

Il paradigma a oggetti

1

1

Il paradigma a oggetti

□ I concetti fondamentali:

- ⇒ oggetto
- ⇒ astrazione
- ⇒ classe
- ⇒ incapsulamento
- ⇒ ereditarietà
- ⇒ polimorfismo - late binding
- ⇒ delegazione

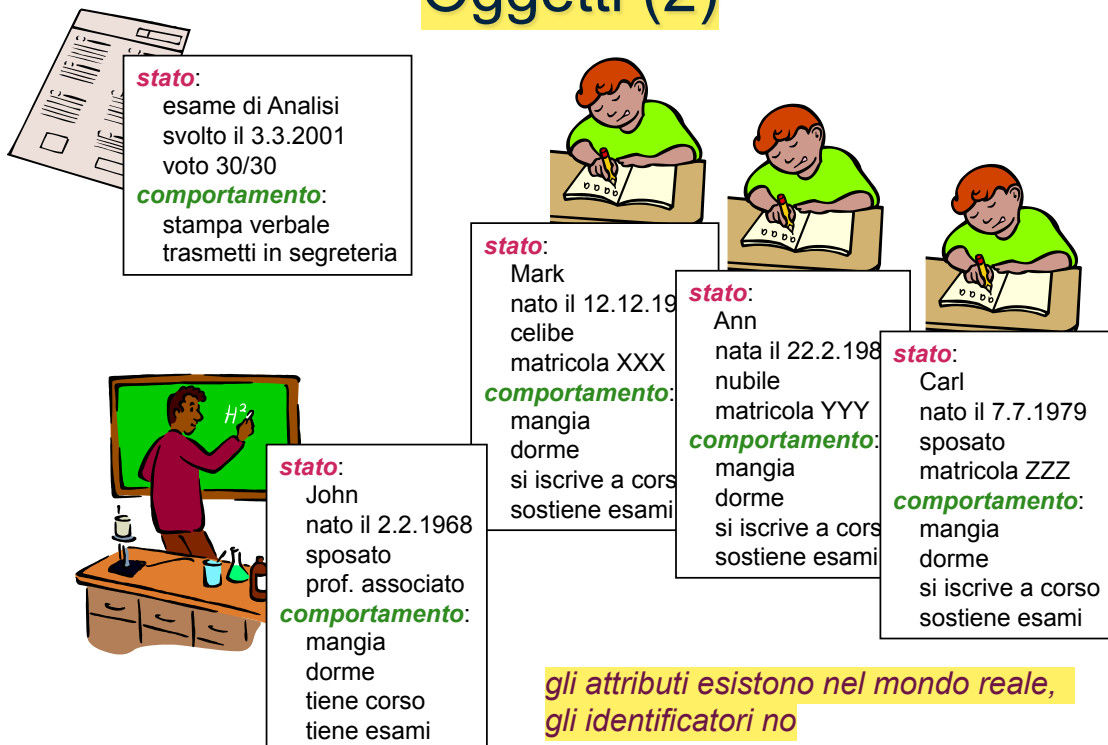
2

Oggetti

- Sono gli elementi di base del paradigma, e corrispondono a entità (non necessariamente “fisiche”) del dominio applicativo
 - ⇒ **Esempi** (in un’aula universitaria): le sedie, gli studenti che le occupano, il professore che tiene la lezione, il corso seguito dagli studenti
- *Un oggetto è un individuo sostanziale che possiede un identità e un insieme di proprietà, che ne rappresentano lo stato e il comportamento*
- Ogni oggetto è caratterizzato da:
 - ⇒ una **identità** (**OID**, **Object Identifier**) che gli viene associata all’atto della creazione, non può essere modificata ed è indipendente dallo stato corrente dell’oggetto
 - ⇒ uno **stato** definito come l’insieme dei valori assunti a un certo istante da un insieme di attributi
 - ⇒ un **comportamento** definito da un insieme di operazioni
- Poiché un oggetto può anche includere riferimenti ad altri oggetti, risulta possibile creare **oggetti complessi**.

