
BASI DI DATI

LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE INFORMATICHE

ANDREA BROCCOLETTI

Università degli studi di Milano Bicocca



A.A. 2022/2023

Indice

1	Introduzione	3
1.1	Definizioni di base	3
1.1.1	Base di dati	3
1.1.2	Informatica	3
1.1.3	Sistema informativo	3
1.1.4	Sistema informatico	4
1.1.5	Gestione delle informazioni	4
1.1.6	Data Base	5
1.1.7	Data Base Management System	5
1.1.8	Transazione	6
1.1.9	Organizzazione dei dati	6
1.1.10	Modello dei dati	6
1.1.11	Schemi	7
1.2	Indipendenza dei dati	8
1.2.1	Indipendenza fisica	8
1.2.2	Indipendenza logica	8
1.3	Linguaggi per basi di dati	8
1.4	Personaggi e interpreti	8
1.4.1	Utenti	8
1.4.2	Database Administrator	9
2	Progettazione di basi di dati	10
2.1	Introduzione	10
2.2	Ciclo di vita dei sistemi informativi	10
2.3	Progettazione	11
2.3.1	Metodologia di progettazione	11
2.4	Modello Entità-Relazione	13
2.4.1	Entità	13
2.4.2	Attributi	14
2.4.3	Relazione	15
2.5	Altri costrutti ER	16

<i>INDICE</i>	2
2.5.1 Cardinalità delle relazioni	16
2.5.2 Identificatore di entità	17
2.5.3 Relazione IS-A	18
2.5.4 Generalizzazione	19
2.5.5 Altre proprietà	20
2.6 Vincoli non esprimibili nel diagramma ER	20
3 Progettazione Concettuale	21
3.1 Analisi dei requisiti	21
3.1.1 Documentazione descrittiva	22
3.2 Design pattern	22
3.3 Strategie di progetto	23
3.3.1 Tipologie di strategia	23
3.3.2 Strategia ibrida	24
3.4 Schema concettuale	24
3.4.1 Qualità di uno schema concettuale	25

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Definizioni di base

1.1.1 Base di dati

È l'insieme organizzato di dati utilizzati per il supporto allo svolgimento di attività.

1.1.2 Informatica

scienza del **trattamento razionale**, specialmente per mezzo di macchine automatiche, dell'informazione, considerata come supporto della conoscenza umana e della comunicazione.

L'informatica ha due anime:

Metodologica

I metodi per la soluzione di problemi e la gestione delle informazioni.

Tecnologica

I calcolatori elettronici e i sistemi che utilizzano.

1.1.3 Sistema informativo

Componente, ovvero un sottosistema, di una organizzazione che gestisce le informazioni di interesse, cioè utilizzati per il perseguimento degli scopi dell'organizzazione.

Il concetto di sistema informativo è indipendente da qualsiasi automatizzazione, anche se molti sistemi informativi si sono evoluti verso una razionalizzazione e standardizzazione delle procedure e della gestione delle informazioni.

1.1.4 Sistema informatico

Porzione automatizzata del sistema informativo, che gestisce informazioni con tecnologia informatica.

Sono suoi i compiti di:

- garantire che i dati siano conservati in modo permanente sui dispositivi di memorizzazione
- permettere un rapido aggiornamento dei dati per riflettere rapidamente le loro variazioni
- rendere i dati accessibili alle interrogazioni degli utenti
- essere distribuito sul territorio

1.1.5 Gestione delle informazioni

Nei sistemi informatici, le informazioni vengono rappresentate in modo essenziale attraverso i dati.

Informazione

elemento che consente di avere conoscenza più o meno esatta di dati, situazioni o modi di essere.

Dati

Ciò che è immediatamente presente alla conoscenza, prima di ogni elaborazione. Sono elementi di informazione costituiti da simboliche debbono essere elaborati.

