOR_EMPS AND SENIOR_EMPS **COVER** EMPLOYEES
- Il default è che il coverage NON valga

Sintesi su specializzazione / generalizzazione

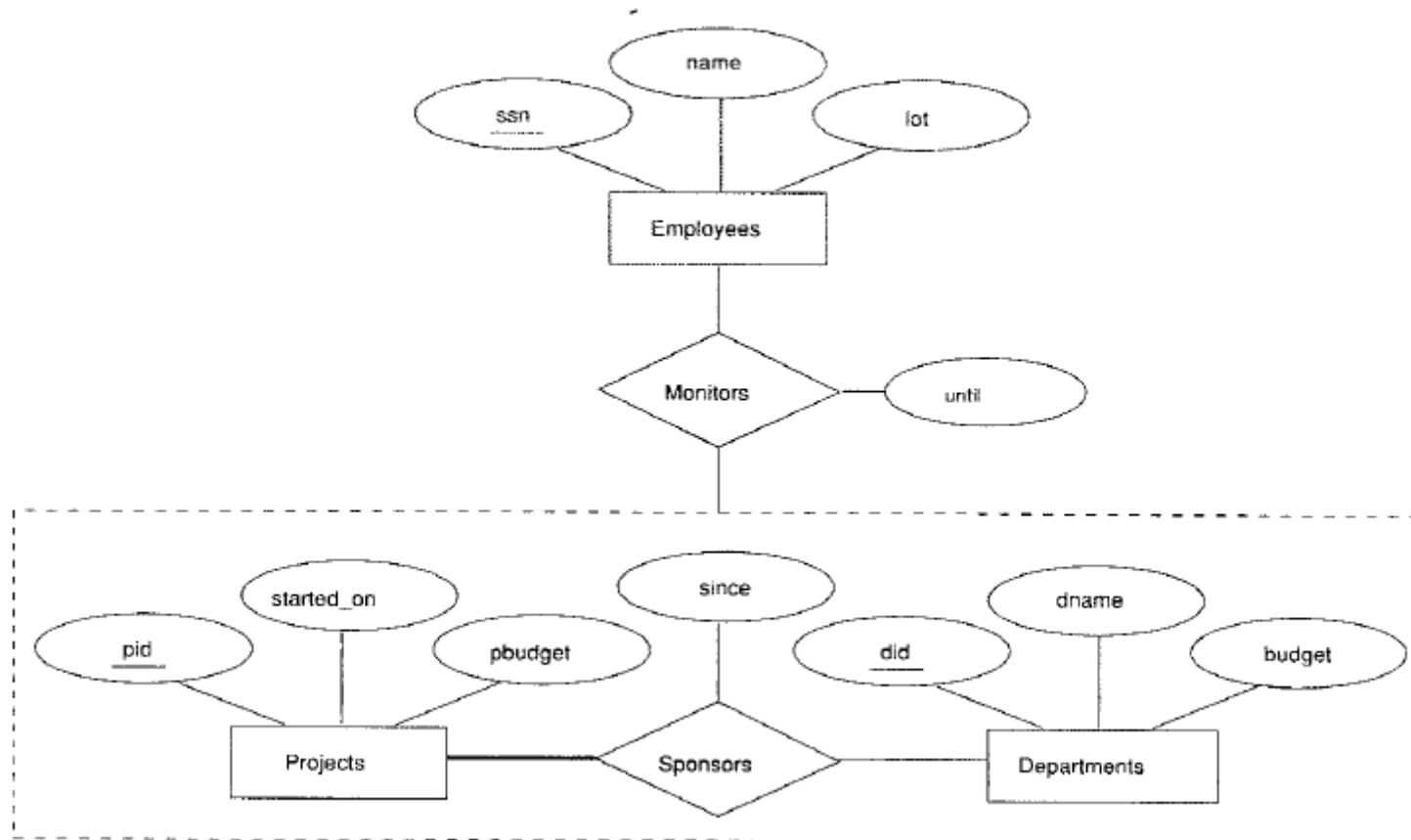
- Possiamo avere 4 casi di specializzazione / generalizzazione:
 - No overlap, copertura totale
 - No overlap, copertura parziale
 - Overlap, copertura totale
 - Overlap, copertura parziale
- Nota: la generalizzazione di solito (ma non necessariamente) è totale, dato che le superclassi sono derivate dalle sottoclassi

Aggregazione

- Finora abbiamo visto *relationship sets* che associano *entity sets*
- Può però capitare di voler associare un *entity set* con un *relationship set* che a sua volta associa 2 o più *entity set*
- Per questi casi, viene introdotto il concetto di **aggregazione**

Aggregazione - Esempio

- Immaginiamo che in COMPANY un impiegato possa essere incaricato di MONITORARE un PROGETTO che è SPONSORIZZATO da uno o più DIPARTIMENTI



Aggregazione vs. relazione ternaria

Avremmo potuto usare una relazione ternaria al posto dell'aggregazione per modellare l'esempio?

