Programmazione orientata agli oggetti
Il modello di Java

Caratteristiche di Java

- La sintassi di Java è derivata da quella del C, la più diffusa, con alcune differenze significative che evidenzieremo nell'esposizione del linguaggio
- Java è generalmente considerato un linguaggio orientato agli oggetti "puro", aderente quindi ai concetti della OOP "classica" in cui tutto è un oggetto
- Tuttavia il suo modello si discosta per alcuni aspetti dalla visione "classica"
- Si tratta per lo più 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

Modello OOP “classico”: Il concetto di oggetto

Un oggetto è un’entità dotata di stato e di comportamento

- In pratica un oggetto aggrega in un'entità unica e indivisibile una struttura dati (stato) e l’insieme di operazioni che possono essere svolte su di essa (comportamento)
- E’ quindi un insieme di variabili e di procedure: le variabili vengono comunemente chiamate attributi dell’oggetto
- Le procedure vengono comunemente chiamate metodi
- Sparisce il dualismo di fondo del modello procedurale (dati e operazioni sui dati, non sono separati, ma aggregati)

Modello OOP “classico”: Classi e oggetti

- Abbiamo bisogno di un meccanismo che ci consenta di:
  - **Definire una struttura e un comportamento**
  - **Creare un numero qualunque di oggetti con identica struttura e comportamento, ma con identità diversa**
- Nella programmazione procedurale abbiamo il concetto di tipo: una volta definito un tipo possiamo dichiarare più variabili identiche fra di loro
- Serve anche un meccanismo di creazione, che allochi lo spazio per lo stato di ogni oggetto (in modo simile alle variabili dinamiche del C …)
- Nell’OOP questi due ruoli vengono svolti da un’entità chiamata classe

Esempio 2 – Abstract Data Type: Counter

```
public class Counter
{
  private int val;

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

- Contenuta nel file sorgente Counter.java
- Template (puro descrittore, tipo)

Esempio 1 - modulo contatore (astrazioni di dato)

```
public class Contatore
   {
    private static int val;

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

- Contenuta nel file sorgente Contatore.java
- Ha propri dati (attributi) e proprie operazioni (metodi)