3

Oggetti (2)



4

Operazioni e interfaccia

- ❑ Ogni operazione, dichiarata da un oggetto, specifica il **nome** dell'operazione, gli oggetti che prende come **parametri** e il **valore restituito** (*signature*)
 - ⇒ L'oggetto su cui l'operazione opera è definito implicitamente
- ❑ L'insieme di tutte le signature delle operazioni di un oggetto sono dette *interfaccia* dell'oggetto
 - ⇒ L'interfaccia specifica l'insieme completo di tutte le richieste che possono essere inviate all'oggetto

Abstract Data Type

"rappresentazione di oggetti simili" perché non si riferisce direttamente a una specifica implementazione fisica, ma piuttosto a un modello concettuale che descrive un insieme di oggetti che condividono caratteristiche e comportamenti comuni.

Tipo di dati astratto

La struttura per i dati determina come sono organizzati i dati all'interno dell'oggetto. L'interfaccia definisce cosa puoi fare con quell'oggetto, senza preoccuparti dei dettagli implementativi.

- ❑ E' una rappresentazione di un insieme di oggetti "simili", caratterizzato da una **struttura** per i dati e da un'**interfaccia** che definisce quali sono le operazioni associate agli oggetti, ovvero l'insieme dei **servizi** implementati
- ❑ Un tipo è **sottotipo** di un **supertipo** se la sua interfaccia contiene quella del **supertipo**
 - ⇒ Un sottotipo eredita l'interfaccia del suo supertipo
 - ⇒ L'interfaccia non vincola l'implementazione del servizio offerto ovvero il comportamento effettivo
 - ⇒ Oggetti con la stessa interfaccia possono avere implementazioni completamente diverse

In pratica, mentre un ADT è una definizione teorica, la classe specifica come queste operazioni funzionano concretamente.

Classe

Abstract Data Type

- Fornisce una realizzazione di un tipo di dati astratto, specifica cioè un'implementazione per i metodi a esso associati

⇒ **Esempi**: classe delle sedie, degli studenti, dei professori, dei corsi

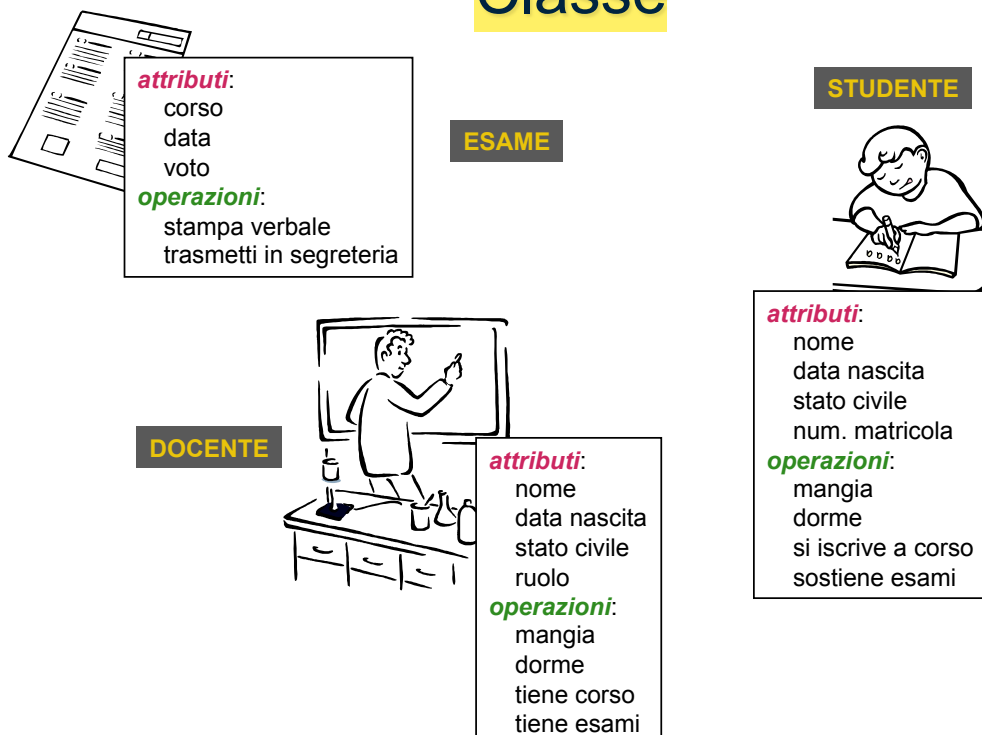
Un oggetto è sempre istanza di esattamente una classe

