PROGRAMMAZIONE = DECOMPOSIZIONE BASATA SU ASTRAZIONI

Decomposizione in “moduli”

- necessaria quando si devono sviluppare programmi abbastanza grandi
  - decomporre il problema in sotto-problemi
  - i moduli che risolvono i sotto-problemi devono riuscire a cooperare nella soluzione del problema originale
  - viviamo in un mondo di API
- metodologie
  - si deve poter lavorare in modo indipendente (ma coerente) nello sviluppo dei diversi moduli
  - deve essere possibile eseguire “facilmente” modifiche e aggiornamenti (manutenzione)
    - ✓ a livello dei singoli moduli, senza influenzare il comportamento degli altri
- i programmi devono essere decomposti in moduli, in modo che sia facile capirne le interazioni

Decomposizione e astrazione

- la decomposizione può essere effettuata in modo produttivo ricorrendo all'**astrazione**
  - cambiamento del livello di dettaglio, nella descrizione di un problema, limitandosi a "considerare" solo alcune delle sue caratteristiche
  - perché si spera di semplificare l'analisi, separando gli attributi che si ritengono rilevanti da quelli che si ritiene possano essere trascurati
  - la rilevanza dipende dal contesto

3

Meccanismi di astrazione

- Quali sono i meccanismi di astrazione legati alla programmazione
- lo strumento fondamentale è l'utilizzazione di **linguaggi ad alto livello**
  - enorme semplificazione per il programmatore
  - usando direttamente i costrutti del linguaggio ad alto livello invece che una delle numerosissime sequenze di istruzioni in linguaggio macchina "equivalenti"

4

I linguaggi non bastano

```
// ricerca all'insù
  found = false;
  for (int i = 0; i < a.length; i++)
     if (a[i] == e) {
          z = i; found = true;}
// ricerca all'ingiù
  found = false;
  for (int i = a.length - 1; i >= 0; i--)
     if (a[i] == e) {
          z = i; found = true;}
```

- sono diversi
  - possono dare risultati diversi
  - potrebbero essere stati scritti con l'idea di risolvere lo stesso problema
    - ✓ verificare se l'elemento è presente nell'array e restituire una posizione in cui è contenuto

5

Migliori astrazioni nel linguaggio?

- il linguaggio potrebbe avere delle potenti operazioni sull'array del tipo isIn e indexOf

```
// ricerca indipendente dall'ordine
  found = a.isIn(e);
  if found z = a.indexOf(e);
```

- l'astrazione è scelta dal progettista del linguaggio
  - quali e quante?
  - quanto complicato diventa il linguaggio?
- meglio progettare linguaggi dotati di **meccanismi che permettano di definire le astrazioni che servono**

6

Il più comune tipo di astrazione

- l'astrazione procedurale
  - presente in tutti i linguaggi di programmazione
- la separazione tra "definizione" e "chiamata" rende disponibili nel linguaggio i due meccanismi fondamentali di astrazione
  - **l'astrazione attraverso parametrizzazione**
    - ✓ si astrae dall'identità di alcuni dati, rimpiazzandoli con parametri
    - ✓ si generalizza un modulo per poterlo usare in situazioni diverse
  - **l'astrazione attraverso specifica**
    - ✓ si astrae dai dettagli dell'implementazione del modulo, per limitarsi a considerare il comportamento che interessa a chi utilizza il modulo (ciò che fa, non come lo fa)
    - ✓ si rende ogni modulo indipendente dalle implementazioni dei moduli che usa

7

Astrazione via parametrizzazione

- l'introduzione dei parametri permette di descrivere un insieme (anche infinito) di computazioni diverse con un singolo programma che le astrae tutte

```
x * x + y * y
```

  - descrive una computazione

```
fun(x,y:int) = (x * x + y * y)
```

  - descrive tutte le computazioni che si possono ottenere chiamando la procedura, cioè applicando la funzione ad una opportuna coppia di valori

```
φυν(x,y:int) = (x * x + y * y)(w,z)
```