Classi in Java

Una classe Java è una entità sintatticamente simile alle struct

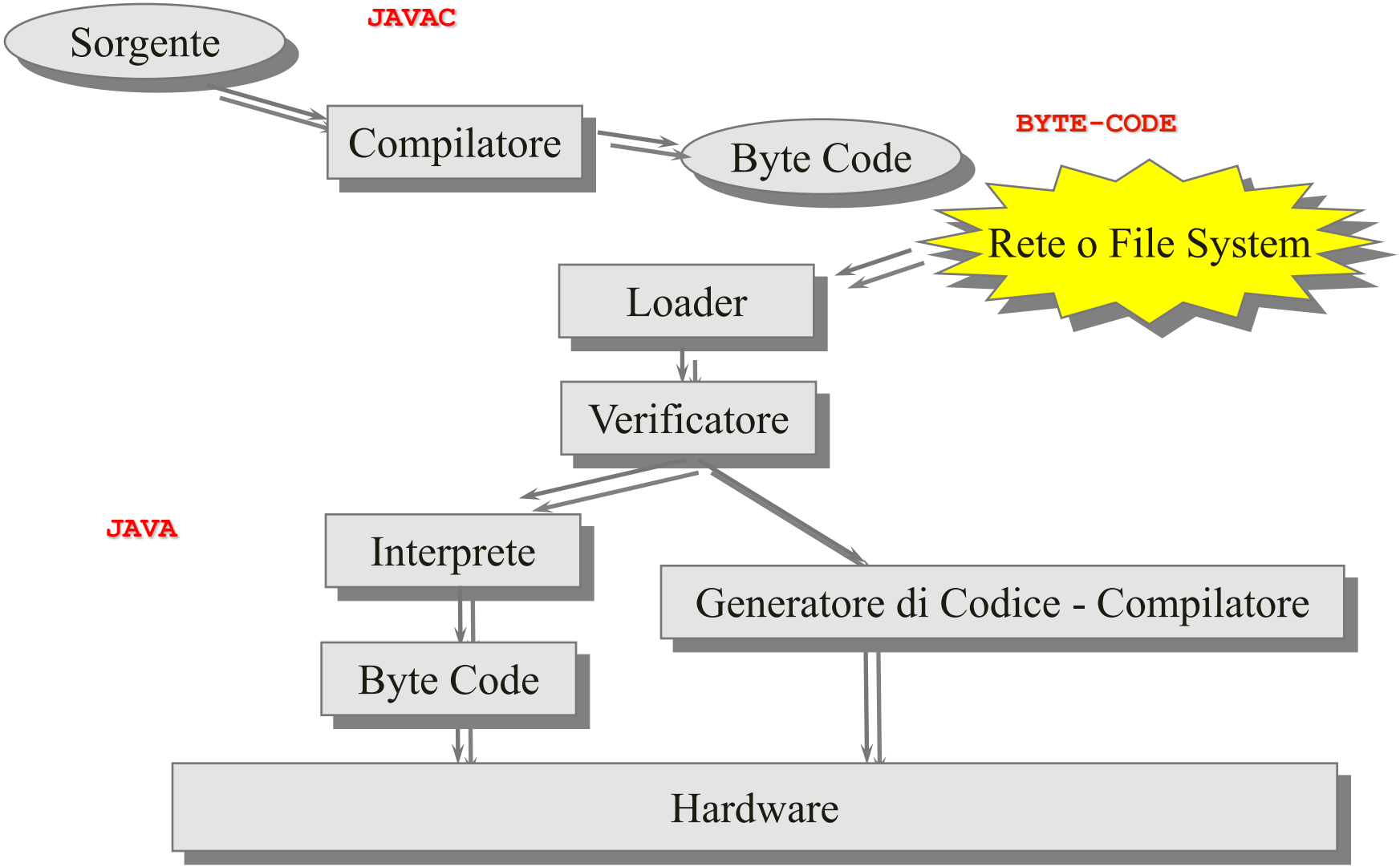
- però, descrive non solo i dati...
- .. ma anche le funzioni che operano su quei dati
- e ne specifica il livello di protezione
  - **pubblico: visibile anche dall'esterno**
  - **privato: visibile solo entro la classe**
  - **...**

Programma Java

- Un programma Java è un insieme di classi
  - **non esistono funzioni definite (come in C) a livello esterno, né variabili globali esterne**
  - **anche il main è un metodo definito dentro a una classe**

- Esiste una corrispondenza tra nomi delle classi (pubbliche) e file sorgente
- Esiste una corrispondenza tra nomi delle classi e file compilato

Approccio Java alla compilazione – byte code



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 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

Una classe Java è una entità sintatticamente simile alle struct

- però, descrive non solo i dati...
- .. ma anche le funzioni che operano su quei dati
- e ne specifica il livello di protezione
  - **pubblico: visibile anche dall'esterno**
  - **privato: visibile solo entro la classe**
  - **...**

Abbiamo già visto che ...

- Una classe Java può realizzare:
  - Un Abstract Data Type (ADT), cioè uno "stampo" per la creazione di istanze (oggetti), con la parte non statica
  - Un componente software (modulo o astrazione di dato, che in quanto tale può possedere propri dati e operazioni), con la sua parte statica

Incapsulamento e astrazione

- Nel modello OOP, lo stato di un oggetto:
  - Non è solitamente accessibile all'esterno
  - Può essere visto e manipolato solo attraverso i metodi
- Quindi: lo stato di un oggetto è protetto

  → Il modello ad oggetti supporta in modo naturale l'incapsulamento
- Dal momento che dall'esterno possiamo vedere solo i metodi c'è una separazione netta tra cosa l'oggetto è in grado di fare e come lo fa
- Abbiamo quindi una separazione netta fra interfaccia e implementazione

  → Il modello ad oggetti supporta in modo naturale l'astrazione

Modello OOP classico: 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

Classi in Java: visibilità

- 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 "spezzano" l'incapsulamento