- Tutti gli oggetti di una classe hanno gli stessi attributi e metodi. Esistono metodi di due tipi: ¹quelli che restituiscono astrazioni significative sullo stato dell'oggetto cui sono applicati, e ²quelli che ne alterano lo stato

1) Questi metodi forniscono informazioni sullo stato interno dell'oggetto, senza modificarlo. Servono a leggere o a calcolare qualcosa basandosi sui valori degli attributi dell'oggetto.
2) Questi metodi modificano gli attributi dell'oggetto, cambiando quindi il suo stato interno. Permettono di aggiornare lo stato dell'oggetto in base a operazioni o input dell'utente.

7

Classe



8

Incapsulamento

- ❑ Protegge l'oggetto nascondendo lo stato dei dati e l'implementazione delle sue operazioni
- ❑ Un oggetto incapsula i dati (**attributi**) e le procedure (**operazioni**) che li possono modificare
- ❑ *Il principio di incapsulamento sancisce che gli attributi di un oggetto possono essere letti e manipolati solo attraverso l'interfaccia che l'oggetto stesso mette a disposizione*
 - ⇒ I dettagli dell'implementazione di una classe sono **privati**, cioè manipolabili direttamente solo dai metodi della classe e quindi protetti
 - ⇒ L'accesso dall'esterno agli attributi della classe avviene attraverso una ristretta **interfaccia pubblica**, costituita da un sottoinsieme dei metodi della classe
 - ⇒ Un oggetto esegue una operazione quando riceve una richiesta (**messaggio**) da un oggetto client

Vantaggi dell'incapsulamento

- ❑ Per l'**utilizzo** di una classe è sufficiente conoscerne l'interfaccia pubblica; i dettagli implementativi sono nascosti all'interno. La classe viene quindi vista come una "scatola nera"
- ❑ La modifica dell'**implementazione** di una classe non si ripercuote sull'applicazione, a patto che non ne venga variata l'interfaccia
- ❑ Poiché la manipolazione diretta degli attributi della classe avviene esclusivamente tramite i suoi metodi, viene fortemente ridotta la possibilità di commettere **errori** nella gestione dello stato degli oggetti
- ❑ Il **debugging** delle applicazioni è velocizzato, poiché l'incapsulamento rende più semplice identificare la sorgente di un errore

Metodo: È l'implementazione concreta di una specifica operazione.

Operazioni e Metodi

- ❑ Un **metodo** cattura l'implementazione di una operazione
- ❑ I metodi possono essere classificati in:
 - ⇒ **costruttori**, per costruire oggetti a partire da parametri di ingresso restituendo l'OID dell'oggetto costruito
 - ⇒ **distruttori**, per cancellare gli oggetti ed eventuali altri oggetti ad essi collegati
 - ⇒ **accessori**, per restituire informazioni sul contenuto degli oggetti (proprietà derivate) Recuperano informazioni sullo stato o sugli attributi di un oggetto, senza modificarli.
 - ⇒ **trasformatori**, per modificare lo stato degli oggetti e di eventuali altri oggetti ad essi collegati Modificano lo stato interno di un oggetto o degli oggetti collegati.
- ❑ I metodi possono essere:
 - ⇒ **pubblici** Accessibili da qualsiasi altra classe o oggetto.
 - ⇒ **protetti** Accessibili solo dalla classe stessa e dalle classi derivate (ereditarietà).
 - ⇒ **privati** Accessibili solo all'interno della classe in cui sono definiti.

