Il paradigma a oggetti

1 Il paradigma a oggetti

- I concetti fondamentali:
  - oggetto
  - astrazione
  - classe
  - incapsulamento
  - ereditarietà
  - polimorfismo - late binding
  - delegazione

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*

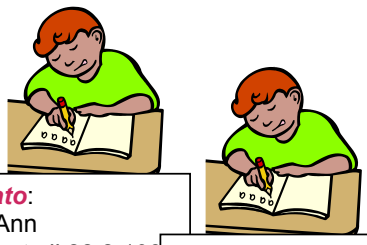
Un oggetto è una tripla

- 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*.

Oggetti (2)

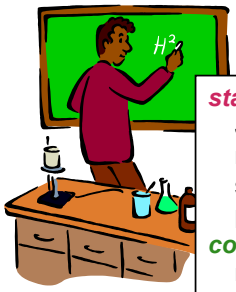
stato:
esame di Analisi
svolto il 3.3.2001
voto 30/30
comportamento:
stampa verbale
trasmetti in segreteria

stato:
Mark
nato il 12.12.19
celibe
matricola XXX
comportamento:
mangia
dorme
si iscrive a cors
sostiene esami



stato:
Ann
nata il 22.2.198
nubile
matricola YYY
comportamento:
mangia
dorme
si iscrive a cors
sostiene esami

stato:
Carl
nato il 7.7.1979
sposato
matricola ZZZ
comportamento:
mangia
dorme
si iscrive a corso
sostiene esami



stato:
John
nato il 2.2.1968
sposato
prof. associato
comportamento:
mangia
dorme
tiene corso
tiene esami

gli attributi esistono nel mondo reale, gli identificatori no

Operazioni e interfaccia

Signature è formata da nome, parametri, valore restituito

- 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

Interfaccia è l'insieme di tutte le signature

- 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

Interfaccia è l'insieme di tutti i servizi che l'oggetto può offrire

Tipo di dati astratto

- 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

Da intendere come una classe astratta con metodi

Classe

- 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

1 - 1

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: quelli che restituiscono astrazioni significative sullo stato dell'oggetto cui sono applicati, e quelli che ne alterano lo stato

Due tipi di metodi: get e set

Classe

ESAME

attributi:
corso
data
voto
operazioni:
stampa verbale
trasmetti in segreteria

STUDENTE

attributi:
nome
data nascita
stato civile
num. matricola
operazioni:
mangia
dorme
si iscrive a corso
sostiene esami

DOCENTE

attributi:
nome
data nascita
stato civile
ruolo
operazioni:
mangia
dorme
tiene corso
tiene esami

Incapsulamento

Diminuisce la possibilità di errori

- 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

Operazioni e Metodi

- Un metodo cattura l'implementazione di una operazione
- I metodi possono essere classificati in:
  - Costructor: *costruttori*, per costruire oggetti a partire da parametri di ingresso restituendo l'OID dell'oggetto costruito
  - Garbage Collector: *distruttori*, per cancellare gli oggetti ed eventuali altri oggetti ad essi collegati
  - Get: *accessori*, per restituire informazioni sul contenuto degli oggetti (proprietà derivate)
  - Set: *trasformatori*, per modificare lo stato degli oggetti e di eventuali altri oggetti ad essi collegati
- I metodi possono essere:
  - *pubblici*
  - *protetti*
  - *privati*

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

Ereditarietà (2)

PERSONA

attributi:
nome
data nascita
stato civile

operazioni:
mangia
dorme

DOCENTE

attributi:
nome
data nascita
stato civile
ruolo

operazioni:
mangia
dorme
tiene corso
tiene esami

è un

è un

STUDENTE

attributi:
nome
data nascita
stato civile
num. matricola

operazioni:
mangia
dorme
si iscrive a corso
sostiene esami

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)