Vengono usati perchè sono una rappresentazione più precisa e costituiscono spesso una risorsa strategica perchè sono stabili nel tempo rispetto ad altri componenti.

1.1.6 Data Base

Collezione di dati utilizzati per rappresentare le informazioni di interesse di un sistema informativo.

Ci sono caratteristiche fondamentali di un database:

- la ridondanza è minima e controllata, assicurando la consistenza delle informazioni
- i dati sono disponibili per utenze diverse e concorrenti
- i dati sono controllati e indipendenti

1.1.7 Data Base Management System

Un DBMS è un sistema software capace di gestire collezioni di dati che siano grandi, condivise e persistenti, assicurando la loro affidabilità e privacy.

Nella pratica, è un insieme di programmi che permettono di gestire le basi di dati, facilitando il processo di definizione, costruzione e manipolazione del database per varie applicazioni.

Deve garantire privacy, affidabilità, efficienza ed efficacia attraverso le operazioni consentite.

Vantaggi

- permettono di considerare i dati come risorsa comune, a disposizione di molteplici applicazioni e utenti
- offrono un modello della parte di mondo di interesse che è unificato e preciso
- offrono un controllo centralizzato dei dati, riducendo ridondanze e inconsistenze

Svantaggi

- sono costosi e complessi, con specifici requisiti hardware e software
- difficile filtrare tra tutti i servizi offerti da un DBMS, quelli effettivamente utili
- sono inadatti alla gestione di applicazioni con pochi utenti, in relazione al loro costo

1.1.8 Transazione

Insieme di operazioni da considerare indivisibili, atomiche. La sequenza di operazioni sulla base di dati viene eseguita per intero o per niente. Sono spesso realizzate con programmi in linguaggio ospite

1.1.9 Organizzazione dei dati

In ogni base di dati esistono:

Schemi

Sostanzialmente invariati nel tempo, descrivono la struttura e l'aspetto estensionale, cioè il significato.

Istanze

I valori attuali, che possono cambiare anche molto rapidamente.

Esempio

Esaminando una tabella di dati, le intestazioni rappresentano lo schema, mentre le righe (tuple) le istanze:

ID	NOME
886155	Pippo
886261	Pluto
887050	Paperino

1.1.10 Modello dei dati

Insieme di costrutti utilizzati per organizzare i dati di interesse e descriverne la dinamica. Come nei linguaggi di programmazione esistono meccanismi che permettono di definire nuovi tipi, così ogni modello dei dati prevede alcuni costruttori.

Ci sono tre tipi principali di modelli.

Logici

Sono indipendenti dalle strutture fisiche e definiscono l'organizzazione dei dati: relazione, a oggetti, gerarchico...

Relazionali

I dati vengono strutturati in tabelle, in particolare un DBMS relazionale può essere pensato come un insieme di tabelle che mantengono informazioni di tipo omogeneo.

Diverse tabelle sono in relazione fra loro grazie alla presenza di un campo comune, che permette di mettere in relazione i dati delle due tabelle.

Concettuali

Permettono di rappresentare i dati in modo indipendente da ogni sistema, cercando di descrivere i concetti del mondo reale e sono utili nelle fasi iniziali di progettazione.

Il più diffuso è il **modello entity-relationship**.

1.1.11 Schemi**Logico**

Descrizione della base di dati nel modello logico, come la struttura della tabella.

Interno o Fisico

È la rappresentazione dello schema logico per mezzo di strutture di memorizzazione.

Esterno

Descrizione di parte della base di dati in un modello logico. Non sono altro che viste parziali

Esempio

Considerando una tabella che colleziona i dati degli studenti di un'università, la "vista segreteria" permette di visualizzare tutti i dati relativi agli studenti, mentre la "vista docenti" permette di visualizzare solo nome, cognome e matricola.

1.2 Indipendenza dei dati

Il livello logico è indipendente da quello fisico, naturale conseguenza dell'articolazione a livelli.