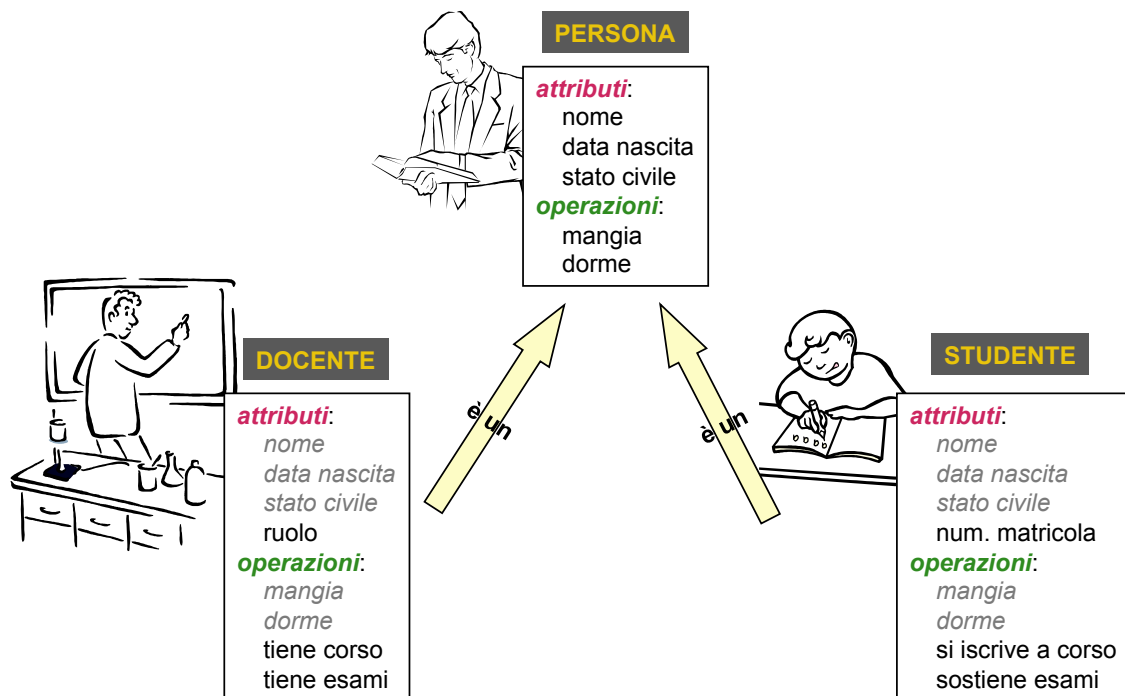
11

Ereditarietà

- ❑ Il meccanismo di ereditarietà permette di basare la definizione e implementazione di una classe su quelle di altre classi.
- ❑ E' possibile definire relazioni di specializzazione/ generalizzazione tra classi: la classe generalizzante viene detta **superclasse**, la classe specializzante viene detta **sottoclasse** o **classe derivata**
 - ⇒ **Esempio**: le classi studente e professore sono entrambe derivate dalla classe persona
- ❑ Ciascuna sottoclasse eredita dalla sua superclasse la struttura ed i comportamenti, ovvero gli attributi, i metodi e l'interfaccia; può però specializzare le caratteristiche ereditate e aggiungere caratteristiche specifiche non presenti nella superclasse

12

Ereditarietà (2)



13

Ereditarietà (3)

- Si parla di **ereditarietà multipla** quando una sottoclasse può essere derivata contemporaneamente da più superclassi
 - ⇒ in caso di conflitti tra attributi o metodi ereditati da due superclassi, occorre individuare opportune strategie di risoluzione
- Poiché una classe derivata può essere ulteriormente specializzata, si vengono a formare **gerarchie** di classi, strutturate come alberi in caso di ereditarietà singola e come reticoli in caso di ereditarietà multipla
- Date due classi A e B di cui B è una sottoclasse di A, esiste di fatto la relazione B **is-a** A (B è un A)
 - ⇒ gli oggetti istanze di B possano a tutti gli effetti essere utilizzati al posto di oggetti istanze di A (ad esempio, uno studente è una persona)
 - ⇒ **Non è vero il contrario** (non è detto che una persona sia uno studente)