- L'uso di una relazione SPONSORS ternaria non ci avrebbe permesso di distinguere chiaramente l'esistenza di 2 relazioni (SPONSORS e MONITORS) con una semantica intuitivamente molto diversa
- L'uso di una relazione unica di grado 3 non ci avrebbe permesso di assegnare a MONITORS un suo attributo descrittivo specifico, molto diverso (e indipendente) dall'attributo SINCE della relazione SPONSORS
- Infine, l'uso di un'aggregazione rende molto più semplice e diretto l'uso di vincoli di integrità, come ad esempio il fatto che ogni relazione di sponsorizzazione possa essere monitorata al massimo da un impiegato

DAI REQUISITI AL MODELLO: REGOLE EMPIRICHE

Come procedere dai requisiti al modello

1. Analisi del linguaggio naturale

- **Identificazione delle entità:** Cerca nomi di persone, luoghi, oggetti, concetti o eventi che ricorrono nei requisiti. Questi elementi spesso rappresentano le entità.
- **Individuazione dei verbi:** I verbi spesso indicano azioni o stati che collegano le entità, suggerendo potenziali relazioni tra di esse.
- **Riconoscere gli attributi:** Gli aggettivi o le frasi che descrivono le caratteristiche delle entità possono essere considerati attributi.

Come procedere dai requisiti al modello

2. Chiedere chiarimenti al cliente

- Se il significato di alcune parti del requisito non è chiaro, chiedi chiarimenti.
- Non inventare niente. Se per esempio il cliente non ha esplicitato un attributo o un vincolo, discutine con il cliente stesso e solo dopo eventualmente aggiungilo
- Questo assicura che le entità e le relazioni identificate riflettano accuratamente le esigenze del cliente.

Come procedere dai requisiti al modello

3. Identificazione delle entità

- **Nomi e sostantivi concreti:** Le entità sono spesso rappresentate da nomi propri, sostantivi concreti o concetti chiave (es. Cliente, Prodotto, Ordine)
- **Generalizzazione:** Se trovi più sostantivi simili o correlati, cerca di generalizzare per trovare una categoria comune (es. se ci sono "Macchina" e "Moto", potresti identificarle come "Veicolo")

Come procedere dai requisiti al modello

4. Individuazione delle relazioni

- **Relazioni esplicite:** Cerca frasi che indicano un'associazione tra due o più entità (es. «Un cliente effettua un ordine» o «Un dipendente afferisce a un dipartimento»)
- **Cardinalità:** considera la frequenza con cui un'entità può essere collegata ad un'altra. Per esempio, frasi come «ogni cliente può effettuare più ordini» indicano una relazione uno-a-molti
- **Partecipazione:** frasi del tipo «ogni dipartimento deve avere un manager» spesso indicano un vincolo di partecipazione (in questo caso totale)

Come procedere dai requisiti al modello

5. Identificazione degli attributi

- **Descrittori delle entità:** Ogni entità ha delle proprietà o attributi che la descrivono. Questo sono spesso indicate da frasi del tipo «Ogni cliente ha un nome, un indirizzo e un contatto».
- **Chiavi primarie:** Identifica attributi che sono unici per l'entità e che quindi possano fungere da chiavi primarie. Talvolta, le chiavi sono indicate da frasi del tipo «Ogni cliente è identificato con un ID»), altre volte va capito quale può essere una chiave dalla semantica dell'attributo.

Come procedere dai requisiti al modello

6. Validazione delle entità e relazioni

- **Completezza:** Assicuratevi che tutte le entità e le relazioni necessarie siano state identificate e che il modello sia completo rispetto ai requisiti
- **Ridondanza:** Evita duplicazioni inutili. Ogni entità e relazione dovrebbe essere unica a meno che non ci siano buone ragioni per includere duplicati. Un semplice esempio di ridondanza (sbagliata) è la duplicazione del nome del cliente nell'anagrafica e negli ordini.

Come procedere dai requisiti al modello

7. Iterazione e raffinamento

- **Feedback:** Presenta il modello in forma di diagramma ER al cliente e raccogli feedback per eventuali modifiche o aggiustamenti.
- **Raffinamento:** Modifica il modello in base ai feedback, iterando fino a ottenere una rappresentazione accurata dei requisiti.