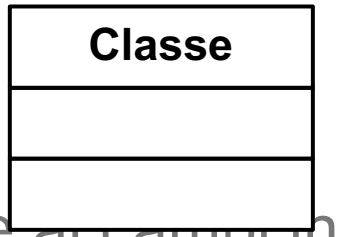
Notazione grafica UML

- UML (*Unified Modeling Language*, "linguaggio di modellazione unificato") è un linguaggio di modellazione e specifica basato sul paradigna object-oriented
- Nucleo del linguaggio definito nel 1996 da Grady Booch, Jim Rumbaugh e Ivar Jacobson sotto l'egida dello OMG, che tuttora gestisce lo standard di UML

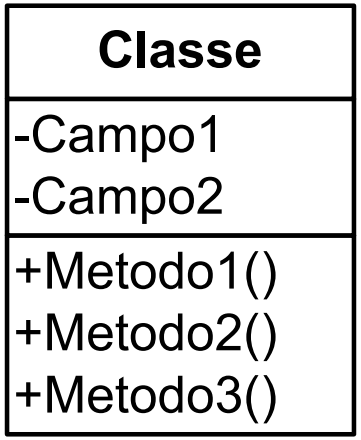
- Standard industriale unificato
- Gran parte della letteratura OOP usa UML per descrivere soluzioni analitiche e progettuali in modo sintetico e comprensibile

UML: Diagramma delle classi

- In UML le classi vengono rappresentate con un rettangolo
- Nella forma sintetica compare solo il nome della classe mentre nella forma estesa vengono indicati anche i campi e i metodi



- I caratteri + e – davanti ai metodi e ai campi indicano la visibilità:
  - - sta per private
  - + sta per public



Modello OOP classico

- 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

Classi in Java: metodi statici

- 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

- Esempio modulo Contatore

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 fa sì che esso sia un metodo di classe e consente al sistema di invocarlo alla partenza del programma, quando non esiste alcuna istanza di alcuna classe.

main()

- Il main in Java è un metodo statico e pubblico (di una classe pubblica) con la seguente interfaccia obbligatoria:

```
public static void main(String args[]){
   ......
}
```

- Deve essere dichiarato public, static
- Non può avere valore restituito (è void)
- Deve sempre prevedere gli argomenti dalla linea di comando, anche se non vengono usati, sotto forma di array di String (il primo non è il nome del programma)
- Il più semplice programma Java è costituito quindi da una sola classe, pubblica, che ha solo il metodo main

Esempio 0 - Hello world!

- Vediamo un primo programma, il più semplice, che scrive "Hello World" in Java

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

- System.out.println() è un metodo messo a disposizione da una delle classi di sistema (System.out) e consente di scrivere sul video