1.2.1 Indipendenza fisica

Il livello logico e quello esterno sono indipendenti da quello fisico, in particolare una relazione è utilizzata nello stesso modo qualunque sia la realizzazione fisica, che può cambiare senza che debbano essere modificati i programmi che le utilizzano.

1.2.2 Indipendenza logica

Il livello esterno è indipendente da quello logico. Aggiunte o modifiche alle viste non richiedono modifiche al livello logico.

1.3 Linguaggi per basi di dati

Esistono due tipi di linguaggi, che agiscono a diversi livelli e distinguono l'implementazione dall'utilizzo:

- **Data Definition Language** Il DDL definisce gli schemi logici, fisici e delle autorizzazioni di accesso
- **Data Manipulation Language** Il DML permette di interrogare e manipolare la base di dati

1.4 Personaggi e interpreti

1.4.1 Utenti

Si distinguono in **finali** che eseguono operazioni predefinite, le transazioni, e **casuali**, che invece eseguono operazioni non previste a priori usando linguaggi interattivi.

1.4.2 Database Administrator

Persona o gruppo di persone responsabile del controllo centralizzato e della gestione del sistema, delle prestazioni, dell'affidabilità e delle autorizzazioni. Le sue funzioni includono anche quelle di progettazione, anche se in progetti complessi ci possono essere distinzioni

Capitolo 2

Progettazione di basi di dati

2.1 Introduzione

In questo capitolo verrà illustrato ed esemplificato il processo di progettazione concettuale e logica delle basi di dati relazionali, che permette, partendo dai requisiti di utente, di arrivare a produrre strutture di basi di dati di buona qualità.

La **progettazione di basi di dati** è una delle attività del processo di sviluppo dei sistemi informativi, va quindi inquadrata in un contesto più generale, **il ciclo di vita dei sistemi informativi**.

2.2 Ciclo di vita dei sistemi informativi

Insieme e sequenzializzazione delle attività svolte da analisti, progettisti, utenti, nello sviluppo e nell'uso dei sistemi informativi. Essendo un'attività iterativa, prevede un ciclo e un susseguirsi di fasi:

- **studio di fattibilità** definizione costi e priorità
- **raccolta e analisi dei requisiti** studio delle proprietà del sistema
- **progettazione** di dati e funzioni
- **validazione e collaudo** una sperimentazione del sistema completo
- **funzionamento** il sistema diventa operativo

2.3 Progettazione

La progettazione si individua in due categorie:

- **dei dati** individua l'organizzazione e la struttura della base di dati
- **delle applicazioni** schematizza le operazioni sui dati e progetta il software applicativo

Per garantire prodotti di buona qualità è opportuno seguire una **metodologia di progetto**, ovvero un'articolazione in fasi/passi di guida ad una attività di progettazione.

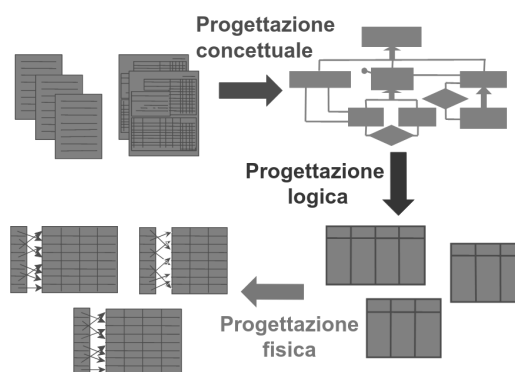
2.3.1 Metodologia di progettazione

Una metodologia permette di **suddividere** la progettazione in fasi successive e indipendenti, fornendo **strategie** da seguire e criteri di scelta in caso di alternative. Deve anche fornire un **modello di riferimento** per descrivere la realtà che stiamo progettando, ovvero dei **linguaggi**. Deve garantire:

- **generalità** rispetto ai problemi da affrontare
- **qualità** in termini di correttezza, completezza ed efficienza
- **facilità d'uso**

Si deve basare su un principio semplice ma efficace: separare nettamente le decisioni di **cosa rappresentare** e **come farlo**. Nella pratica si tratta di prevedere 3 fasi di progettazione: concettuale, logica e fisica.