SCELTE DI PROGETTAZIONE CONCETTUALE CON ER

Questioni di modellazione in ER

- Definire un modello ER a partire dai requisiti raccolti dagli utenti non è un processo semplice né lineare
- Spesso lo stesso insieme di requisiti può essere modellato concettualmente in modi diversi
- Non tutti i vincoli di dominio possono essere rappresentati in ER per mancanza di espressività del modello

Scelte di modellazione in ER

- Qui discuteremo le scelte più frequenti che un progettista deve affrontare nello sviluppo di un modello ER, ovvero:
 - *Entità vs. Attributo*
 - *Entità vs. Relazione*
 - *Quali relazioni usare? Di che grado?*
 - *Relazioni vs. Aggregazioni*
- Per concludere, verranno evidenziati alcune delle più comuni limitazioni di espressività di ER

Entità o Attributo?

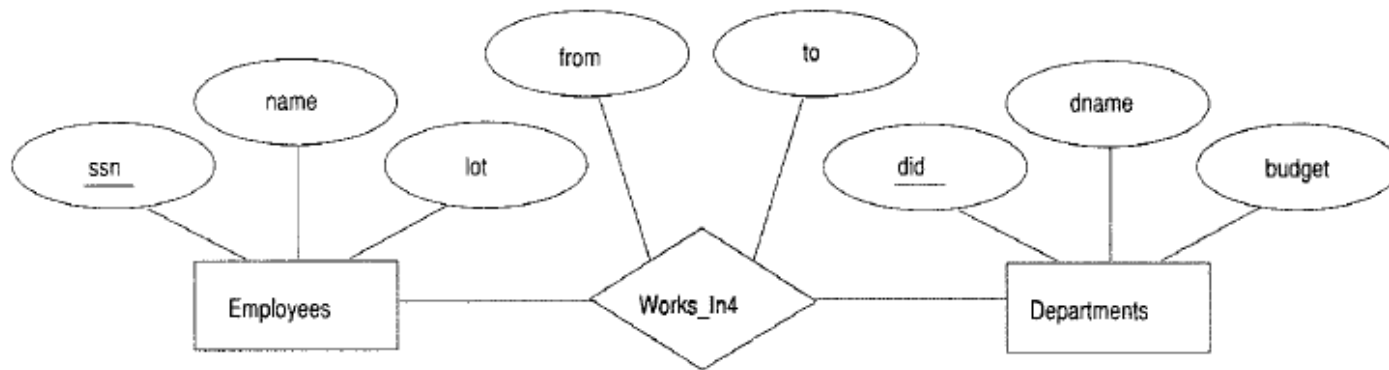
- In molti casi la scelta non è vincolante, ovvero entrambe le soluzioni possono andare bene (nel qual caso si tende a preferire la scelta dell'attributo per semplicità del modello)
- Tuttavia, ci sono due casi in cui è necessario creare l'*entity type*:
 1. Quando sappiamo che potremmo dover registrare più valori per ogni entità
 2. Quando vogliamo scomporre ulteriormente l'informazione in sotto-componenti

Entità o Attributo? Esempio

- Immaginiamo di voler associare ai dipendenti anche informazione sul loro indirizzo
- Lo facciamo aggiungendo un attributo o creando un'*entity type* INDIRIZZO?
- È necessario creare l'*entity type* quando:
 1. dobbiamo poter registrare più indirizzi per lo stesso dipendente
 2. vogliamo scomporre l'indirizzo in via, comune, provincia, stato, ecc. per permettere query specifiche (es. tutti i dipendenti che vivono nello stesso comune)

Entità o Attributo? Esempio 2

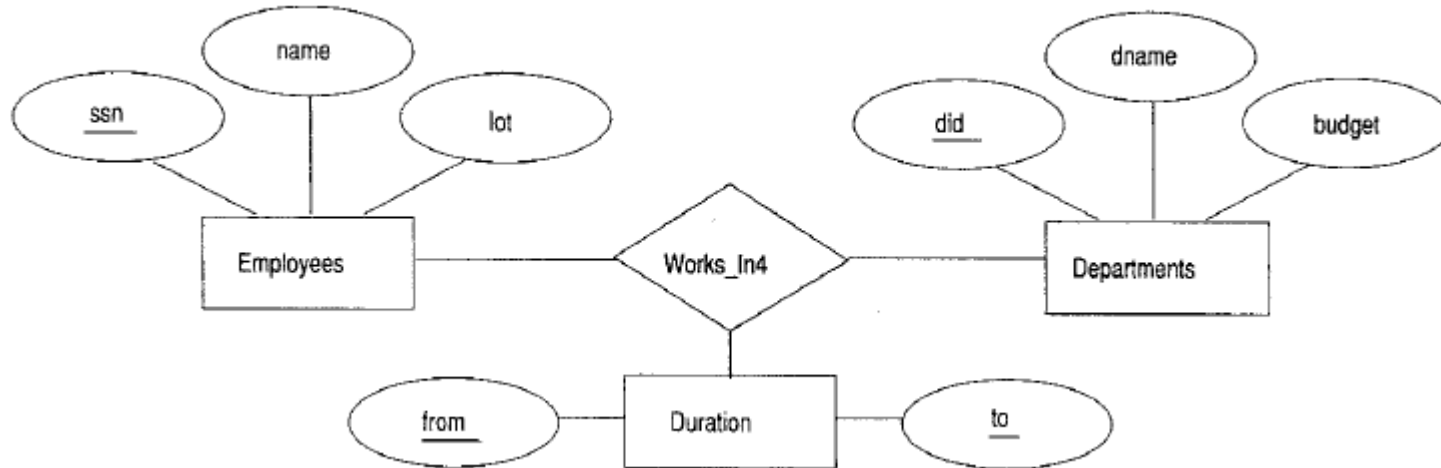
- Immaginiamo di voler associare alla relazione WORKS_IN anche le date di inizio e fine
- Opzione 1: attributi *from* e *to* associati a WORKS_IN



