I Tipi di Dato Astratto (TDA)

Stefano Mizzaro

Dipartimento di matematica e informatica
Università di Udine
http://www.dimi.uniud.it/mizzaro/
mizzaro@uniud.it

Programmazione, lezione 12
14 aprile 2015

Oggi

- Riassunto
  - Programmazione strutturata
- TDA (Tipo di dato astratto)
  - Evoluzione della programmazione strutturata
  - Primi concetti
  - Occultamento delle informazioni
  - Esempi

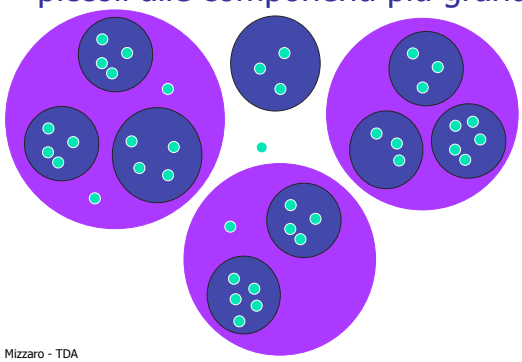
Programma del corso

1. La programmazione strutturata (24h)
2. Tipi di dati astratti e occultamento delle informazioni (~4h)
3. I fondamenti della programmazione orientata agli oggetti (~10h)
4. Le API del Java (~10h)
5. Cenni alle teorie della computabilità e complessità (1-2h)

1. Programmazione strutturata

- "Mattoni"
- Strutture di controllo
  - Sequenza, Selezione, Iterazione
- Cicli annidati
- Array (unidimensionali, multidimensionali)
- Sottoprogrammi (metodi)
  - Parametri formali e attuali
  - Pila dei recod di attivazione
  - Ricorsione

Analisi sistematica: dai mattoni più piccoli alle componenti più grandi



Altro...

- Pila dei record di attivazione, heap
- Attività del programmatore
  - Sviluppo incrementale
  - Ciclo editing-compilazione-esecuzione
  - Testing
- "Bast-Che-Funz"
  - chi se ne frega di come è scritto un programma, basta che funzioni...
  - SE LA PENSATE COSI', NON PASSATE L'ESAME!
  - DOVETE imparare a scrivere programmi di buona qualità
- Anche chi pensa di saper già programmare...

Oggi

- Tipi di Dato Astratto (TDA)
  - Primi concetti
  - Definizione di un TDA
  - Uso di un TDA
  - Principio dell'Occultamento delle informazioni
- Introduzione, ne parleremo anche nella prossima lezione
- (Qcosa che probabilmente non avete visto, e non coerente con quello che sapete…)

TDA

- Tipo di Dato Astratto (TDA)
- Abstract Data Type (ADT)
- I metodi (procedure e funzioni) possono essere visti come un modo per estendere il linguaggio di programmazione
  - appena definito un nuovo metodo, è come se il linguaggio avesse una nuova istruzione
  - È un meccanismo di astrazione: astraggo dai dettagli pensando al livello delle nuove istruzioni
- Ne esiste un altro...
  - Migliore (vedremo perché)

Struttura programma Java?

```
class ... {
  static <tipo> <id> (<parametri>) {
    ...
  }
  static <tipo> <id> (<parametri>) {
    ...
  }
  public static void main (String[] args) {
    ...
  }
  static <tipo> <id> (<parametri>) {
    ...
  }
  static <tipo> <id> (<parametri>) {
    ...
  }
}
```


Un altro meccanismo di astrazione: i TDA

- Possiamo estendere il linguaggio definendo nuovi tipi di dato
- Per farlo bisogna:
  - 1. Definire "come sono fatti"
  - 2. Decidere quali operazioni sono lecite su di essi
- (Tipo = valori + operazioni)
- …ci mettiamo un po'…
  - (prima in modo "sbagliato"… partiamo da 1.)

