Programmazione orientata agli oggetti
Il modello di Java

Caratteristiche di Java

- Java è generalmente considerato un linguaggio orientato agli oggetti "puro", aderente quindi ai concetti esposti in precedenza
- Tuttavia il suo modello si discosta per alcuni aspetti dalla visione "classica"
- Si tratta perlopiù di estensioni: nel corso del tempo il modello OOP si è arricchito di concetti nuovi e spesso molto importanti
- C'è anche qualche compromesso legato a motivi di efficienza
- La sintassi di Java è derivata da quella del C, la più diffusa, con alcune differenze significative che evidenzieremo nell'esposizione del linguaggio

Tipi primitivi

- Nel modello classico un linguaggio ad oggetti comprende solo oggetti e classi
- In Java, principalmente per motivi di efficienza, esistono anche i tipi primitivi (o predefiniti) che hanno un ruolo simile a quello che hanno in C
- Sono cioè strutture dati slegate da qualunque comportamento
- La definizione dei tipi primitivi è però più precisa e non ci sono ambiguità:
  - Non esistono tipi la cui dimensione dipende dalla piattaforma (come int in C)
  - Interi, caratteri e booleani sono tipi ben distinti fra loro

Tipi primitivi: caratteri

- I caratteri in Java seguono lo standard UNICODE e hanno una rappresentazione su 2 byte
- La codifica UNICODE è uno standard internazionale che consente di rappresentare anche gli alfabeti non latini e i simboli di scritture non alfabetiche (cinese)
- La codifica UNICODE coincide con quella ASCII per i primi 127 caratteri e con ANSI / ASCII per primi 255 caratteri
- Le costanti char oltre che con la notazione ‘A’ possono essere rappresentate anche in forma '\u2122‘ (carattere UNICODE con il codice 2122)
- Non esiste alcuna identità fra numeri interi e caratteri: sono due tipi completamente diversi fra di loro

Tipi primitivi: interi

- Tutti i tipi interi in Java sono con segno: non esistono tipi senza segno

- byte (1 byte) -128...+127
- short (2 byte) -32768...+32767
- int (4 byte) -2.147.483.648 ...2.147.483.647
- long (8 byte) -9×10^{18} ... $+9 \times 10^{18}$

- NB: le costanti long terminano con la lettera L. Per esempio 345L

Tipi primitivi: reali

- I reali in Java si basano sullo standard IEEE-754, adottato praticamente da tutti i linguaggi di programmazione.
- Abbiamo due tipi a virgola mobile:

- float (4 byte) -10^{45} ... $+10^{38}$
  (6-7 cifre significative)

- double (8 byte) -10^{328} ... $+10^{308}$
  (14-15 cifre significative)

Tipi primitivi: booleani

- I booleani costituiscono un tipo autonomo totalmente separato dagli interi: non si convertono boolean in interi e viceversa.
- boolean (1 bit) false e true
- La conseguenza più importante è che tutte le espressioni relazionali e logiche danno come risultato un boolean, non più un int
- false non vale 0 e true non vale 1

Variabili e costanti

- In Java le variabili in Java vengono dichiarate come in C e possono essere inizializzate:

```
int n,m;
float f = 5;
boolean b = false;
```

- Anche il loro uso è lo stesso:

```
n = 4;
m = n * 3 + 5;
b = m > 6;
```

- L'unica differenza rispetto al C è che possono essere definite ovunque, non solo all'inizio di un blocco
- Esiste anche la possibilità di dichiarare delle costanti anteponendo alla dichiarazione la parola chiave final

```
final int n = 8;
final boolean b = false;
```

Ancora su Java e C

- Per quanto riguarda le strutture di controllo: if, while, for, switch, la sintassi è esattamente la stessa del C
- Anche gli operatori e le loro regole di priorità sono le stesse
- L'unica cosa da ricordare bene è che in Java non c'è identità fra booleani e interi e quindi
  - Gli operatori di relazione (< > == e !=) danno come risultato un boolean
  - Le strutture di controllo richiedono espressioni con risultati di tipo boolean
- Un'altra piccola differenza è la possibilità di usare la coppia di caratteri // per i commenti di una sola riga
- ```
  a = 5; /* commento classico in stile C */
  a = 5; // commento monoriga (arriva fino a fine riga)
  ```