- Questo però ci consente di specificare **solo un periodo di lavoro** presso quel dipartimento per ogni impiegato!

Entità o Attributo? Esempio 2

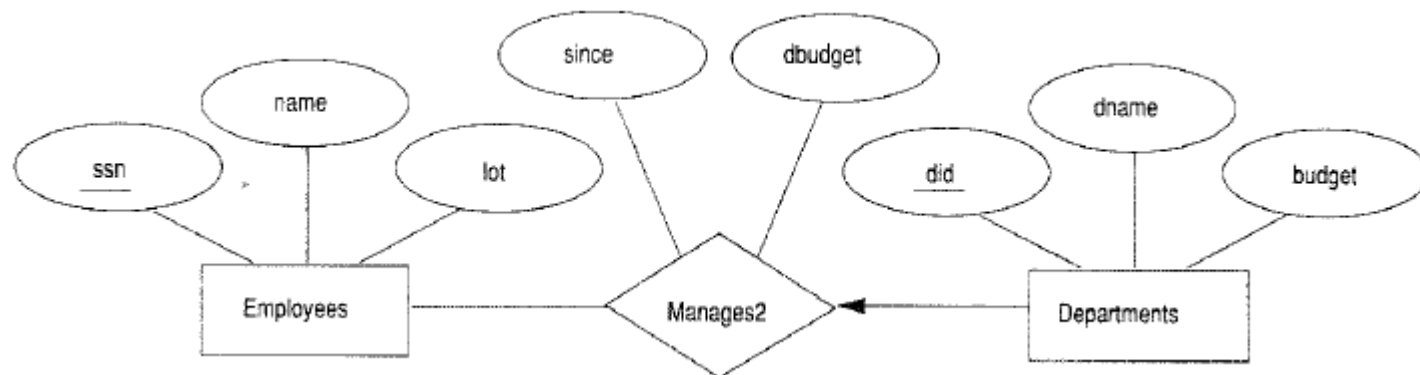
- Se vogliamo poter registrare più di un periodo di lavoro di un dipendente presso un dipartimento, dobbiamo necessariamente creare un nuovo ENTITY TYPE



- La scelta quindi dipende dai requisiti, che vanno esplicitati con molta attenzione!

Entità o Relazione?

- Immaginiamo che ogni impiegato che gestisce un dipartimento abbia anche un budget



- Ma cosa succede se un impiegato può essere manager di più dipartimenti con un budget complessivo (e non per singolo dipartimento)?

Entità o Relazione?

- Usare il modello con gli attributi associati alla relazione crea due problemi diversi ma di uguale importanza:
 - Da un lato, il valore di DBUDGET sarebbe riportato con lo stesso valore per ogni istanza che lega un impiegato ai diversi dipartimenti che dirige (ridondanza → ne riparleremo nella normalizzazione)
 - Dall'altro, si passa il messaggio sbagliato che il budget è associato con la relazione, mentre è associato al manager

Entità o Relazione?

- In questi casi, una soluzione è quella di specializzare EMPLOYEES con una sotto-classe MANAGERS e assegnare alla sotto-classe gli attributi SINCE e DBUDGET
- Questo ha il vantaggio di evidenziare che il budget è una proprietà di MANAGERS, non della loro relazione con un singolo dipartimento
- Se un manager può avere diverse date di inizio di incarico presso ogni DIPARTIMENTO che gestisce, un ulteriore raffinamento potrebbe riportare l'attributo SINCE sulla relazione (togliendolo dalla sotto-classe MANAGERS)

Relazioni binarie o ternarie?