14

Polimorfismo

capacità di assumere forme molteplici

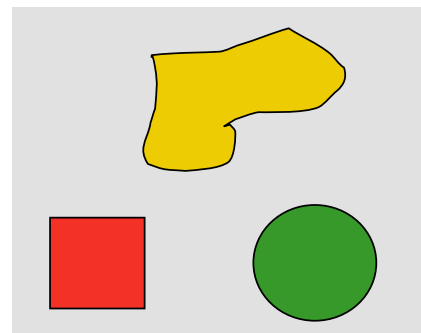
- ❑ Nel paradigma a oggetti si usa questo termine per alludere alla possibilità di creare metodi con lo stesso nome ma implementazioni differenti
- ❑ Tramite il meccanismo di *overload* è possibile definire, all'interno di una stessa classe, più metodi con lo stesso nome ma *signature* (insieme dei parametri) differenti
 - ⇒ A fronte di un messaggio inviato per invocare il metodo, sarà il sistema a scegliere l'implementazione da considerare, sulla base della struttura del messaggio stesso

15

Polimorfismo (2)

- ❑ Possibilità di ridefinire, all'interno di una sottoclasse, l'implementazione di un metodo ereditato (*override*)

```
class figuraGeometrica
{ // attributi
  int posizioneX; int posizioneY;
  int coloreContorno;
  int coloreRiempimento;
  // metodi
  public:
  void trasla(int shiftX, int shiftY);
  void ruota(int angoloRotazione);
  . . . . .
}
```



```
class quadrato:figuraGeometrica
{ int lato; int angolo
}
```

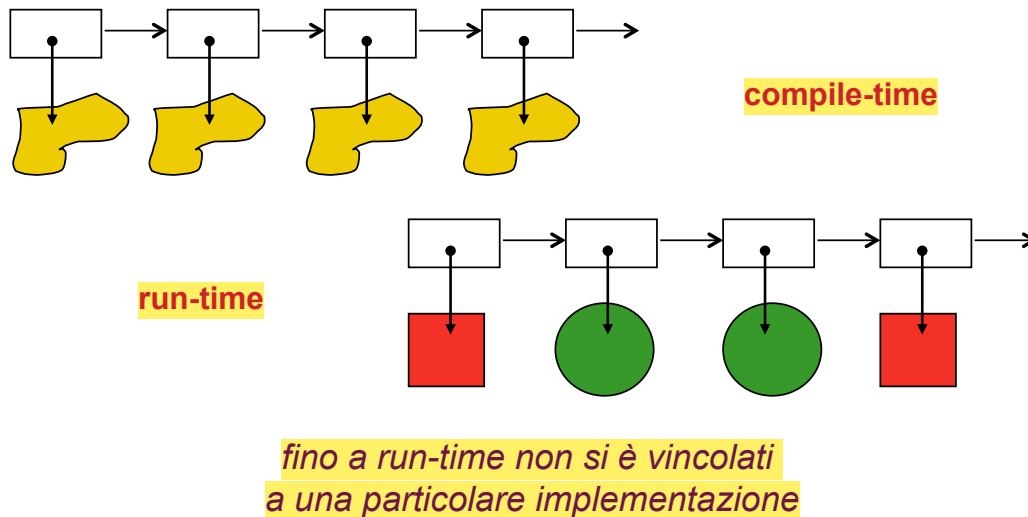
```
class cerchio:figuraGeometrica
{ int raggio;
}
```

ridefinizione di trasla e ruota

16

Istanziamento dinamico (*late binding*)

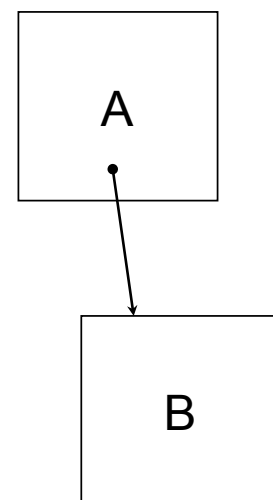
- Il polimorfismo, abbinato all'istanziamento dinamico, permette a ciascun oggetto di rispondere a uno stesso messaggio in modo appropriato a seconda della classe da cui deriva