Figura 2.1: Fasi di progettazione



Ognuna delle fasi si basa su un **modello**, che permette di generare una rappresentazione formale, o **schema**, della base di dati ad un dato livello di astrazione.

Progettazione concettuale

Questa fase traduce i requisiti del sistema informativo in una descrizione **formalizzata** e **integrata** delle esigenze aziendali, espressa in modo **indipendente** dalle scelte implementative. Più nello specifico, è:

- **formale** la descrizione deve essere espressa con un linguaggio non ambiguo e capace di descrivere in modo soddisfacente il sistema analizzato
- **integrata** la descrizione deve essere in grado di descrivere nella globalità l'ambiente analizzato
- **indipendente dall'ambiente tecnologico** la descrizione deve concentrarsi sui dati e sulle loro relazioni, e non sulle scelte implementative.

Questa progettazione permette una descrizione dei dati indipendente dagli aspetti tecnologici con un livello di astrazione intermedio fra utente e sistema, facendo prevalere l'aspetto **intensionale**, utile quindi per la **documentazione**.

Progettazione logica

Questa fase consiste nella traduzione dello schema concettuale nel modello dei dati del DBMS. Ne risulta uno schema logico, espresso nel DDL del DBMS.

In questa fase si considerano anche aspetti legati ai vincoli ed all'efficienza, articolandosi in due sotto fasi:

- ristrutturazione dello schema concettuale
- traduzione verso il modello logico

Progettazione fisica

È la fase che completa lo schema logico ottenuto con le specifiche proprie dell'hardware e software. Il risultato è lo **schema fisico** che descrive le strutture di memorizzazione e di accesso ai dati.

Nel nostro utilizzo, lo schema concettuale è il **modello E-R**, mentre lo schema logico è il **modello relazionale**.

2.4 Modello Entità-Relazione

Il modello ER è un linguaggio grafico semi-formale per la rappresentazione di schemi concettuali.

Il modello si è ormai affermato come uno standard nelle metodologie di progetto e nei sistemi software di ausilio alla progettazione. Ne esistono di molte versioni, può o meno diverse.

Il modello utilizza diversi costrutti, di seguito elencati e esemplificati.

2.4.1 Entità

Una entità è una classe di oggetti dell'applicazione di interesse con proprietà comuni e con esistenza **autonoma** e della quale si vogliono registrare fatti specifici.

Figura 2.2: Rappresentazione grafica di entità



Convenzioni

Ogni entità ha un **nome** che la identifica univocamente nello schema, sono nomi espressivi, convenzionalmente al **singolare**.

A livello estensionale, un'entità è costituita da un insieme di oggetti, che sono chiamati le sue **istanze**: non è un valore che identifica un oggetto, ma è l'oggetto stesso.

Istanza

L'occorrenza o l'istanza di entità è un oggetto della classe che l'entità rappresenta, una **conoscenza concreta**. Nello schema rappresentiamo le entità, la **conoscenza astratta**.

2.4.2 Attributi

Un attributo di entità è una proprietà locale di un'entità, di interesse ai fini dell'applicazione.

Associa quindi ad ogni istanza di entità un valore appartenente ad un insieme detto **dominio** dell'attributo: si definisce un attributo per l'entità E quando si vuole rappresentare una proprietà **locale** delle istanze di E.

Una proprietà è detta quindi **locale** quando in ogni istanza dello schema il valore di tale proprietà dipende solamente dall'oggetto stesso, e **non ha alcun rapporto** con altri elementi dell'istanza dello schema.

Anche gli attributi hanno un nome che li identificano in modo univoco nell'ambito della entità.