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

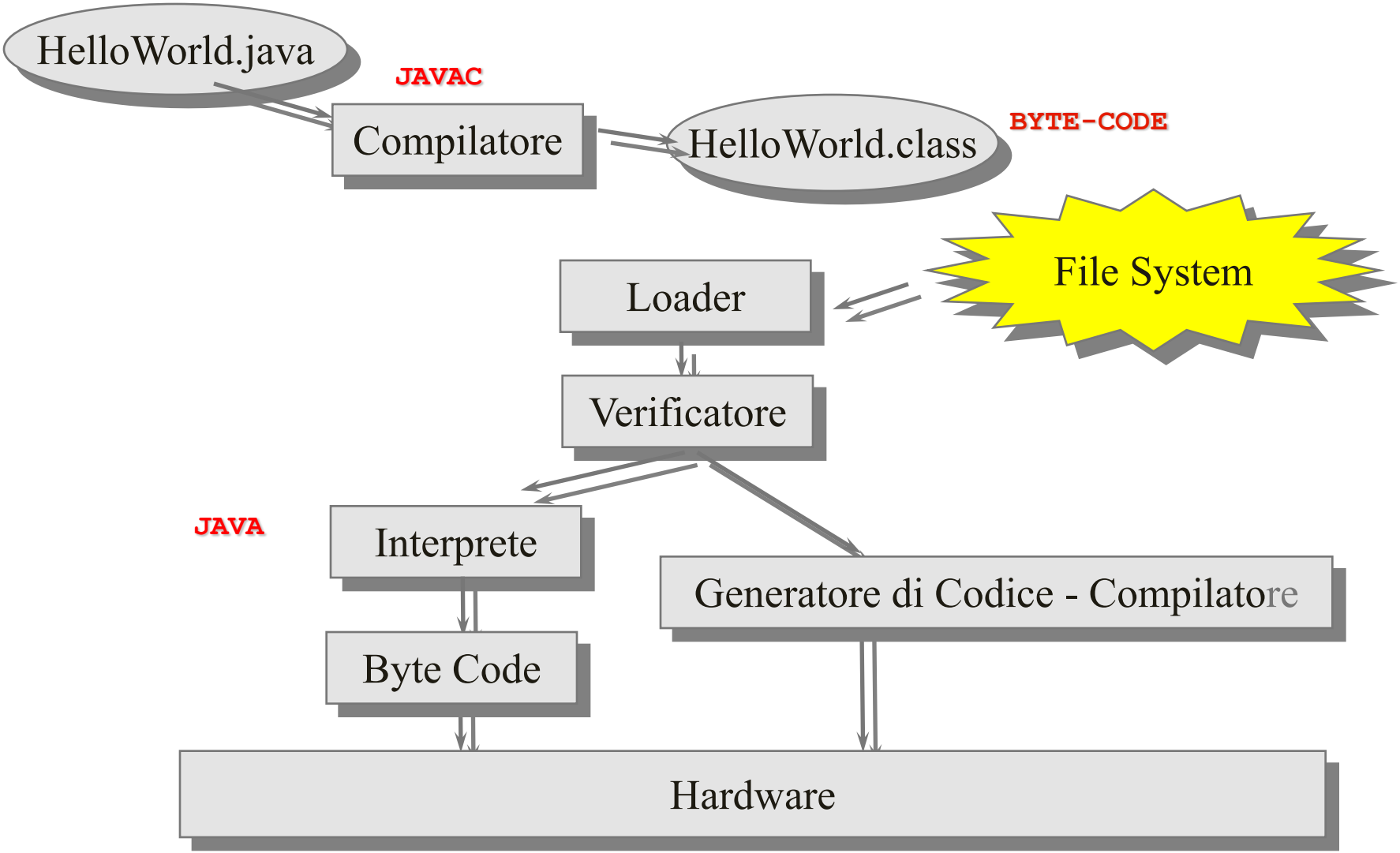
Classi e nomi

- In Java esiste una ben precisa corrispon-denza fra
  - **nome di una classe pubblica**
  - **nome del file in cui è definita**
- Una classe pubblica deve essere definita in un file con lo stesso nome della classe ed estensione .java
- Esempio:
  classe HelloWorld → file HelloWorld.java
  In compilazione:
  file HelloWorld.java → file HelloWorld.class

Compilazione – esecuzione

- il formato dei file .class (“bytecode”) non è direttamente eseguibile: è un formato portabile, inter-piattaforma
- per eseguirlo occorre un interprete Java
  - **è l’unico strato dipendente dalla piattaforma**
- in questo modo si ottiene vera portabilità: un file .class compilato su una piattaforma può essere eseguito (via interpretazione) su qualunque altra
- Si perde un po’ in efficienza, ma si guadagna in portabilità

Compilazione – esecuzione



Compilazione – esecuzione

Usando il JDK della Sun:

- Compilazione:

  javac HelloWorld.java

  (produce HelloWorld.class)
- Esecuzione (interpretazione):

  java HelloWorld.class

- Non esiste una fase di link esplicita, Java adotta il collegamento dinamico, sfruttando la corrispondenza tra nome della classe e nome del componente compilato in bytecode

Classi in Java

- Una classe Java può realizzare:
  - Un Abstract Data Type (ADT), cioè uno "stampo" per la creazione di istanze (oggetti), con la parte non statica
  - Un componente software (modulo o astrazione di dato, che in quanto tale può possedere propri dati e operazioni), con la sua parte statica

Esempio 1 - modulo (astrazioni di dato)

- Una classe che ha solo la parte statica, è un modulo, può definire una astrazione di dato ed è simile a una struct ... (una sola risorsa incapsulata, non è possibile creare istanze della classe)
- Costruiamo un modulo contatore (una sola risorsa, incapsulata e metodi di classe, statici)
- Vedremo poi che una classe che ha solo la parte non statica, come la classe Counter precedente, è simile a una typedef struct . . . e definsce un ADT

Esempio 1 - modulo contatore (astrazioni di dato)