  - ha la stessa semantica dell'espressione `w * w + z * z`

8

Astrazione via specifica

- la procedura si presta a meccanismi di astrazione più potenti della parametrizzazione
- possiamo astrarre dalla specifica computazione descritta nel corpo della procedura, associando ad ogni procedura una specifica
  - semantica intesa della procedura
- e derivando la semantica della chiamata dalla specifica invece che dal corpo della procedura
- non è di solito supportata dal linguaggio di programmazione
  - se non in parte (vedi specifiche di tipo)
- si realizza con opportune annotazioni
  - Esempio Aspect Oriented Programming (AOP)
  - Esempio: JML

9

AOP


```
class Fraction {
    int numerator;
    int denominator;
    …
    public Fraction multiply(Fraction that) {
        traceEnter("multiply", new Object[] {that});
        Fraction result = new Fraction(
            this.numerator * that.numerator,
            this.denominator * that.denominator);
        result = result.reduceToLowestTerms();
        traceExit("multiply", result);
        return result;
    }
    …
}
```

Annotazioni simili I tutti I metodi che devono essere tracciati

10

JML: Esempio

```
public class BankingExample {

  public static final int MAX_BALANCE = 1000;
  private /*@ spec_public @*/ int balance;
  private /*@ spec_public @*/ boolean isLocked = false;

  //@ public invariant balance >= 0 && balance <= MAX_BALANCE;

  //@ assignable balance;
  //@ ensures balance == 0;
  public BankingExample() { balance = 0; }

  //@ requires 0 < amount && amount + balance < MAX_BALANCE;
  //@ assignable balance;
  //@ ensures balance == \old(balance + amount);
  public void credit(int amount) { balance += amount; }

  //@ requires 0 < amount && amount <= balance;
  //@ assignable balance;
  //@ ensures balance == \old(balance) - amount;
  public void debit(int amount) { balance -= amount; }

  //@ ensures isLocked == true;
  public void lockAccount() { isLocked = true; }

  //@   requires !isLocked;
  //@   ensures \result == balance;
  //@ also
  //@   requires isLocked;
  //@   signals_only BankingException;
  public /*@ pure @*/ int getBalance() throws BankingException {
     if (!isLocked) { return balance; }
     else { throw new BankingException(); }
  }
}
```


Un esempio

```
float sqrt (float coef) {
   // REQUIRES: coef > 0
   // EFFECTS: ritorna una approssimazione
   // della radice quadrata di coef
   float ans = coef / 2.0; int i = 1;
   while (i < 7) {
      ans = ans-((ans*ans-coef)/(2.0*ans));
      i = i+1;   }
   return ans;  }
```

- precondizione (asserzione requires)
  - deve essere verificata quando si chiama la procedura
- postcondizione (asserzione effects)
  - tutto ciò che possiamo assumere valere quando la chiamata di procedura termina, se al momento della chiamata era verificata la precondizione

Il punto di vista di chi usa la procedura

```
float sqrt (float coef) {
   // REQUIRES: coef > 0
   // EFFECTS: ritorna una approssimazione
   // della radice quadrata di coef
   …  }
```

- gli utenti della procedura non si devono preoccupare di capire cosa la procedura fa, astraendo le computazioni descritte dal corpo
  - cosa che può essere molto complessa
- gli utenti della procedura non possono osservare le computazioni descritte dal corpo e dedurre da questo proprietà diverse da quelle specificate dalle asserzioni
  - astraendo dal corpo (implementazione), si "dimentica" informazione evidentemente considerata non rilevante