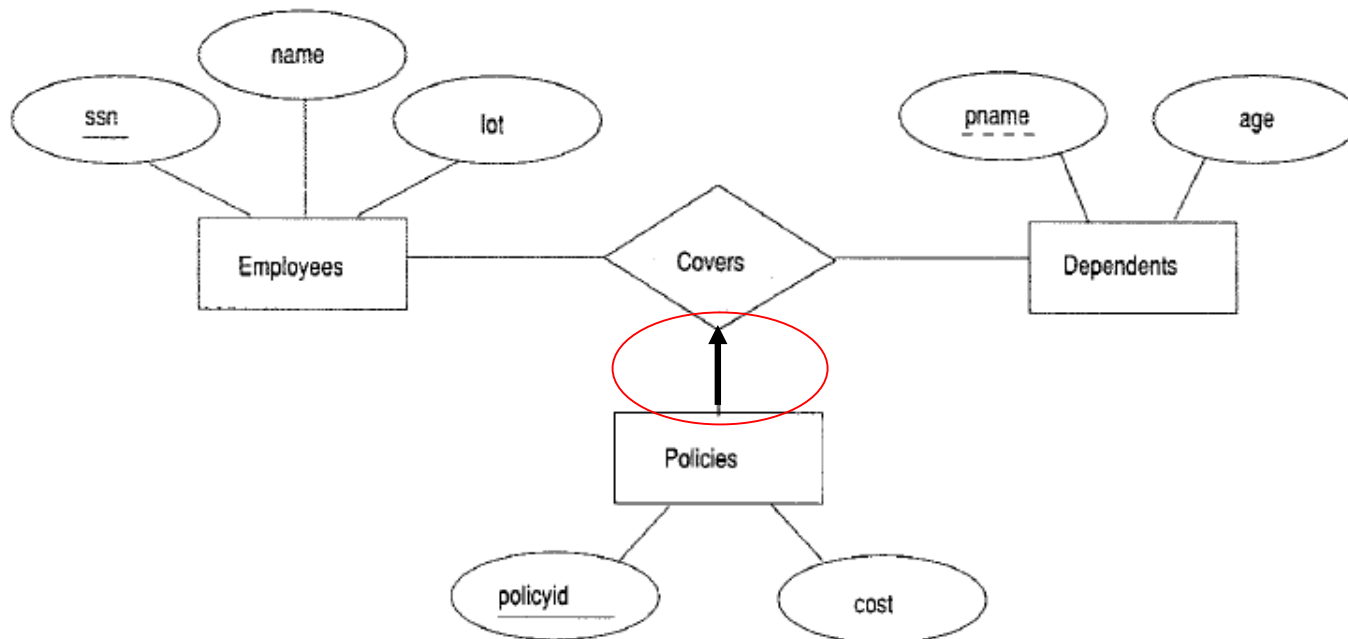
- In alcuni casi può presentarsi la decisione se modellare una relazione tra 3 *entity types* mediante una relazione di grado 3 o mediante 2 relazioni di grado 2
- Quando ci sono 3 entità coinvolte in un requisito, è fondamentale chiedersi se si tratta veramente di una relazione tra 3 entità o se invece non siamo di fronte a due relazioni distinte tra coppie di entità
- Vediamo un esempio del secondo caso

Relazioni binarie o ternarie: Esempio

- Supponiamo che un impiegato (EMPLOYEE) possa possedere una o più polizze assicurative (POLICY), che ogni polizza possa essere posseduta di diversi impiegati e che ogni familiare a carico (DEPENDENT) possa avere più polizze
- Inoltre:
 - Una polizza non può essere posseduta congiuntamente da 2 o più impiegati
 - Ogni polizza deve essere posseduta da un impiegato
- Come è preferibile modellare questo scenario?