17

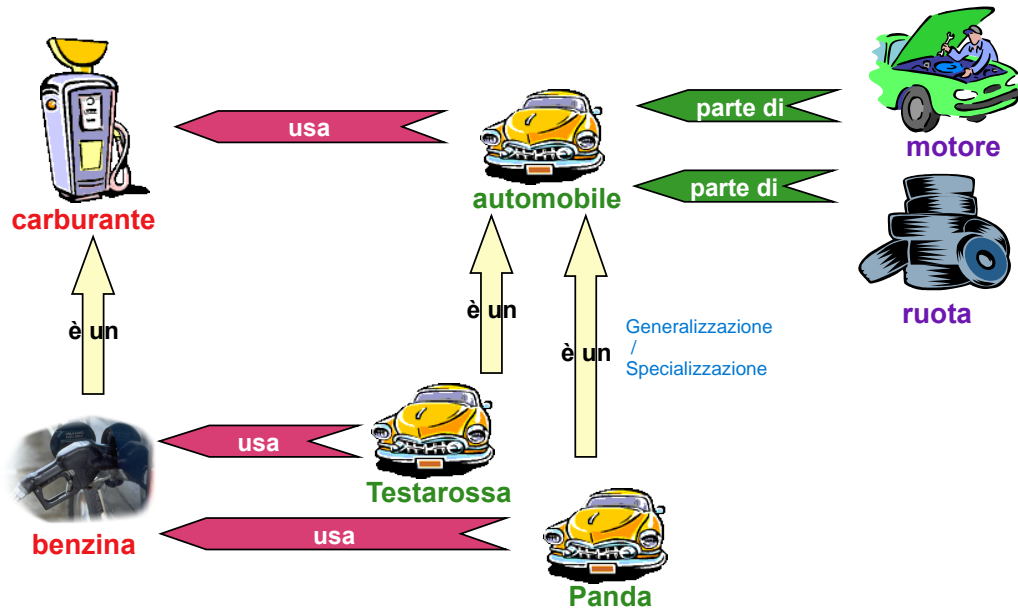
Delegazione

- Si parla di delegazione quando un oggetto A contiene al suo interno un riferimento a un altro oggetto B, cosicché A (che risulta essere in questo caso un *oggetto complesso*) può delegare alcune funzioni alla classe a cui appartiene B
 - ⇒ **Esempio:** Dovendo definire una classe persona, gli attributi nome, cognome e indirizzo saranno dichiarati come puntatori a oggetti di classe stringa, delegando così a quest'ultima classe le operazioni di manipolazione
- La delegazione costituisce il meccanismo fondamentale per implementare *associazioni tra classi*
 - ⇒ **Esempio:** per rappresentare l'associazione di inclusione tra un aeroplano e il suo motore, si includerà in ogni oggetto di classe aeroplano un puntatore a un oggetto di classe motore



18

Un esempio



19

2 Lo sviluppo di sistemi a oggetti

Imparare una nuova tecnica di progettazione è molto più difficile che imparare un nuovo linguaggio, poiché richiede di modificare sostanzialmente il nostro modo di pensare

- Il bisogno di sviluppare e mantenere sistemi di grandi dimensioni e complessi in ambienti dinamici crea un forte interesse in nuovi approcci al problema del design
- L'obiettivo principale dell'approccio orientato agli oggetti (OO, *object-oriented*) è migliorare la produttività aumentando l'estendibilità e la riusabilità del software e controllando la complessità e i costi della manutenzione

L'OO promuove pratiche che riducono il tempo necessario per sviluppare software, come l'uso di librerie e componenti riutilizzabili.

I sistemi OO sono progettati per essere facilmente ampliati con nuove funzionalità senza dover modificare radicalmente il codice esistente.

Gli oggetti e le classi possono essere progettati una sola volta e riutilizzati in progetti futuri, riducendo gli sforzi di sviluppo.

La modularità dell'approccio OO (organizzare il software in unità indipendenti e autonome) semplifica l'identificazione e la risoluzione dei problemi, rendendo il sistema più facile da mantenere.

20

Dall'approccio funzionale...



Nel paradigma procedurale, l'analisi si concentra su ciò che il sistema deve fare (le funzioni o i task).