Classi in Java: metodi statici

- Nel modello "classico" le classi hanno due funzioni:
  - Definire una struttura e un comportamento
  - Creare gli oggetti (istanze)
- Sono quindi delle matrici, degli "stampini", che consentono di creare istanze fatte nello stesso modo ma con identità distinte.
- Svolgono nel contempo il ruolo di tipo e di strumenti di costruzione
- In Java le classi hanno anche un'altra capacità: possono fornire servizi indipendenti dalla creazione di istanze
- E' infatti possibile definire dei metodi (individuati dalla parola chiave static) che possono essere invocati anche se non esiste alcuna istanza
  ```

Classi in Java: visibilità

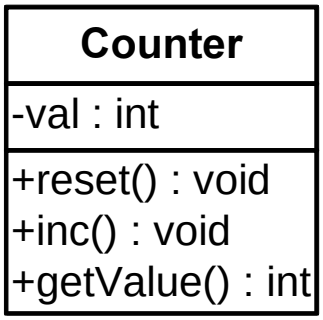
- Nel modello "classico", in virtù dell' incapsulamento abbiamo i seguenti comportamenti:
  - Tutti i campi (variabili) sono invisibili all'esterno
  - Tutti i metodi sono visibili all'esterno
- Java introduce un meccanismo molto più flessibile: è possibile stabilire il livello di visibilità di ogni metodo e di ogni variabile usando le parole chiave private e public.
- Questa estensione consente di avere due comportamenti nuovi:
  - Metodi non visibili all'esterno (privati): molto utili per nascondere dettagli implementativi e migliorare l'incapsulamento
  - Variabili visibili all'esterno (pubbliche): pericolose e da evitare perché "rompono" l'incapsulamento

Esempio di classe: Counter - Descrizione

- Proviamo a costruire una semplice classe che rappresenta un contatore monodirezionale
- Come accade sempre nella programmazione ad oggetti si parte definendo il comportamento
- La nostra classe si chiamerà Counter (per convenzione i nomi di classe sono sempre in maiuscolo) e sarà in grado di:
  - Azzerare il valore del contatore: reset()
  - Incrementare il valore: inc()
  - Restituire il valore corrente: getValue()
- A livello implementativo useremo una variabile intera (val) per memorizzare il valore corrente del contatore
- In termini OOP: la classe Counter avrà uno stato costituito dalla variabile val e un comportamento definito dai tre metodi: reset(), inc() e getValue()

Esempio di classe: Counter - Modello

- Vediamo la rappresentazione UML (modello) della nostra classe
- I caratteri + e – davanti ai metodi e ai campi indicano la visibilità:
  - - sta per private
  - + sta per public



Esempio di classe: Counter - Implementazione

```
public class Counter
{
  private int val;
  public void reset()
  { val = 0; }
  public void inc()
  { val++; }
  public int getValue()
  { return val;}
}
```

- Anche le classi hanno una visibilità, nel nostro caso public
- Il campo val è definito correttamente come privato, mentre i metodi sono pubblici
- La sintassi per la definizione dei metodi è uguale a quella del C e lo stesso vale per la dichiarazione della variabile val.
- La variabile val può essere liberamente utilizzata dai metodi della classe

Classi di sistema

- In C esiste una collezione di funzioni standard messe a disposizione dal sistema che prende il nome di libreria di sistema
- In Java, come nella maggior parte dei linguaggi ad oggetti, esiste invece una collezione di classi di sistema
- Abitualmente ci si riferisce all'insieme delle classi di sistema con il nome di framework
- Il framework di Java è molto ricco e comprende centinaia di classi che possono essere utilizzate per scrivere le proprie applicazioni
- Praticamente ogni applicazione Java fa uso di una o più classi di sistema

Programmi in Java

- Un programma Java è costituito da un insieme di classi
- Per convenzione deve esistere almeno una classe, definita come pubblica, che implementi un metodo static (cioè un metodo che può essere invocato anche in assenza di istanze) chiamato main()
- Questo metodo ha lo stesso ruolo della funzione main nei programmi C
- Il fatto che il metodo sia static consente al sistema di invocarlo alla partenza del programma, quando non esiste ancora nessuna istanza.
- Il più semplice programma Java è costituito quindi da una sola classe con le caratteristiche sopra descritte

Esempio 1: Hello world!

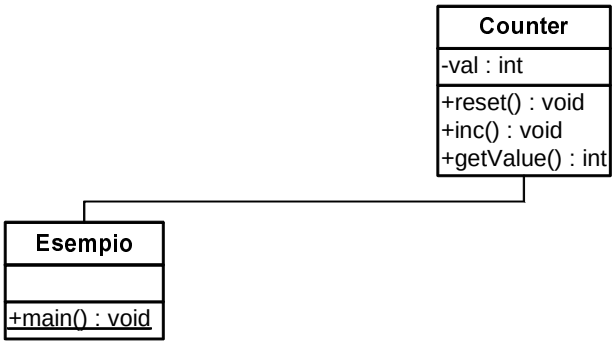
- **Scriviamo il "mitico" programma Hello World in Java**