Definire TDA

- Per definire un nuovo tipo di dato si deve specificare una classe
  - il nome della classe rappresenterà il nuovo tipo
  - una classe definisce le sue variabili e i suoi metodi

Definire TDA: la sintassi

```
class <NomeDelTDA> {

  <tipo1> <var1>;
  <tipo2> <var2>;
  ...

  static <tipoMetodo1> <nomeMetodo1>(<parametri1>) {
    ...
  }
  static <tipoMetodo2> <nomeMetodo2>(<parametri2>) {
    ...
  }
  ...
}
```

Convenzione sugli identificatori

- Gli identificatori Java vanno scritti
  - con l'iniziale maiuscola se sono nomi di classi
  - con l'iniziale minuscola se sono nomi di variabili o di metodi
  - se l'identificatore è formato da più parole, queste vanno scritte attaccate e ogni parola deve iniziare con la maiuscola
- Esempi:
  - `Classe1, variabile1, metodo1, AltroNomeDiClasse, altroNomeDiVariabile, altroNomeDiMetodo, nome_sbagliato`

Esempio 1: classe coordinate

- Definire un nuovo tipo che rappresenta le coordinate di un punto del piano cartesiano
  - Decidiamo il nome della classe: `Coordinate`
  - Decidiamo quali informazioni/dati saranno presenti nella classe: `x`, `y`
- N.B. Non c'è lo `static`

```
class Coordinate {
  int x;
  int y;
}
```

oppure

```
class Coordinate {
  double x;
  double y;
}
```


Esempio 2: classe ora

- Definire un nuovo tipo che rappresenta un'ora del giorno
  - Decidiamo il nome della classe: `Ora`
  - Decidiamo quali informazioni/dati saranno presenti nella classe:
    - ore, minuti, secondi

    oppure
    - secondi trascorsi dalla mezzanotte

```
class Ora {
  int ore;
  int minuti;
  int secondi;
}
```

oppure

```
class Ora {
  int secondi;
}
```


Esempio 3: classe freccia orizzontale

- Definire un nuovo tipo che rappresenta una freccia orizzontale
  - Decidiamo il nome della classe: `FrecciaOrizzontale`
  - Decidiamo quali informazioni/dati saranno presenti nella classe: lunghezza, verso

```
class FrecciaOrizzontale {
  int lunghezza;
  char verso;
}
```

oppure

```
class FrecciaOrizzontale {
  int lunghezza;
  boolean versoDestra;
}
```


Esempio 4: classe numero complesso

- Definire un nuovo tipo che rappresenta un numero complesso
  - Decidiamo il nome della classe: `Complesso`
  - Decidiamo quali informazioni/dati saranno presenti nella classe: parte reale, parte immaginaria

```
class Complesso {
  double reale;
  double immaginaria;
}
```


Usare TDA

- Una volta definita una classe abbiamo quasi un nuovo tipo…
  - (non abbiamo scritto un programma; non c'è un main)
- …e possiamo usarlo!
- Ora si possono:
  - dichiarare variabili di quella classe (di quel tipo)
  - creare nuovi valori (istanze)
  - usare le variabili
- (in un'altra classe/file… ad es. nel main… vedremo)

Dichiarazione

- Analogamente a come si dichiarano le variabili con tipo primitivo:
  - `int x, k, count;`
  - `Coordinate punto, coppia, pluto;`
  - `Ora oraDelGiorno, pippo;`
- Dichiarare una variabile non basta. Per usare un TDA bisogna creare esplicitamente un valore
  - Bisogna allocare dello spazio in memoria
- Lo spazio per i tipi primitivi invece viene allocato in modo automatico

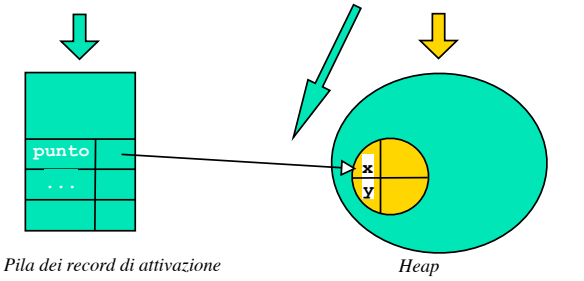
L'istruzione `new`

- Dichiarazione e istanziazione/allocazione:
  - `Coordinate punto;`
  - `punto = new Coordinate();`
- oppure, in una sola riga:
  - `Coordinate punto = new Coordinate();`
- **`new`**
  - Alloca lo spazio nello heap per una nuova istanza
  - Viene creato un nuovo oggetto (che verrà riferito dalla variabile)
  - Vi ricorda qualcosa?