13

Tipi di astrazione

- parametrizzazione e specifica permettono di definire vari tipi di astrazione
  - **astrazione procedurale**
    - ✓ si aggiungono nuove operazioni a quelle della macchina astratta del linguaggio di programmazione
  - **astrazione di dati**
    - ✓ si aggiungono nuovi tipi di dato a quelli della macchina astratta del linguaggio di programmazione
  - **iterazione astratta**
    - ✓ permette di iterare su elementi di una collezione, senza sapere come questi vengono ottenuti
  - **gerarchie di tipo**
    - ✓ permette di astrarre da specifici tipi di dato a famiglie di tipi correlati

14

Astrazione procedurale

- fornita da tutti i linguaggi ad alto livello
- *aggiunge nuove operazioni a quelle della macchina astratta del linguaggio di programmazione*
  - per esempio, `sqrt` sui `float`
- la specifica descrive le proprietà della nuova operazione

Astrazione sui dati

- fornita da tutti i linguaggi ad alto livello moderni
- aggiunge nuovi tipi di dato e relative operazioni a quelli della macchina astratta del linguaggio
  - tipo `MultiInsieme` con le operazioni `vuoto`, `inserisci`, `rimuovi`, `numeroDi` e `dimensione`
  - la rappresentazione dei valori di tipo `MultiInsieme` e le operazioni sono realizzate nel linguaggio
  - l'utente non deve interessarsi dell'implementazione, ma fare solo riferimento alle proprietà presenti nella specifica
  - le operazioni sono astrazioni definite da asserzioni come

```
dimensione(inserisci(s,e))= dimensione(s)+1
numeroDi(vuoto(),e) = 0
```

- la specifica descrive le relazioni fra le varie operazioni
  - per questo, è cosa diversa da un insieme di astrazioni procedurali

Iterazione astratta

- non è fornita da nessun linguaggio di uso comune
  - Java ha costrutti che permettono una simulazione relativamente semplice
- permette di iterare su elementi di una collezione, senza sapere come questi vengono ottenuti
- evita di dire cose troppo dettagliate sul flusso di controllo all'interno di un ciclo
  - per esempio, potremmo iterare su tutti gli elementi di un `MultiInsieme` senza imporre nessun vincolo sull'ordine con cui vengono elaborati
- astrae (nasconde) il flusso di controllo nei cicli

17

Gerarchie di tipo

- fornite da alcuni linguaggi ad alto livello moderni
  - per esempio, Java, C#
- permettono di astrarre gruppi di astrazioni di dati (tipi) a famiglie di tipi
- i tipi di una famiglia condividono alcune operazioni
  - definite nel supertype, di cui tutti i tipi della famiglia sono subtypes
- una famiglia di tipi astrae i dettagli che rendono diversi tra loro i vari tipi della famiglia
- in molti casi, il programmatore può ignorare le differenze

18

Astrazione e programmazione orientata ad oggetti

- il tipo di astrazione più importante per guidare la decomposizione è l'astrazione sui dati
  - gli iteratori astratti e le gerarchie di tipo sono comunque basati su tipi di dati astratti
- l'astrazione sui dati è il meccanismo fondamentale della **programmazione orientata ad oggetti**
  - anche se esistono altre tecniche per realizzare tipi di dato astratti
    - ✓per esempio, all'interno del paradigma di programmazione funzionale

19

Abstract Data Types (ADT)

- Cosa sono?
  - Comprensione del problema
  - Specifica del tipo di dati
  - Implementazione del tipo di dato
- Esempi concreti
  - Bags, Liste, Stack, Hash map , …..
- Java come strumento di comprensione

20

ADT

- Insieme di valori
- Una rappresentazione comune per I valori
- Insieme di operazioni che possono essere applicate in modo unforme a questi valori

21

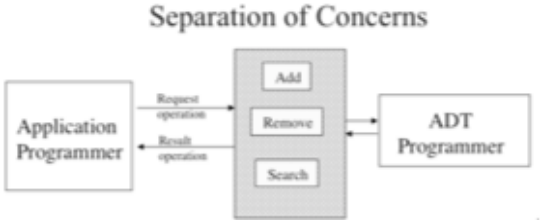
Tipi primitivi in Java

- Boolean, char, int, byte …
- Esempio: int
  - Insieme dei valori int: -2^{31} .. $2^{31}-1$
  - Rappresentazione: 32-bit
  - Operazioni (+-, …..)
- Operazioni primitive “set in the stone”