Figura 2.3: Rappresentazione grafica degli attributi



Dominio

Un attributo è definito su un dominio di valori ed, in particolare, associa ad ogni istanza di entità o associazione un valore nel corrispondente dominio. Solitamente, i domini non sono indicati, ma si può indicare il **tipo** dell'attributo.

Esempio

Se esiste un attributo Cognome, che possiamo ipotizzare essere una stringa, possiamo indicare l'attributo con l'etichetta *Cognome / stringa*.

Smart Trick

Un concetto verrà modellato come una entità se:

- se le sue istanze sono concettualmente significative indipendentemente da altre istanze
- se ha o potrà avere delle proprietà indipendenti dagli altri concetti
- se il concetto è importante nell'applicazione

Mentre come attributo se:

- se le sue istanze non sono significative
- se non ha senso considerare una sua istanza indipendente
- se serve solo a rappresentare una proprietà locale

Composti

Gli attributi composti si ottengono raggruppando attributi di una medesima entità o relazione che presentano affinità nel loro significato d'uso.

Esempio

Un attributo *Indirizzo* può a sua volta essere composto dagli attributi *Via*, *Numero*, *CAP*.

2.4.3 Relazione

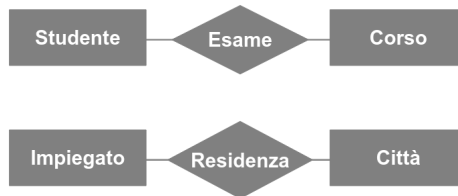
Detta anche **associazione**, è un fatto che descrive un'azione o una situazione che **stabilisce legami logici** tra istanze di entità nella realtà che stiamo considerando. I legami possono essere fra più di due entità, e il numero di entità coinvolte ne determina il **grado**.

Ogni relazione ha un nome che la identifica univocamente nello schema. Valgono le convenzioni di utilizzo del singolare e sostantivi invece che verbi.

Istanza di associazione

È una combinazione, o aggregazione, di entità che prendono parte all'associazione. Dalla semantica delle relazioni segue immediatamente che non

Figura 2.4: Rappresentazione grafica di associazione



possono esistere due istanze della stessa relazione che coinvolgono le stesse istanze di entità.

Attributo di relazione

Un attributo di relazione è una proprietà locale di una relazione, che associa ad ogni istanza di relazione un valore appartenente ad un dominio. Ha un nome che lo identifica in modo univoco nell'ambito della relazione ed è rappresentato come un normale attributo.

Ricorsiva o ad anello

È un'associazione che coinvolge due o più volte la stessa entità. In queste relazioni, è necessario aggiungere la specifica degli **ruoli** successore e predecessore.

2.5 Altri costrutti ER

In questa sezione si presentano altri costrutti utilizzabili nei modelli ER.

2.5.1 Cardinalità delle relazioni

È una coppia di valori che si associa a ogni entità che partecipa ad una relazione. Questi valori specificano il **numero minimo** e **massimo** di occorrenze delle relazioni cui ciascuna occorrenza di un' entità può partecipare.

Per semplicità la notazione fa uso di tre simboli:

- **0** partecipazione opzionale
- **1** partecipazione obbligatoria e massima
- **N** non pone alcun limite

Classificazione

Con riferimento alle cardinalità massime, si possono avere relazione classificate come:

- **uno a uno** se le cardinalità massime di entrambe le entità sono uno
- **uno a molti**
- **molti a molti**

Vincoli di cardinalità

Un vincolo tra un'entità e una relazione esprime un **limite minimo** ed un **limite massimo** di istanze della relazione a cui può partecipare ogni istanza dell'entità.

Smart Trick

È possibile associare delle cardinalità anche agli attributi, con lo scopo di indicare opzionalità e attributi multivalore.