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

- Contenuta nel file sorgente Contatore.java

Esempio 1 - Modulo Contatore

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

```
public class Esempio4
{
   public static void main(String[] args)
   {
     int n;
     Contatore.reset();
     Contatore.inc();
     n = Contatore.getValue();
     System.out.println(n);
   }
 }
```

Esempio 1 - Modulo Contatore

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

```
public class Esempio4
{
   public static void main(String[] args)
   {
     int n;
     Contatore.reset();
     Contatore.inc();
     n = Contatore.getValue();
     System.out.println(Contatore.val);  //errore!
   }
 }
```

Esempio 1

- Possiamo utilizzare il nome della classe statica per invocare i metodi pubblici utilizzando la cosiddetta “notazione puntata”:

```
nome_classe_statica.nome_metodo
```

- Non abbiamo accesso alla parte privata

Compilazione – esecuzione Esempio 1

Usando il JDK della Sun:

- Compilazione:

  javac Contatore.java Esempio4.java

  (produce Esempio4.class e Contatore.class)
- Esecuzione:

  java Esempio4.class

Esempio 1 - Modulo Contatore 1 solo file

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



public class Esempio5
{
   public static void main(String[] args)
   {
     int n;
     Contatore.reset();
     Contatore.inc();
     n = Contatore.getValue();
     System.out.println(n);     }
 }
```

Compilazione – esecuzione Esempio 1

Usando il JDK della Sun:

- Compilazione:

  javac Esempio5.java

  (produce Esempio5.class e Contatore.class)

- Esecuzione:

  java Esempio5.class

Classi in Java

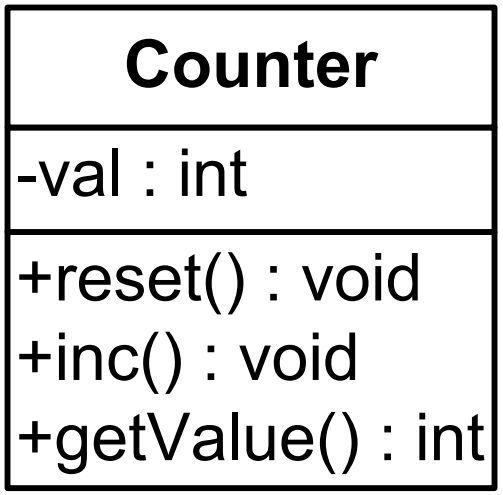
- Una classe Java può realizzare:
  - Un Abstract Data Type (ADT), cioè uno "stampo" per la creazione di istanze (oggetti), con la parte non statica
  - Un componente software (modulo o astrazione di dato, che in quanto tale può possedere propri dati e operazioni), con la sua parte statica

Esempio ADT: Counter - definizione

- Costruiamo una semplice classe che rappresenta un contatore monodirezionale (ADT)
- 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 definisce uno stato costituito dalla variabile val e un comportamento definito dai tre metodi: reset(), inc() e getValue()

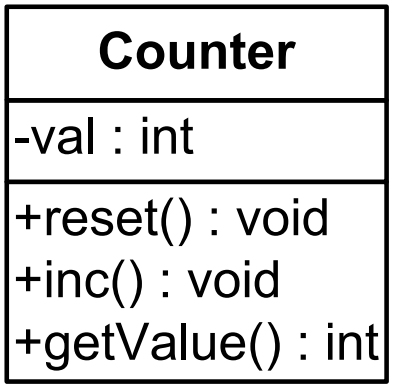
Esempio ADT: Counter - Modello

- 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 ADT: Counter - Implementazione

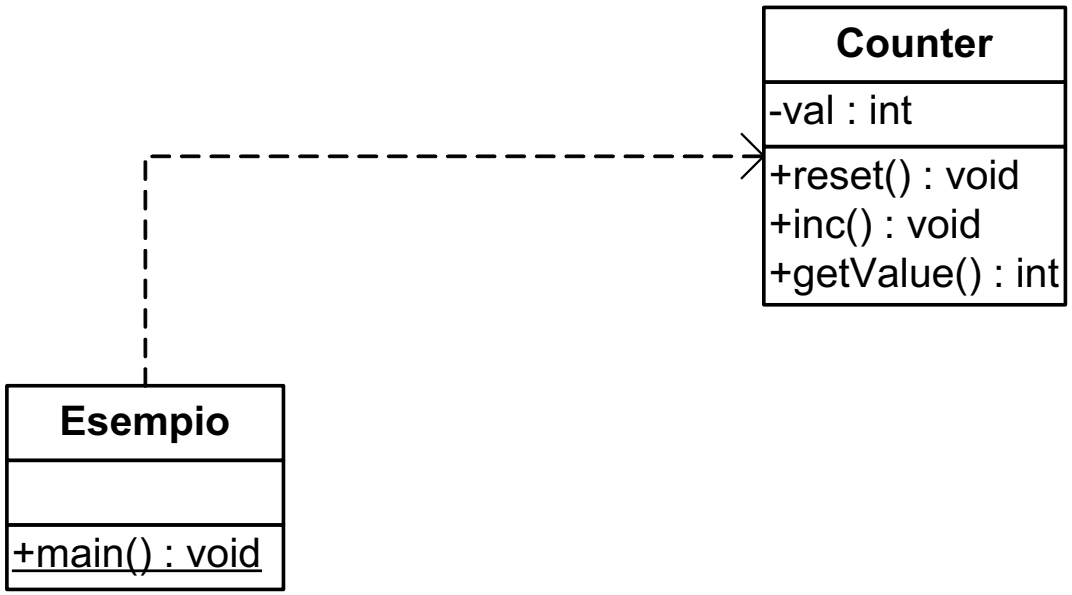
```
public class Counter
{
  private int val;
  public void reset()
            { val = 0; }
  public void inc()
            { val++; }
  public int getValue()
            { return val;}
}
```



- Anche le classi hanno una visibilità, nel nostro caso public (deve essere definita nel file sorgente Counter.java)
- 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, e solo da questi

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 delle classi sottostante rappresenta la struttura dell'applicazione (la linea di collegamento nel diagramma delle classi UML 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.reset(); c1.inc();
     n = c1.getValue();
     System.out.println(n);
   }
 }
```