Polimorfismo

capacità di assumere forme molteplici

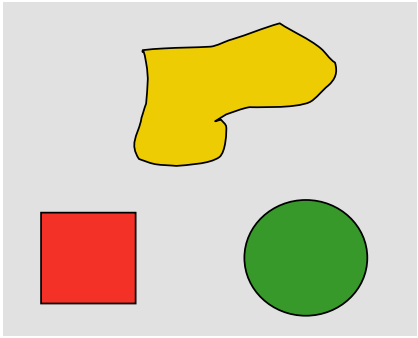
- Nel paradigma a oggetti si usa questo termine per alludere alla possibilità di creare metodi con lo stesso nome ma implementazioni differenti
- Tramite il meccanismo di *overload* è possibile definire, all'interno di una stessa classe, più metodi con lo stesso nome ma *signature* (insieme dei parametri) 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

Overload: Sovraccaricare lo stesso metodo con più implementazioni

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);
   . . . . . .
}
```



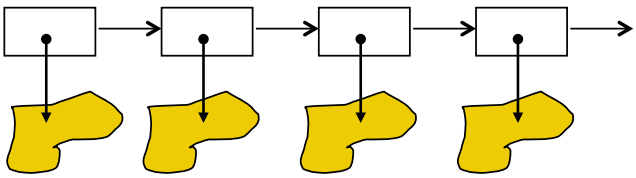
```
class quadrato:figuraGeometrica
{  int lato; int angolo
}
```

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

ridefinizione di `trasla` e `ruota`

Istanziamento dinamico (*late binding*)

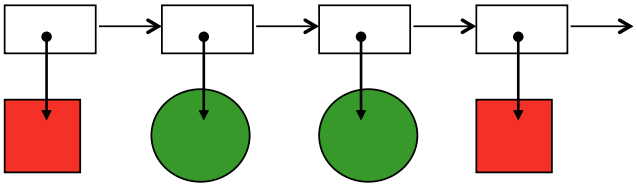
- Il polimorfismo, abbinato all'istanziamento dinamico, permette a ciascun oggetto di rispondere a uno stesso messaggio in modo appropriato a seconda della classe da cui deriva



compile-time

La decisione su quale metodo invocare viene presa durante l'esecuzione e non durante la compilazione

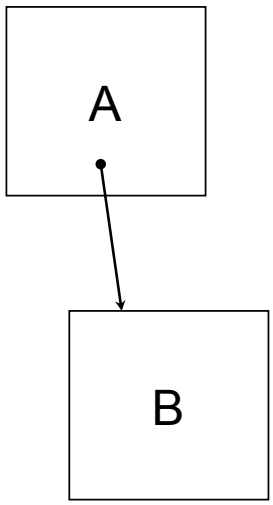
run-time



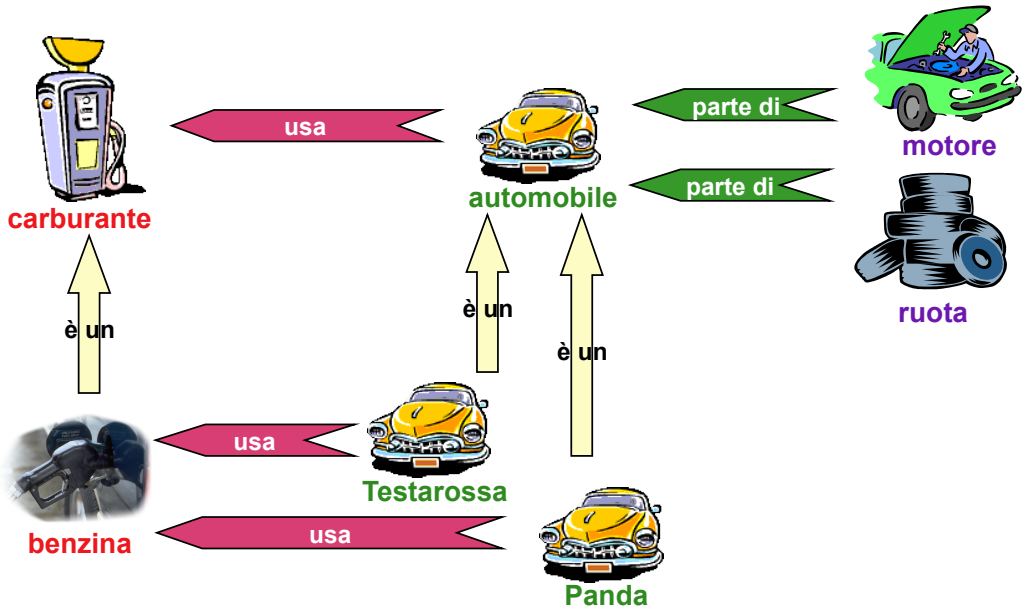
fino a run-time non si è vincolati a una particolare implementazione

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



Un esempio



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

Dall'approccio funzionale…

- 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*
  - 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
  - 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

...all'approccio a oggetti