22

Specificare ADT

•La specifica di un ADT esprime un contratto di uso
  •Specifica valori del ADT
  •Specifica le operazioni del ADT
    •Nome, parametri, tipo, comportamento osservabile



23

Separation of concerns

- Chi progetta ADT non conosce le applicazioni in cui ADT verra' utilizzato: obiettivo implementare in modo efficiente ADT
- Chi usa ADT non e' interessato a conoscere I dettagli della implementazione: ADT makes the job!!
- Essenziale per progettare e implementare sistemi grandi e complessi

24

ESEMPIO: BAGS

Perche'

- Descrivere in pratica la nozione di ADT
- Specificare ADT Bag
- Implementare ADT bag in Java

Definizione: Bag

- Una collezione finita di oggeti
- Non ordinata
- Puo' contenere oggetti duplicati
- Matematica: multi-insieme

Bag: come si comporta

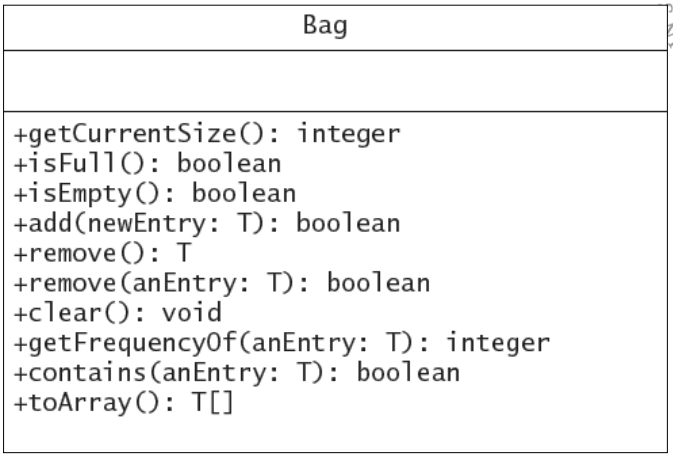
- Determinare quanti sono gli oggetti presenti nel bag
  - Full?
  - Empty?
- Add, remove
- Count per contare gli oggetti replicati
- Test per determinare se un determinato oggetto appartiene al bag
- Vedere tutti gli oggetti presenti

Bag
Responsibilities
Get the number of items currently in the bag
See whether the bag is full
See whether the bag is empty
Add a given object to the bag
Remove an unspecified object from the bag
Remove an occurrence of a particular object from the bag, if possible
Remove all objects from the bag
Count the number of times a certain object occurs in the bag
Test whether the bag contains a particular object
Look at all objects that are in the bag
Collaborations
The class of objects that the bag can contain

BAG come API

Specificare il Bag

- Descrivere i dati
- Descrivere i metodi
  - Nome
  - Parametri
  - Tipi di ingresso uscita
  - Documentazione



UML: Bag

"Design Decisions"

- Cosa deve fare il metodo **add** nel caso in cui non sia in grado di inserire un oggetto bnel bag??
  - Niente?
  - Segnala la situazione?
  - Si blocca a run-time?

“Design Decisions”

- Comprendere cosa si deve fare quando si affrontano situazioni anomale (nel comportamenteo)
  - Anomalie non avvengono mai?
  - Ignorare la anomalie?
  - Comprendere autonomamente cosa voleva fare l’utente?
  - Restituire un flag opportuno?
  - Sollevare una eccezione?

Metodologia

- Definite le interface
- Gli elementi del bag sono tutti dello stesso tipo
  - Generic type **<T>**
  - `Dettagli piu’ avanti`
- Vediamo il codice