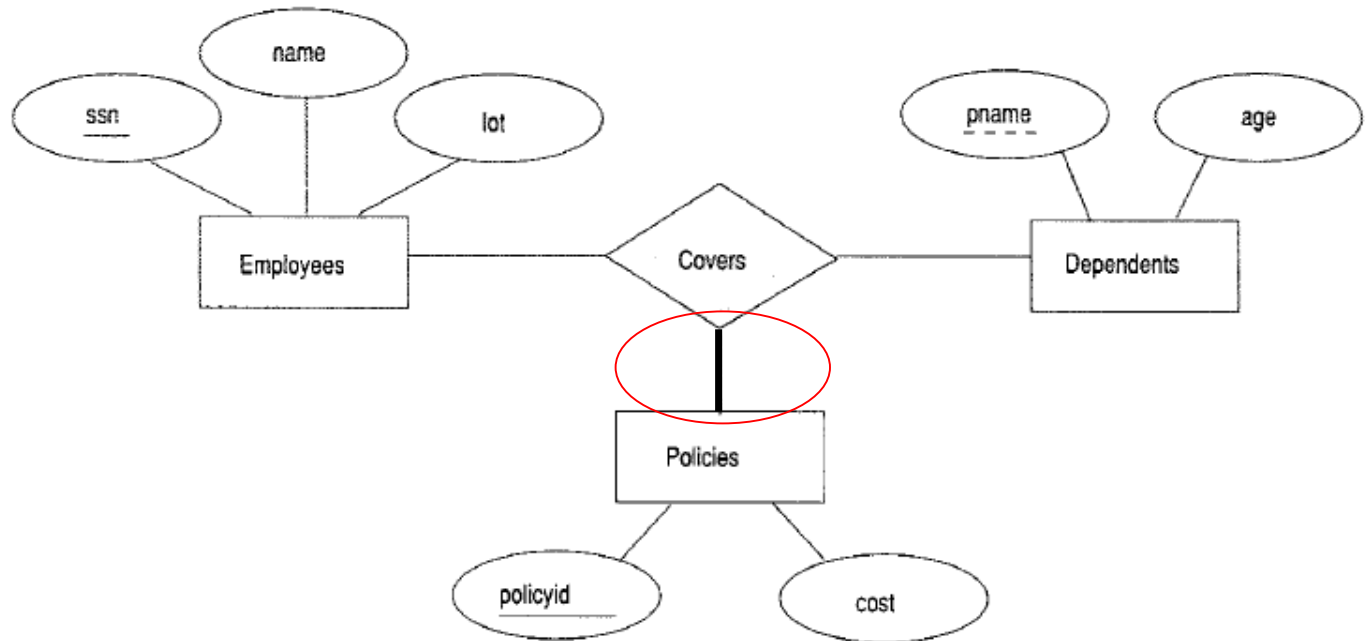
Ipotesi #1: relazione ternaria con vincoli

- Il primo requisito potrebbe essere implementato imponendo un vincolo di chiave da POLICIES a COVERS
 - Problema: questa soluzione ha l'effetto indesiderato di imporre che una polizza possa coprire solo un familiare a carico



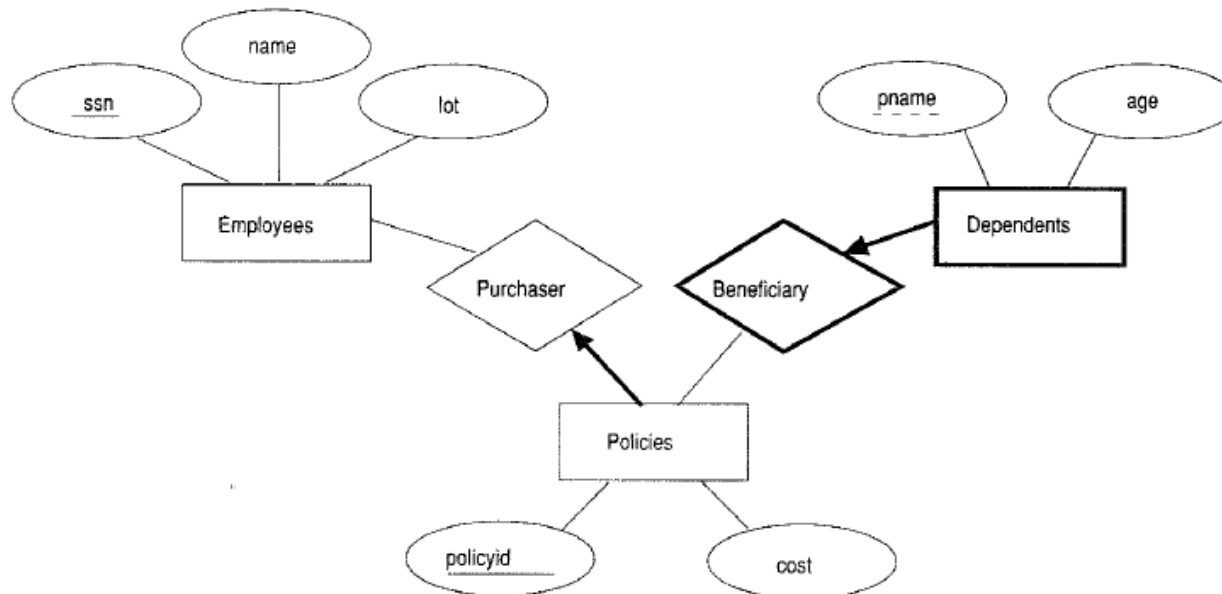
Ipotesi #1: relazione ternaria con vincoli