La **decomposizione funzionale** è un'analisi di tipo top-down tradizionalmente impiegata nel **paradigma procedurale**, basata sui concetti di **procedura** e **flusso di dati**

- ⇒ La domanda fondamentale è: **cosa fa il sistema, qual è la sua funzione?**
- ⇒ Ad alto livello di astrazione, il sistema viene caratterizzato tramite **un'unica funzionalità**. Scendendo, lo si scompone in funzioni più specifiche, fino a ottenere i dettagli implementativi.
- ⇒ I blocchi di base dell'applicazione sono i task (**compiti**), che durante l'implementazione daranno luogo a procedure, e sono legati alla specifica soluzione proposta

Principali problemi:

- ⇒ **Nessun modello unificante per integrare le diverse fasi: c'è una forte discrepanza** tra concetto di flusso di dati utilizzato nell'analisi e concetto di gerarchia di compiti utilizzato nella progettazione
- ⇒ **Mancanza di iterazione** nella progettazione: si adotta il **modello a cascata**, in cui le attività sono viste come una progressione lineare. Non c'è spazio per tornare indietro e rivedere decisioni prese in fasi precedenti.
- ⇒ **Mancanza di estendibilità**: non si considerano le possibili evoluzioni del sistema
- ⇒ **Poca attenzione al problema della riusabilità**: ogni sistema viene ricostruito a partire da zero, per cui i costi di manutenzione sono alti
- ⇒ La progettazione dei **dati** viene trascurata, poiché le strutture dati sono determinate dalle strutture procedurali. L'attenzione è tutta sul flusso delle operazioni (le procedure)

L'analisi si basa sul concetto di flusso di dati: come le informazioni passano da una parte all'altra del sistema. La progettazione, invece, si concentra sulla gerarchia dei task, ossia come le funzioni sono organizzate e collegate. Questo crea una discrepanza tra le fasi di sviluppo, perché l'analisi e la progettazione usano approcci e rappresentazioni diversi.

...all'approccio a oggetti



Obiettivo: Identificare cosa il sistema deve fare.

ANALISI: va dall'inizio del progetto fino all'analisi delle specifiche utente e allo studio di fattibilità (**cosa** il sistema deve fare)



Obiettivo: Progettare come il sistema deve fare ciò che è stato stabilito nella fase di analisi.

DESIGN: progettazione logica e fisica del sistema (**come** lo deve fare). Si sviluppa la progettazione logica, che definisce le relazioni tra gli oggetti e come interagiscono. Si realizza anche una progettazione fisica, che include dettagli tecnici come l'architettura del software.



IMPLEMENTAZIONE: scrittura del codice, test di verifica, validazione, manutenzione

- ⇒ I confini tra le fasi non sono più distinti, infatti il centro di interesse è lo stesso: gli **oggetti** e le loro interrelazioni
- ⇒ Il processo di sviluppo OO è **iterativo**: si adotta il **modello a fontana**, in cui lo sviluppo raggiunge un alto livello per poi ritornare a un livello precedente e risalire di nuovo. Lo sviluppo può tornare a una fase precedente per apportare correzioni. Successivamente, si procede nuovamente verso la fase successiva.
- ⇒ L'ereditarietà permette di aggiungere nuove caratteristiche a un sistema riducendo i costi di manutenzione (**estendibilità**), e di costruire nuove funzionalità a partire dall'esistente (**riusabilità**) riscrivendo solo quella parte di codice inadeguato e solo per gli oggetti che ne hanno bisogno

Benefici dell'approccio a oggetti

Il sistema è suddiviso in classi di oggetti, che rappresentano entità reali o concettuali legate al problema da risolvere. Questo processo di modellazione rende il software più intuitivo, poiché il modello del software rispecchia il dominio reale.

La decomposizione è orientata alla modellazione

- ⇒ I blocchi di base dell'applicazione sono entità che interagiscono, modellate come classi di oggetti, e sono legate alla formulazione originale del problema formando una rappresentazione coerente del problema.

A differenza dell'approccio tradizionale, in cui i risultati dell'analisi (cosa fare) sono separati dal design (come farlo), nell'approccio OO l'analisi e il design lavorano insieme.

- ⇒ I risultati dell'analisi non sono un semplice input del design, ma ne sono parte integrante: analisi e design lavorano insieme per sviluppare un modello del dominio del problema

Il risultato dell'analisi diventa parte integrante del design, contribuendo a creare un modello completo del dominio del problema.

Il progetto dettagliato è rimandato nel tempo e nascosto all'interno di ciascuna classe

Nei sistemi OO, i dettagli di implementazione sono nascosti all'interno delle classi. Questo concetto è noto come incapsulamento, e separa ciò che un oggetto fa (la sua interfaccia) da come lo fa (la sua implementazione).