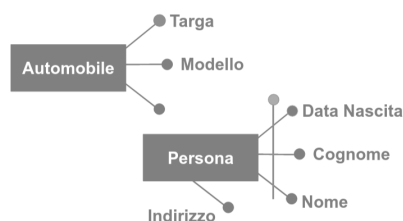
2.5.2 Identificatore di entità

È uno strumento per l'identificazione univoca delle occorrenze di un'entità. È costituito da attributi di entità, ovvero un **identificatore interno**, e da entità esterne attraverso relationship, con un **identificatore esterno**.

Notazione

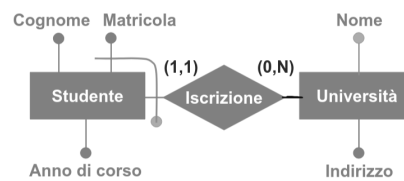
Gli identificatori interni, se è formati da un solo attributo, si annerisce il corrispondente pallino, sese invece sono formati da più attributi, si uniscono gli attributi con una linea che termina con pallino annerito.

Figura 2.5: Identificatore interno



Mentre gli identificatori esterni, se formati da attributi e relazioni, si indica unendo gli attributi ed i ruoli con una linea che termina con pallino annerito.

Figura 2.6: Identificatore esterno



Osservazioni

- ogni entità deve possedere almeno un identificatore
- una identificazione esterna è possibile solo attraverso una relationship a cui l'entità da identificare partecipa con cardinalità $(1,1)$.

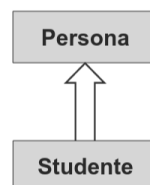
2.5.3 Relazione IS-A

Due entità possono avere istanze in comune, ovvero può sussistere una relazione IS-A, o **di sottoinsieme**, cioè ogni istanza di una è anche istanza dell'altra.

Questa relazione si può definire tra due entità, rispettivamente **padre** e **figlia** o **sottoentità**.

Si rappresenta mediante una freccia dalla sottoentità alla entità padre.

Figura 2.7: Rappresentazione grafica della relazione IS-A



Ereditarietà

Ogni proprietà dell'entità padre è anche una proprietà della sottoentità e non si riporta esplicitamente nel diagramma. L'entità figlia può avere ovviamente ulteriori proprietà.

2.5.4 Generalizzazione

Finora, abbiamo considerato la relazione IS-A che stabilisce che l'entità padre è più generale della sottoentità. Talvolta, però, l'entità padre può **generalizzare** diverse sottoentità rispetto ad un unico criterio. In questo caso si parla di generalizzazione.

Nella generalizzazione, le sottoentità hanno **insiemi di istanze disgiunti a coppie** (anche se in alcune varianti del modello ER, si può specificare se due sottoentità della stessa entità padre sono disgiunte o no).

Una generalizzazione è detta anche **completa** se l'unione delle istanze delle sottoentità è uguale all'insieme delle istanze dell'entità padre. Altrimenti, è **non completa**.

La generalizzazione si indica collegando mediante un arco le sottoentità, e collegando con una freccia tale arco alla entità padre. La freccia è **annerita** se la generalizzazione è completa.

Vige la regola che una entità può avere al massimo una entità padre, ovvero il modello ER **non ammette** ereditarietà **multipla**.

Ereditarietà

Il principio di ereditarietà vale anche per le generalizzazioni: ogni proprietà dell'entità padre è anche una proprietà della sottoentità, e non si riporta esplicitamente nel diagramma. L'entità figlia può avere ovviamente ulteriori proprietà.

Smart Trick

Si usa una **generalizzazione** se le due sottoclassi derivano da uno stesso criterio di classificazione delle istanze della superclasse; mentre si usa la **relazione IS-A** se le due sottoentità sono indipendenti, nel senso che il loro significato non deriva dallo stesso criterio di classificazione delle istanze dell'entità padre.

2.5.5 Altre proprietà

Esistono altre proprietà secondarie, che non verranno trattate nello specifico:

- possono esistere gerarchie a più livelli e multiple generalizzazioni allo stesso livello
- un'entità può essere incluse in più gerarchie, come genitore e/o come figlia
- se una generalizzazione ha solo un'entità figlia si parla di **sottoinsieme**.