- Il secondo requisito potrebbe essere implementato imponendo un vincolo di partecipazione totale su POLICY
 - Problema: questa soluzione funziona solo se ogni polizza copre almeno un familiare a carico



Ipotesi #2: due relazioni binarie

- In situazioni come questa, la soluzione migliore è quella di introdurre 2 relazioni binarie:
 - Questa soluzione evidenzia che ci sono due relazioni distinte a cui partecipa POLICIES
 - In questo modo si usa una relazione binaria come identificante l'entità debole, cosa che in alcune versioni di ER è richiesto



Relazioni binarie o ternarie: sintesi

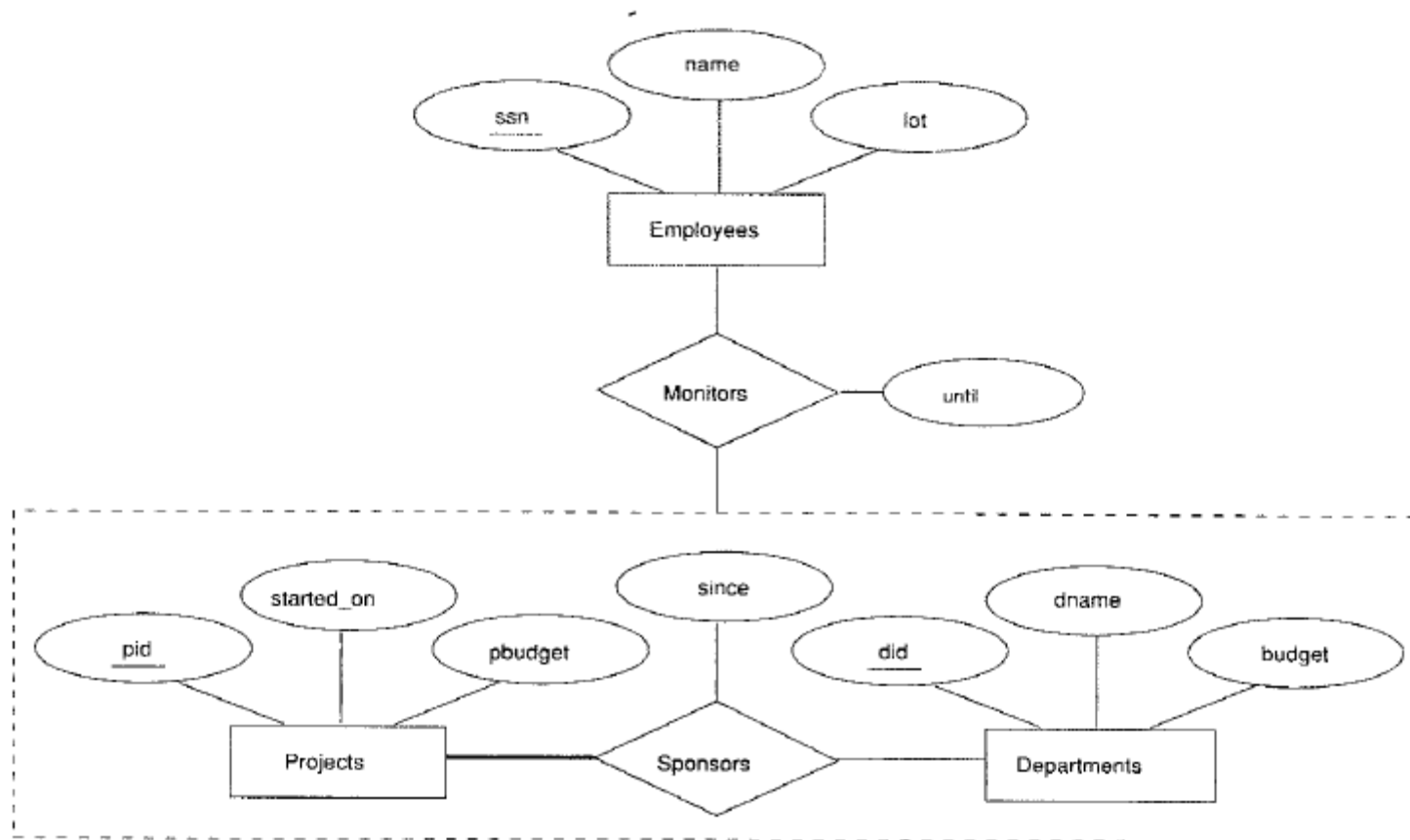
- La risposta non è univoca e va cercata in una comprensione profonda del significato dei requisiti
- Nell'esempio discusso la scelta preferibile è quella delle due relazioni binarie
- Nell'esempio della durata degli incarichi di gestione dei manager vista poco sopra, la scelta corretta è quella della relazione ternaria
- Spesso le decisioni di progettazione vanno riviste dopo una prima fase di elaborazione, con un processo a spirale che porta al modello finale

Aggregazione o relazione ternaria?