Passo 1: dichiarazione del riferimento

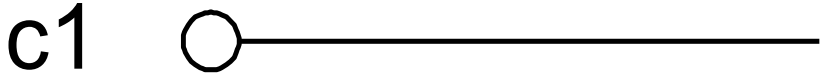
- Java, come tutti i linguaggi ad oggetti, consente di dichiarare variabili che hanno come tipo una classe

```
Counter c1;
```

- In Java, 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)

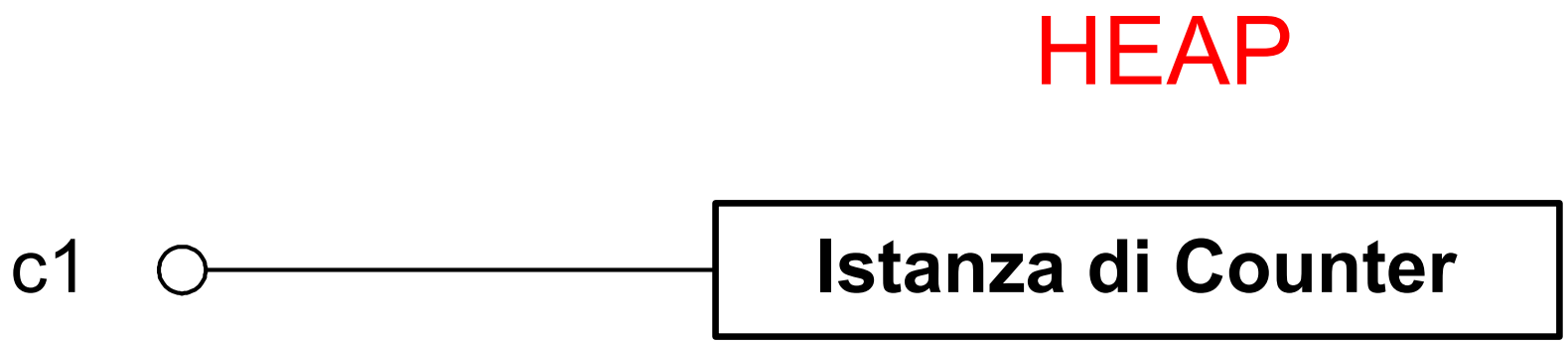


Passo 2: creazione dell'oggetto

- 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'area di memoria per l'oggetto (un'istanza di Counter)
- Il nome c1 è un riferimento a questa area
- L'oggetto è di fatto una variabile dinamica, allocata nel' HEAP