Istanziazione/allocazione

Dichiarazione: `Coordinate punto;`

Istanziazione: `punto = new Coordinate();`



Pila dei record di attivazione *Heap*

La notazione puntata

- Una volta dichiarata una variabile e istanziato un TDA, si può accedere ai suoi attributi, ovvero alle variabili, usando questa sintassi:
  - ***`variabileTDA.variabileComponente`***
- (vedremo poi) I metodi dei TDA invece si invocano premettendo il nome della classe:
  - *`TDA.metodo(parametri)`*
- Esempi
  - `punto.x = 2;`
  - `punto.y = 3 + punto.x;`
  - `System.out.println(punto.y);`

Esempio 1

- Scrivere un programma che
  - crea due punti le cui coordinate sono lette da tastiera usando la classe **`Leggi`** e
  - stampa la distanza tra i due punti
  - Per calcolare la radice quadrata usate la funzione **`Math.sqrt`**


```
/* Definizione del nuovo tipo da usare */
class Coordinate {
   int x; //primo componente
   int y; //secondo componente
}

/* Definizione del programma */
class Distanza {
   public static void main(String[] args) {
       //dichiarazione e istanziazione di due punti
       Coordinate punto1 = new Coordinate();
       Coordinate punto2 = new Coordinate();

       System.out.println("Inserisci le prime due coordinate");
       //Leggi.unInt() aspetta un intero da tastiera
       //l'istruzione di assegnazione salva l'intero letto
       //nella variabile x del TDA punto1
       punto1.x = Leggi.unInt();
       //analogamente viene salvato un intero letto da
       //tastiera nella variabile y del TDA punto1
       punto1.y = Leggi.unInt();
```

```
...
    System.out.println("Inserisci le altre coordinate");
    punto2.x = Leggi.unInt();
    punto2.y = Leggi.unInt();

    //le variabili di un TDA possono essere usate anche
    //nelle espressioni
    int distanzaX = punto1.x - punto2.x;
    int distanzaY = punto1.y - punto2.y;

    double distanza = Math.sqrt(distanzaX*distanzaX +
                                distanzaY*distanzaY);
    System.out.println("I due punti inseriti distano "+
                       distanza);
    }
}
```


Esempio 2

- Scrivere un programma che legge da tastiera un'ora del giorno e la stampa

```
...
Ora x = new Ora();
//Legge un'ora del giorno
x.ore = Leggi.unInt();
x.minuti = Leggi.unInt();
x.secondi = Leggi.unInt();

System.out.println("Sono le "
                   +x.ore+":"+x.minuti+"."+x.secondi);
...
```


Esempio 2

- Con l'altra definizione della classe **`Ora`**

```
...
Ora x = new Ora();
//Legge un'ora del giorno
int ore = Leggi.unInt();
int minuti = Leggi.unInt();
int secondi = Leggi.unInt();

x.secondi = ore*3600+minuti*60+secondi;

System.out.println("Ora sono le "+(x.secondi/3600)+":"
                                 +((x.secondi%3600)/60)+"."
                                 +(x.secondi%60));
...
```


Esempio 3

- Scrivere un programma che legge da tastiera la lunghezza e il verso di una freccia e poi la stampa

```
...
FrecciaOrizzontale x =
  new FrecciaOrizzontale();
//Legge lunghezza e verso
x.lunghezza = Leggi.unInt();
x.verso = Leggi.unChar();

if (x.verso =='s')
  System.out.print("<");
for (int i=0; i<x.lunghezza; i++)
  System.out.print("-");
if (x.verso =='d')
  System.out.print(">");
System.out.println();
...
```


Esempio 3

- Oppure, con l'altra definizione della classe **`FrecciaOrizzontale`**

```
...
FrecciaOrizzontale x =
  new FrecciaOrizzontale();
//Legge lunghezza e verso
x.lunghezza = Leggi.unInt();
char verso = Leggi.unChar();
x.versoDestra = (verso == 'd');

if (!x.versoDestra)
  System.out.print("<");
for (int i=0; i<x.lunghezza; i++)
  System.out.print("-");
if (x.versoDestra)
  System.out.print(">");
System.out.println();
...
```