```
public class HelloWorld
{
  public static void main(String args[])
  {
   System.out.println("Hello world!");
  }
}
```

- **Per il momento ignoriamo il parametro di main() (vedremo più avanti il suo significato)**
- **System.out.println() è un metodo messo a disposizione da una delle classi di sistema (System.out) e consente di scrivere sul video.**

Esempio 2: descrizione e modello

- **Proviamo a scrivere un'applicazione più complessa che fa uso di due classi: la classe che definisce il metodo main() e la classe Counter definita in precedenza.**
- **Nel metodo main() creeremo un'istanza di Counter e invocheremo alcuni metodi su di essa**
- **Il diagramma sottostante rappresenta la struttura dell'applicazione (la linea di collegamento ci dice che Esempio "usa" Counter)**



Esempio 2: implementazione

```
public class Counter
{
  private int val;
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public int getValue() { return val;}
}

...

public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n;
    Counter c1;
    c1 = new Counter();
    c1.inc();
    n = c1.getValue();
    System.out.println(n);
   }
 }
```


Passo 1: dichiarazione del riferimento

- Java, come tutti i linguaggi ad oggetti, consente di dichiarare variabili che hanno come tipo una classe

```
Counter c1;
```

- Queste variabili sono riferimenti ad oggetti (in qualche modo sono dei puntatori).

Attenzione!

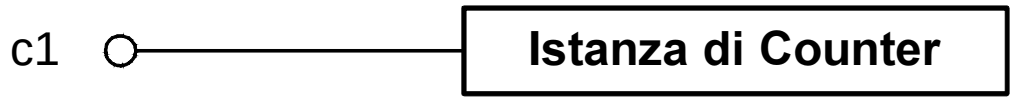
- La dichiarazione della variabile non implica la creazione dell'oggetto:
- la variabile c1 è a questo punto è solo un riferimento vuoto (un puntatore che non punta da nessuna parte)

Passo 2: creazione dell'oggetto

- Per creare l'oggetto devo utilizzare un'istruzione apposita che fa uso della parola chiave new

```
c1 = new Counter();
```

- A questo punto, e non prima, ho a disposizione un oggetto (un'istanza di Counter) e c1 è un riferimento a questa istanza



Passo 3: uso dell'oggetto

- A questo punto abbiamo un oggetto ed un riferimento a questo oggetto (la variabile c1)
- Possiamo utilizzare il riferimento per invocare i metodi pubblici dell'oggetto utilizzando la cosiddetta "notazione puntata":

```
<nome variabile>.<nome metodo>
```

- Per esempio:

```
c1.inc();
n = c1.getValue();
```

- Dal momento che c1 è di "tipo" Counter, il compilatore, basandosi sulla dichiarazione della classe Counter può determinare quali sono i metodi invocabili (quelli dichiarati come pubblici)

Passo 4: distruzione dell'oggetto

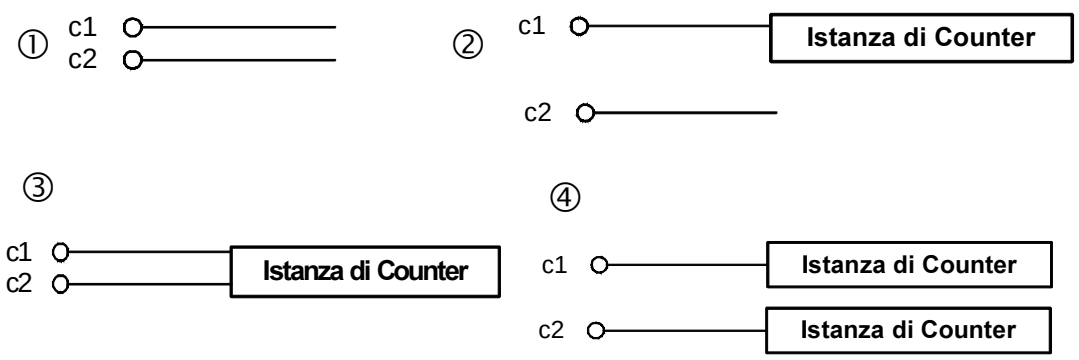
- Non occorre distruggere manualmente l'oggetto, in Java esiste un componente del sistema, chiamato garbage collector che distrugge automaticamente gli oggetti quando non servono più
- Come fa il garbage collector a capire quando un oggetto non serve più? Un oggetto non serve più quando non esistono più riferimenti ad esso
- c1 è una variabile locale del metodo main(): quando il meodo main() termina c1 non esiste più
- Quindi non esistono più riferimenti all'oggetto che abbiamo creato e il garbage collector può distruggerlo

Riferimenti e oggetti

- Consideramo questa serie di istruzioni:

```
1. Counter c1,c2;
2. c1 = new Counter();
3. c2 = c1;
4. c2 = new Counter();
```

- Ecco l'effetto su variabili e gestione della memoria:



Riferimenti e oggetti - Assegnamento

Attenzione!

- L'assegnamento c2=c1 non crea una copia dell'oggetto!
- Si hanno invece due riferimenti allo stesso oggetto!
- Questo perché le variabili che hanno come tipo una classe sono riferimenti agli oggetti: non contengono un valore ma l'indirizzo dell'oggetto
- Quindi un assegnamento copia l'indirizzo
- L'effetto è che abbiamo due variabili che contengono lo stesso indirizzo e quindi "puntano" allo stesso oggetto

Riferimenti e oggetti - Copia

- Ma allora come si fa a copiare un oggetto?
- Innanzitutto aggiungiamo alla classe un metodo che copia esplicitamente lo stato (nel nostro caso val)

```
public class Counter
{
  private int val;
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public int getValue() { return val;}
  public void copy(Counter c2) { val = c2.val;}
}
```

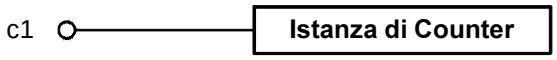
- Poi si procede così:

```
Counter c1, c2; /* Dichiariamo due variabili */
c1 = new Counter(); /* creiamo due istanze */
c2 = new Counter();
c2.copy(c1); /* copiamo lo stato di c1 in c2 */
```

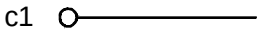
Riferimenti e oggetti – Valore null

- A differenza dei puntatori del C non è possibile fare "pasticci" con i riferimenti agli oggetti
- Con un riferimento possiamo fare solo 4 cose:
  1. **Dichiararlo:** `Counter c1, c2;`
  2. **Assegnargli un oggetto appena creato:** `c1 = new Counter();`
  3. **Assegnargli un altro riferimento:** `c2 = c1;`
  4. **Assegnargli il valore null:** `c1 = null;`
- Assegnando il valore null (è una parola chiave di Java) il puntatore non punta più da nessuna parte

`c1 = new Counter();`



`c1 = null;`

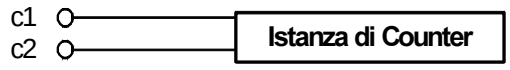


Riferimenti e oggetti – Uguaglianza fra riferimenti

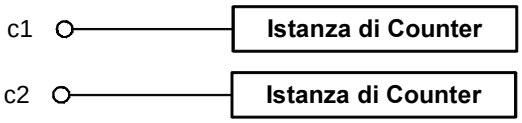
- Che significato può avere un'espressione come:

`c1 == c2`

- c1 e c2 sono due riferimenti e quindi sono uguali se l'indirizzo che contengono è uguale
- Due riferimenti sono uguali se puntano allo stesso oggetto e non se gli oggetti a cui puntano sono uguali
- Quindi:



`c1 == c2` vale **`true`**



`c1 == c2` vale **`false`**

Riferimenti e oggetti – Uguaglianza fra oggetti

- Come si fa se invece si vuole verificare se due oggetti sono uguali, cioè hanno lo stesso stato?
- Si fa come per la copia: si aggiunge a Counter il metodo equals()
- ```
  public class Counter
  {
    private int val;
    public void reset() { val = 0; }
    public void inc(){ val++; }
    public int getValue() { return val; }
    public void copy(Counter c2) { val = c2.val };
    public boolean equals(Counter c2){return val == c2.val;}
  }
  ```
- Poi si procede così:
  ```
  Counter c1, c2; boolean b1,b2;
  c1 = new Counter(); c1.inc();
  c2 = new Counter();
  b1 = c1.equals(c2); /* b1 vale false */
  c1.copy(c2);
  b2 = c1.equals(c2); /* b2 vale true */
  ```


Costruttori

- Riprendiamo in esame la creazione di un'istanza
  ```
  c1 = new Counter();
  ```
- Cosa ci fanno le parentesi dopo il nome della classe? Sembra quasi che stiamo invocando una funzione!
- In effetti è proprio così: ogni classe in Java ha almeno un metodo costruttore, che ha lo stesso nome della classe
- Il compito del costruttore è quello inizializzare la nuova istanza: assegnare un valore iniziale alle variabili, creare altri oggetti ecc.
- Quando usiamo l'operatore new, il sistema crea una nuova istanza e invoca su di essa il costruttore
- Un costruttore è un metodo che viene chiamato automaticamente dal sistema ogni volta che si crea un nuovo oggetto
  ```