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>
```

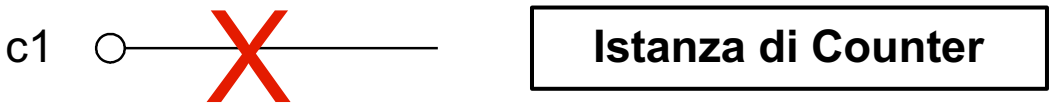
- Per esempio:

```
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)
- Notazione semplificata, dereferencing implicito

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 metodo main() termina c1 non esiste più
- Quindi non esistono più riferimenti all'oggetto che abbiamo creato e il garbage collector può distruggerlo



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);
   }
 }
```

Compilazione – esecuzione Esempio 2

Usando il JDK della Sun:

- Compilazione:

  javac Counter.java Esempio.java

  (produce Esempio.class e Counter.class)
- Esecuzione:

  java Esempio.class

Esempio 2: in un solo file (una sola classe pubblica)

```
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);
   }
 }
```

Compilazione – esecuzione Esempio 2 bis

Usando il JDK della Sun:

- Compilazione:

  javac Esempio.java

  (produce comunque Esempio.class e Counter.class)
- Esecuzione:

  java Esempio.class

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.reset(); c1.inc();  // c1.val=100; ERRORE
     n = c1.getValue();
     System.out.println(n);
   }
 }
```

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 restituito, nemmeno void
- Ha una visibilità, comunemente public
- Lo possiamo definire da programma ... Ad esempio, la classe Counter con la definizione del costruttore:

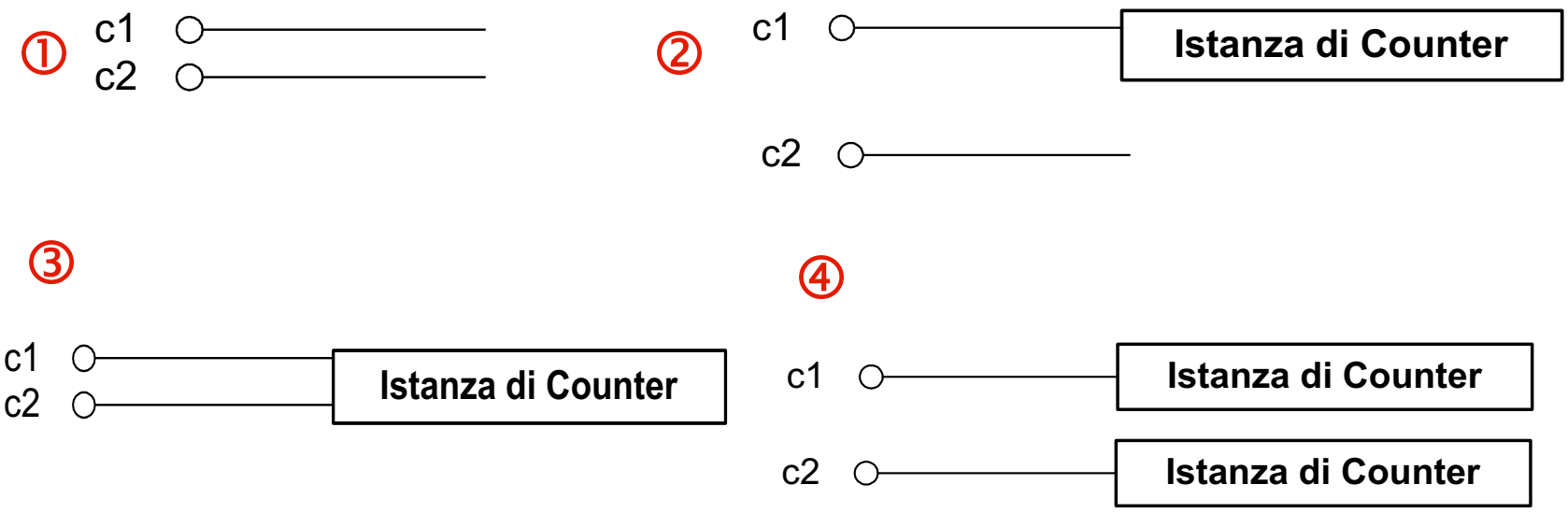
```
public class Counter
{
  private int val;
  public Counter() { val = 0; }
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public int getValue() { return val;}
}
```