- ⇒ Algoritmi e strutture dati non sono più "congelati" a un alto livello del progetto
- ⇒ Si ha più flessibilità, poiché un cambiamento nell'implementazione non implica variazioni consistenti alla struttura del sistema

Poiché i dettagli di implementazione sono nascosti all'interno delle classi, un cambiamento al loro interno non influisce sulla struttura generale del sistema.

23

Benefici dell'approccio a oggetti

- I sistemi sviluppati a oggetti risultano più stabili nel tempo di quelli progettati per decomposizione funzionale perché l'OO si basa sulla modellazione degli oggetti del dominio applicativo

- ⇒ Le caratteristiche dei domini applicativi variano più lentamente nel tempo rispetto alle funzionalità richieste ai sistemi

- La produttività è alta

- ⇒ Fasi diverse dell'analisi dei requisiti e del ciclo di vita possono essere svolte contemporaneamente

- C'è la possibilità di sviluppare rapidamente prototipi che possono risultare di valido aiuto per la certificazione dell'analisi dei requisiti

Validare i requisiti: Gli utenti possono testare il prototipo e confermare se il sistema soddisfa le loro esigenze. Ridurre rischi: Identificare e risolvere problemi nelle prime fasi dello sviluppo.

- E' possibile che il design e l'implementazione a classi richiedano tempi elevati, volendo provvedere generalità e riusabilità; a fronte di ciò si ha però una drastica riduzione dei costi di manutenzione

24

Object-oriented analysis

“Di che cosa necessita il programma?”

“Quali classi saranno presenti?”

“Qual è la responsabilità di ciascuna classe?”

□ Attività:

- ⇒ determinare la funzionalità del sistema Viene definito l'insieme delle funzionalità richieste
- ⇒ creare una lista delle classi che sono parte del sistema basandosi sul dominio del problema.
- ⇒ distribuire le funzionalità del sistema attraverso le classi individuate

□ In una buona analisi ...

- ⇒ le classi sono relativamente “piccole” e molte sono abbastanza generali da poter essere riusate in futuri progetti
- ⇒ le responsabilità e il controllo sono distribuiti, in altre parole il progetto non ha un “centro” esplicito
- ⇒ ci sono poche assunzioni riguardo al linguaggio di programmazione da usare

Durante l'analisi, non si fanno ipotesi sul linguaggio di programmazione che sarà usato nella fase di implementazione.

25

Object-oriented design

“Come gestirà la classe le sue responsabilità?”

“Quali informazioni sono necessarie alla classe?”

“Come comunicheranno le classi tra loro?”

□ Attività:

- ⇒ determinare metodi e attributi di ciascuna classe
- ⇒ progettare algoritmi per implementare le operazioni
- ⇒ progettare le associazioni Si definiscono le relazioni tra le classi, come associazioni, aggregazioni o composizioni.

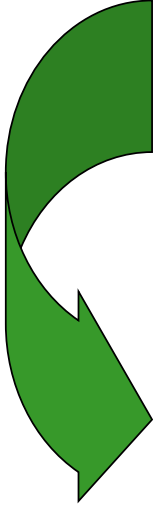
□ In un buon design...

- ⇒ i percorsi di accesso ai dati sono ottimizzati per minimizzare il consumo di risorse e i tempi di elaborazione.
- ⇒ le classi sono raggruppate in moduli per migliorare la leggibilità e la manutenzione del sistema.

26

Alcuni approcci object-oriented

- ❑ Booch OOD
- ❑ Coad-Yourdon OOA/OOD
- ❑ Jacobson OOSE
- ❑ Rubin-Goldberg OBA
- ❑ Rumbaugh OMT
- ❑ Shlaer-Mellor OOA
- ❑



UML, acronimo di Unified Modeling Language, è un linguaggio di modellazione visiva standardizzato utilizzato principalmente in ingegneria del software per rappresentare, specificare, costruire e documentare le parti di un sistema. Basato sul paradigma orientato agli oggetti, UML consente di creare una rappresentazione grafica delle componenti di un sistema software, facilitando la comprensione e la comunicazione tra i membri di un team di sviluppo.