Caratteristiche dei costruttori in Java

- Un costruttore ha lo stesso nome della classe
- Non ha tipo di ritorno, nemmeno void
- Ha una visibilità, comunemente public
- Vediamo la definizione del classe Counter con la definizione del costruttore:

```
public class Counter
{
  private int val;
  public Counter() { val = 0; }
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public int getValue() { return val;}
}
```


Costruttori multipli - 1

- Java ammette l'esistenza di più costruttori che hanno lo stesso nome (quello della classe) ma si differenziano per il numero e il tipo dei parametri
- I costruttori con i parametri permettono di inizializzare un'istanza con valori passati dall'esterno

```
public class Counter
{
  private int val;
  public Counter() { val = 0; }
  public Counter(int n) { val = n; }
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public int getValue() { return val;}
}
```

- In questo caso abbiamo la possibilità di creare un contatore con un valore iniziale prefissato

Costruttori multipli - 2

- Vediamo come si può operare in presenza di più di un costruttore:

```
Counter c1, c2;
c1 = new Counter();
c2 = new Counter(5);
```

- Nel primo caso viene invocato il costruttore senza parametri: il valore del contatore viene inizializzato con il valore 0
- Nel secondo caso viene invocato il costruttore che prevede un parametro e il valore iniziale del contatore è quindi 5
- Il costruttore privo di parametri viene chiamato costruttore di default
- Ogni classe ha un costruttore di default: se non viene definito esplicitamente il sistema ne crea automaticamente uno vuoto

Overloading - 1

- Nel caso dei costruttori abbiamo visto che Java consente di avere due metodi con lo stesso nome ma con un numero parametri diverso o con tipi diversi
- Questa caratteristica non è limitata ai costruttori ma è comune a tutti i metodi e si chiama overloading (sovraccarico)
- Due metodi con lo stesso nome ma parametri diversi di dicono overloaded
- Attenzione: non è sufficiente che sia diverso il valore di ritorno, deve essere diverso almeno uno dei parametri

Overloading - 2

- Riprendiamo la nostra classe Counter e definiamo una seconda versione del metodo inc():

```
public class Counter
{
  private int val;
  public Counter() { val = 0; }
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public void inc(int n){ val = val + n; }
  public int getValue() { return val;}
}
```

- Vediamo un esempio di uso:

```
Counter c1;
c1 = new Counter();
c1.inc();  /* Viene invocata la prima versione */
c2.inc(3); /* Viene invocata la seconda versione */
```


Passaggio dei parametri - 1

- Come il C, Java passa i parametri per valore: all'interno di un metodo si lavora su una copia
- Finché parliamo di tipi primitivi non ci sono particolarità da notare
- Per quanto riguarda invece i riferimenti agli oggetti la cosa richiede un po' di attenzione:
  - Passando un riferimento come parametro questo viene ricopiato
  - Ma la copia punta all'oggetto originale!
- In poche parole: passare per valore un riferimento significa passare per riferimento l'oggetto puntato!

Passaggio dei parametri - 2

- Quindi:
  - Un parametro di tipo primitivo viene copiato, e la funzione riceve la copia
  - Un riferimento viene copiato, la funzione riceve la copia, ma con ciò accede all'oggetto originale!
- Ovvero:
  - I tipi primitivi vengono passati sempre per valore
  - Gli oggetti vengono passati sempre per riferimento