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:



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 x) {val = x.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 - 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)

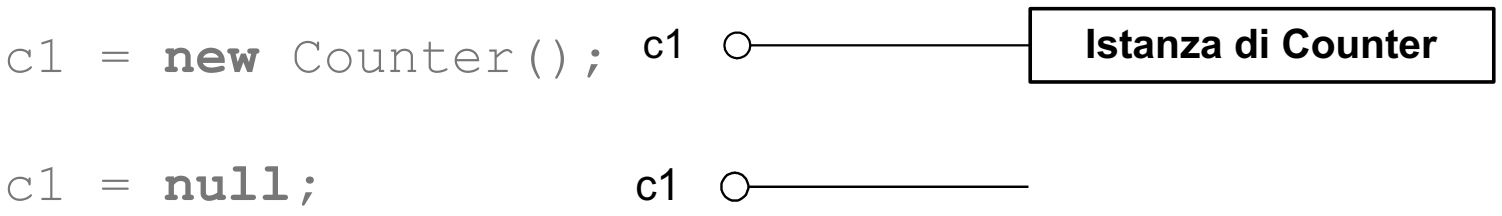
```
public class Counter
{
  private int val;
  public void reset() { val = 0; }
  public void inc(){ val++; }
  public int getValue() { return val;}
  public void copy(Counter x) {this.val = x.val;}
}
```

- 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



Riferimenti e oggetti – Uguaglianza fra riferimenti

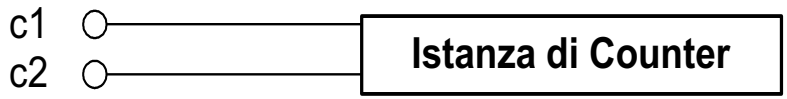
- Che significato può avere un'espressione come:

```
c1 == c2
```

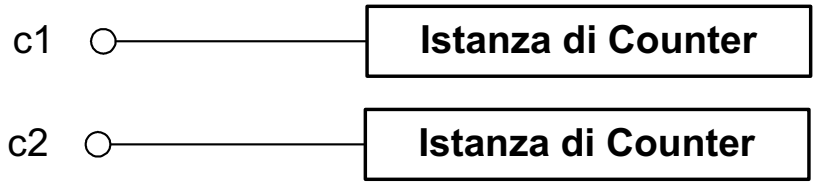
- c1 e c2 sono due riferimenti e quindi sono uguali se l'indirizzo che contengono è uguale

💣 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 x) { val = x.val };
    public boolean equals(Counter x){return val == x.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 */
```
```

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 x) { val = x.val };
    public boolean equals(Counter x){return this.val==x.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 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

Esempio 2: più costruttori

```
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;}
}
```

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n; Counter c1, c2;
    c1 = new Counter();
    c2 = new Counter(5);
    c1.inc();
    n = c1.getValue() + c2.getValue();
    System.out.println(n);
   }
 }
```

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 restituito, 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 */
c1.inc(3); /* Viene invocata la seconda versione */
```

Esempio 2: più costruttori e più versioni di incremento

```
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 void inc(int n){ val=val+n; }
  public int getValue() { return val;}
}
```

```
public class Esempio
{
   public static void main(String[] args)
   {
    int n; Counter c1, c2;
    c1 = new Counter();
    c2 = new Counter(5);
    c1.inc(); c2.inc(6);
    n = c1.getValue() + c2.getValue();
    System.out.println(n);
   }
}
```

Passaggio dei parametri - 1

- 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 (sono scalari, come in C sono passati per valore!)
- 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, cioè l'indirizzo di un oggetto, e con ciò accede all'oggetto originale!

- Ovvero, in Java:
  - I tipi primitivi vengono passati sempre per valore
  - Gli oggetti vengono passati sempre per riferimento