2.6 Vincoli non esprimibili nel diagramma ER

Fino ad ora si sono trattati gli schemi ER nella loro capacità di cogliere la maggior parte delle interazioni tra i dati del dominio d'interesse.

Tuttavia alcune inter-relazioni non possono essere colte direttamente: tali inter-relazioni vanno in ogni caso tenute presenti attraverso delle asserzioni aggiuntive dette **vincoli esterni al diagramma**, o semplicemente **vincoli esterni**.

Rappresentazione

Vengono rappresentati attraverso formalismi opportuni, in **logica matematica**, oppure come asserzioni in **linguaggio naturale**, che devono essere il più possibile precise e non ambigue.

Dizionario dei dati

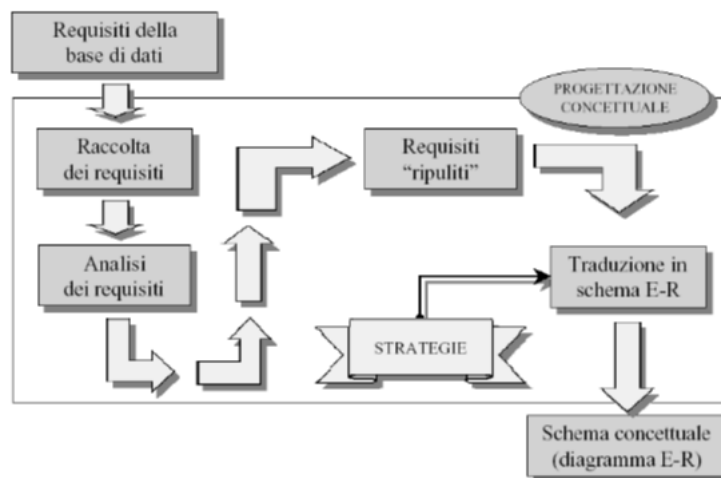
Oltre al diagramma ER, lo schema concettuale è descritto dal dizionario, che è costituito dalle tabelle di entità, relazioni, attributi e vincoli esterni e dalle loro proprietà.

Capitolo 3

Progettazione Concettuale

La progettazione concettuale prevede diverse fasi successive, che portano come fine ultimo alla definizione di uno **schema concettuale**. Alla base di tutto ci sono i **requisiti** della base di dati.

Figura 3.1: Fasi di progettazione concettuale



3.1 Analisi dei requisiti

L'analisi dei requisiti comprende attività di acquisizione dei requisiti, successiva analisi e costruzione dello schema concettuale, con relativa costruzione del glossario.

I requisiti vengono dedotti da diverse **fonti**:

- **utenti** attraverso interviste e documentazione apposita
- **documentazione esistente** come le diverse normative e regolamenti del settore, oltre che a regolamenti interni, procedure aziendali e realizzazioni pre-esistenti

Il reperimento dei requisiti è un'attività difficile e non standardizzabile, a cui fa seguito la fase di analisi che spesso indirizza verso altre fonti di acquisizione.

3.1.1 Documentazione descrittiva

La raccolta dei requisiti porta alla generazione di una documentazione associata, che segue regole generali per la sua stesura:

- scegliere il corretto livello di astrazione
- standardizzare la struttura delle fasi
- suddividere le frasi articolate
- separare le frasi sui dati da quelle sulle funzioni
- costruire un glossario dei termini
- individuare omonimi e sinonimi e unificare i termini
- riorganizzare le frasi per concetti

3.2 Design pattern

Sono soluzioni progettuali a problemi comuni, largamente usati nell'ingegneria del software. Alcuni pattern sono comuni e degni di spiegazione.

Sono nella pratica concetti astratti, basati su un processo di **reificazione**: il procedimento di creazione di un modello di dati basato su un concetto astratto predefinito.