- Altra decisione piuttosto comune è se usare un'aggregazione o una relazione di grado 3
- La scelta è spesso guidata dall'informazione e dai vincoli che dobbiamo poter rappresentare nel modello
- Come esempio, riprendiamo il caso dell'impiegato che monitora un progetto sponsorizzato da un dipartimento e vediamo come alcune variazioni possono portarci a preferire una soluzione piuttosto che l'altra

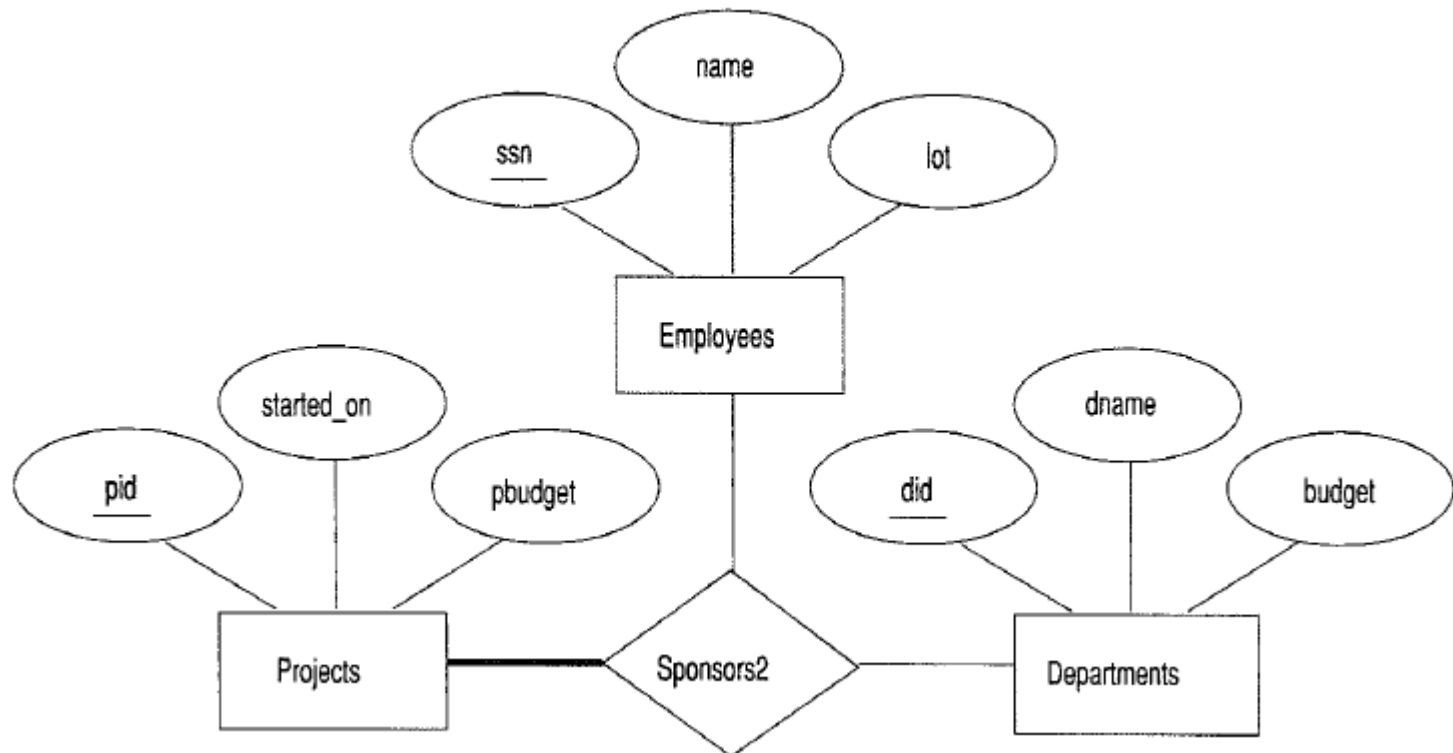
Aggregazione o relazione ternaria - Esempio

- Questa la soluzione presentata in precedenza (aggregazione):



Aggregazione o relazione ternaria - Esempio

- Se non ci fosse bisogno di specificare il termine del monitoraggio (UNTIL), anche una relazione ternaria potrebbe andare bene:



Aggregazione o relazione ternaria - Esempio

- Tuttavia, la relazione ternaria SPONSORS2 non ci permette di catturare un requisito in cui si chiede che ogni sponsorizzazione sia monitorata al massimo da un impiegato, mentre MONITORS ce lo consente facilmente