- ANALISI: va dall'inizio del progetto fino all'analisi delle specifiche utente e allo studio di fattibilità (*cosa* il sistema deve fare)
- DESIGN: progettazione logica e fisica del sistema (*come* lo deve fare)
- 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
  - 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

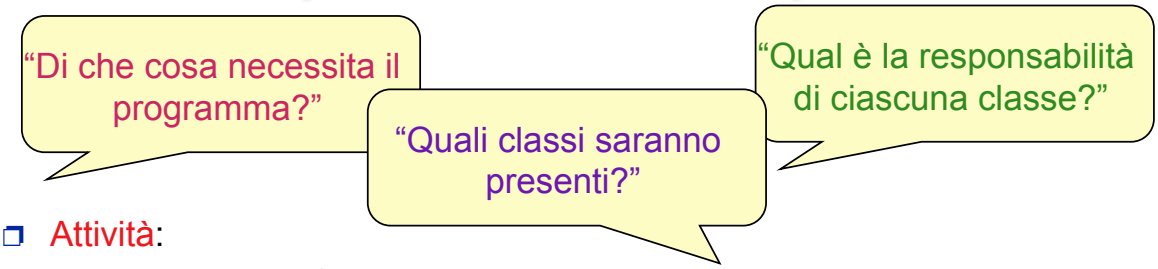
Benefici dell'approccio a oggetti

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

Benefici dell'approccio a oggetti

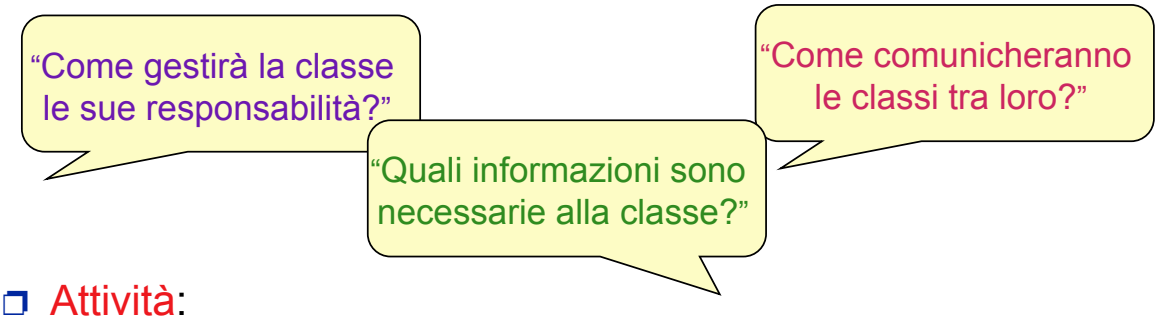
- I sistemi sviluppati a oggetti risultano più stabili nel tempo di quelli progettati per decomposizione funzionale
  - Le caratteristiche dei domini applicativi variano più lentamente nel tempo rispetto alle funzionalità richieste ai sistemi
- La produttività è alta
  - Fasi diverse dell'analisi dei requisiti e del ciclo di vita possono essere svolte contemporaneamente
- C'è la possibilità di sviluppare rapidamente prototipi che possono risultare di valido ausilio per la certificazione dell'analisi dei requisiti
- 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

Object-oriented analysis



- Attività:
  - determinare la funzionalità del sistema
  - creare una lista delle classi che sono parte del sistema
  - 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

Object-oriented design



- Attività:
  - determinare metodi e attributi di ciascuna classe
  - progettare algoritmi per implementare le operazioni
  - progettare le associazioni
- In un buon design…
  - i percorsi di accesso ai dati sono ottimizzati
  - le classi sono raggruppate in moduli

Alcuni approcci object-oriented

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