Reificazione di attributo di entità

L'entità può essere estratta da un'altra entità in quanto rappresenta un'entità separata.

Part-of

A volte un'entità può essere legata a un'altra entità creando una relazione di tipo $(1, N)$. Il concetto di part of rappresenta un'entità che fa parte di un'altra entità, relazione che può essere di **dipendenza** o meno

Esempio

Un cinema è composto da molte sale: le sale non esisterebbero senza un cinema.

Allo stesso modo un team è composto da diverse persone, ma ogni persona è autonoma, può esistere anche senza l'esistenza di un team.

Instance-of

A volte sovvienne la necessità di creare un'entità astratta che prende concretezza in un'entità istanza.

Esempio

Un'entità *Volo* possiede informazioni astratte sul *volo di linea* che invece rappresenta il volo che avviene giornalmente.

3.3 Strategie di progetto

Ciascuna strategia prevede opportune **primitive di raffinamento** che specificano in che modo sostituire o integrare una parte dello schema con una versione più raffinata della stessa.

3.3.1 Tipologie di strategia

Top-Down

Si parte da uno schema iniziale molto astratto ma completo, che viene successivamente raffinato fino ad arrivare allo schema finale.

Non è inizialmente necessario specificare i dettagli, ma richiede sin dall'inizio una visione globale del problema non sempre ottenibile in casi complessi.

Bottom-Up

Si suddividono le specifiche in modo da sviluppare semplici schemi parziali ma dettagliati, che poi vengono integrati tra loro.

Permette una ripartizione delle attività, ma richiede una successiva fase di integrazione.

Inside-Out

Lo schema si sviluppa dall'interno verso l'esterno, partendo dai concetti più importanti, aggiungendo quelli ad essi correlati.

Non richiede passi di integrazione, ma richiede invece, ad ogni passo, di esaminare tutte le specifiche per trovare i concetti non ancora esaminati.

3.3.2 Strategia ibrida

Combina i vantaggi delle strategie top-down e bottom-up, ovvero la suddivisione dei requisiti in **componenti separate** e la definizione di uno **schema scheletro** per i concetti principali.

È la strategia più flessibile perchè permette di suddividere il problema in sottoproblemi e di procedere per raffinamenti progressivi.

Schema scheletro

È uno schema che facilita le fasi di integrazione:

- si individuano i concetti più importanti, i più citati o quelli indicati come cruciali
- si organizzano tali concetti in un semplice schema concettuale
- ci si concentra sugli aspetti essenziali

3.4 Schema concettuale

Per arrivare ad uno schema concettuale, considerando tutti gli aspetti precedentemente esplicitati, bisogna passare attraverso quattro fasi:

- **analisi dei requisiti** in cui si analizzano i requisiti e si eliminano le ambiguità, costruendo un glossario dei termini e raggruppando i requisiti in insiemi omogenei
- **passo base** definire uno schema scheletro con i concetti più rilevanti
- **passo iterativo** da ripetere fino alla soddisfazione, in questo passo si raffinano i concetti presenti sulla base delle loro specifiche, aggiungendo concetti per descrivere più nello specifico.

- **analisi di qualità** ripetuta e distribuita, verifica le qualità dello schema e lo modifica per definirlo al meglio della qualità

3.4.1 Qualità di uno schema concettuale

Correttezza

Uso corretto dei costrutti, sintattici e semantici.

Completezza

Tutti i dati devono essere rappresentati, e tutte le operazioni possono essere eseguite. In particolare, tutti i dati previsti da un'operazione sono raggiungibili **navigando** il diagramma ER.

Leggibilità

Lo schema deve essere il più possibile autoesplicativo, anche in termini di nomenclatura e layout dello schema.

Minimalità

Lo schema non contiene ridondanze a livello intensionale ed estensionale, ovvero concetti ripetuti o che possono essere derivati da altri, senza la necessità di averli come entità, relazioni o attributi veri e propri.