L'occultamento delle informazioni (1/2)

- Negli esempi precedenti non è evidente il vantaggio di usare i TDA
  - L'astrazione è ancora limitata (non c'è)
  - Per usare un TDA si fa riferimento direttamente a come è fatto (alla sua implementazione)
  - In realtà manca la "A" di TDA…
  - Mancano le operazioni del tipo
  - Più che un TDA è un **tipo strutturato** (record, struct, …)
- Negli esempi:
  - cambio definizione della classe
    => cambiare anche il codice che usa quei TDA

L'occultamento delle informazioni (2/2)

- Due aspetti:
  - Bisogna **nascondere** l'implementazione dei TDA
  - L'accesso e la modifica delle variabili interne avviene solo tramite **metodi** (le operazioni del tipo)
- In questo modo si realizza un'astrazione maggiore:
  - chi userà la classe dovrà conoscere solo l'insieme dei metodi (la sua interfaccia)
  - non "come è fatto dentro" (l'implementazione)
- Tipo di dato **astratto**: si astrae dall'implementazione (quando si usa)

Come si ottiene in Java

- 2 passi:
- 1. Visibilità, Variabili private
  - Si impedisce di accedere all'implementazione
- 2. Aggiunta operazioni, metodi
  - Si consente di lavorare comunque con i valori del TDA

1. I modificatori

- In Java si possono nascondere le variabili di una classe usando il modificatore **`private`**
- Esempio:

```
class Coordinate {
  private int x;
  private int y;
}
```


1. Variabili private

- Se una variabile è dichiarata privata, può essere riferita solo nei metodi della sua classe
  - Non è **visibile** al di fuori della classe
- Se un metodo di un'altra classe prova ad accedere ad una variabile privata, il compilatore segnala un errore
  - Ex.: Provare
- Quindi così non si riesce a farci nulla!

2. Aggiunta operazioni, metodi

- Se si nascondono le variabili di una classe, si devono aggiungere dei metodi per modificarle
  - Le operazioni del tipo

Esempio 1

```
class Coordinate {
  private int x;
  private int y;
  static void setCoordinate(Coordinate p,
                            int a, int b) {
    p.x = a;
    p.y = b;
  }
  static int primaCoordinata(Coordinate a) {
    return a.x;
  }
  static int secondaCoordinata(Coordinate a) {
    return a.y;
  }
}
```

Esempio 2

```
class Ora {
  private int ore, minuti, secondi;
  static void impostaOra(Ora x, int o, int m, int s) {
    x.ore = o;
    x.minuti = m;
    x.secondi = s;
  }
  static int getOre(Ora x) {return x.ore;}
  static int getMinuti(Ora x) {return x.minuti;}
  static int getSecondi(Ora x) {return x.secondi;}
}
```


Esempio 2: altra implementazione

```
class Ora {
  private int secondi;
  static void impostaOra(Ora x, int o, int m, int s) {
    x.secondi = o*3600+m*60+s;
  }
  static int getOre(Ora x) {return x.secondi/3600;}
  static int getMinuti(Ora x) {
    return (x.secondi%3600)/60;
  }
  static int getSecondi(Ora x) {return x.secondi%60;}
}
```


Esempio 2: vantaggi dell'occultamento/astrazione

```
...
Ora h = new Ora();
Ora.impostaOra(h,12,22,31);
System.out.println("Sono le ore "
                   +Ora.getOre(h));
...
```

- Questo codice va bene con entrambe le implementazioni!
- Stiamo astraendo dall'implementazione

Riassunto

- Riassunto programmazione strutturata
- TDA
  - Altro meccanismo di astrazione
  - Definizione (**`class`**)
  - Uso: dichiarazione e istanziazione/allocazione (**`new`**); notazione puntata
  - Tipo strutturato
  - Occultamento delle informazioni, astrazione dall'implementazione (**`private`** + metodi)
  - Parecchi esempi
- Prossima lezione
  - Fine TDA: riassunto, sistematizzazione, aggiunte e puntualizzazioni
- Poi OO

Credits