IL LINGUAGGIO JAVA

- **È un linguaggio *totalmente a oggetti:* tranne i tipi primitivi di base (`int`, `float`, ...), *esistono solo classi e oggetti***
- **È fortemente ispirato al C++, ma riprogettato *senza il requisito della piena compatibilità col C* (a cui però assomiglia…)**
- **Un programma è un insieme *di classi***
  - **non esistono funzioni definite (come in C) a livello esterno, né variabili globali esterne**
  - ***anche il main è definito dentro a una classe!***

LINGUAGGIO O ARCHITETTURA?

A differenza del C++, Java viene fornito con una notevole gerarchia di classi standard già pronte, che coprono quasi ogni esigenza

È un'architettura già pronta per l'uso

- ***Architettura indipendente dalla piattaforma***
- ***Package grafici (AWT e Swing)***
- ***Programmazione a eventi (molto evoluta!)***
- ***Supporto di rete: URL, Socket, …***
- ***Supporto per il multi-threading***
- ***Interfacciamento con database (JDBC)***
- ***Supporto per la sicurezza (cifratura)***

JAVA: L'INIZIO

- **Nasce per applicazioni "embedded"**
- **Si diffonde attraverso il concetto di *applet* come piccola (?) applicazione da eseguirsi dentro un browser Internet**
  - ***grafica portabile ed eseguibile ovunque***
  - ***modello di sicurezza "sandbox"***
- **Ma può benissimo essere usato come linguaggio per costruire applicazioni**
  - ***anche non per Internet***
  - ***anche non grafiche***

JAVA: L'EVOLUZIONE

Oggi, molto orientato al *network computing*

- **interazione con *oggetti remoti (RMI)***
- **interazione con i *data base (JDBC)***
- **interoperabilità con *CORBA***
- ***servlet* come schema flessibile per estendere un server Web** *("oltre le CGI")*

… e inoltre...

JAVA: NON SOLO RETE

...

- **applicazioni embedded *(JavaCard API)***
- **ispirazione per sistemi operativi *(JavaOS)***
- **component technology *(JavaBeans)***
- **…**

e molto altro.

JAVA: “LA SOLUZIONE” ?

- La tecnologia Java non è certo l’unica disponibile
- Non è detto che sia sempre la più adatta
- Però, permette di ottenere una soluzione *omogenea e uniforme* per lo sviluppo di *tutti gli aspetti* di un’applicazione.

IL CONCETTO DI CLASSE

Una *CLASSE* riunisce le proprietà di:

- ***componente software:*** **può essere dotata di suoi propri *dati / operazioni***
- ***moduli:*** **riunisce dati e relative operazioni, fornendo idonei *meccanismi di protezione***
- ***tipi di dato astratto:*** **può fungere da "stampo" per *creare nuovi oggetti***

CLASSI IN JAVA

Una *classe Java* è una entità *sintatticamente simile alle* `struct` del C...

- **però, contiene *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**
  - **...**

CLASSI IN JAVA

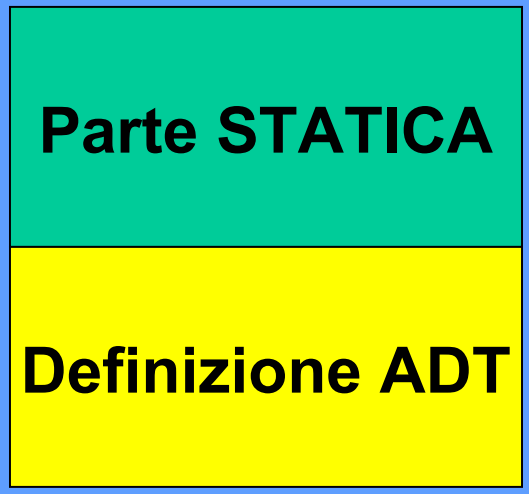
Una *classe Java* è una entità dotata di una *"doppia natura":*

- **è un *componente software,*** che in quanto tale può possedere propri *dati* e *operazioni,* opportunamente **protetti**
- **ma contiene anche la definizione di un *tipo di dato astratto,* cioè uno "stampo" per *creare nuovi oggetti,*** anch'essi dotati di idonei **meccanismi di protezione.**

CLASSI IN JAVA

- **La parte della classe che realizza il concetto di *componente software* si chiama *parte statica***
  - contiene i dati e le funzioni che sono propri della classe in quanto componente software autonomo
- **L'altra parte della classe, che contiene la definizione di un *tipo di dato astratto (ADT) ("stampo per oggetti"),* è la *parte non-statica***
  - contiene i dati e le funzioni che saranno propri degli oggetti che verranno creati *successivamente* sulla base di questo "stampo".

IL CONCETTO DI CLASSE



Una classe è un *componente software:* può avere propri *dati* (STATICI) e proprie *operazioni (STATICHE)*

Una classe contiene però anche la *definizione di un ADT,* usabile come *"stampo"* per creare poi *nuovi oggetti (parte NON statica)*

Spesso una classe ha una sola delle due parti.

IL CONCETTO DI CLASSE

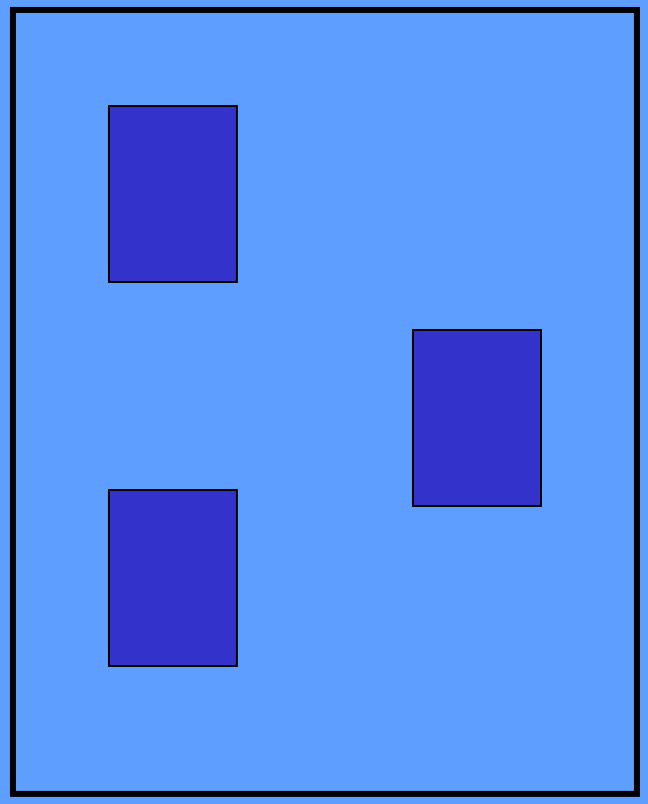
- **Se c'è solo la parte STATICA:**
  - la classe opera solo come **componente software**
  - **contiene dati e funzioni, *come un modulo***
  - con in più la possibilità di definire l'appropriato *livello di protezione*
  - caso tipico: *librerie di funzioni*

- **Se c'è solo la parte NON STATICA:**
  - la classe **definisce semplicemente un ADT**
  - **specifica la struttura interna di un tipo di dato, *come una typedef applicata a una struct***
  - con in più la possibilità di specificare dentro la struct *anche le funzioni* che operano su tali dati.

PROGRAMMI IN JAVA

Un programma Java è *un insieme di classi e oggetti*

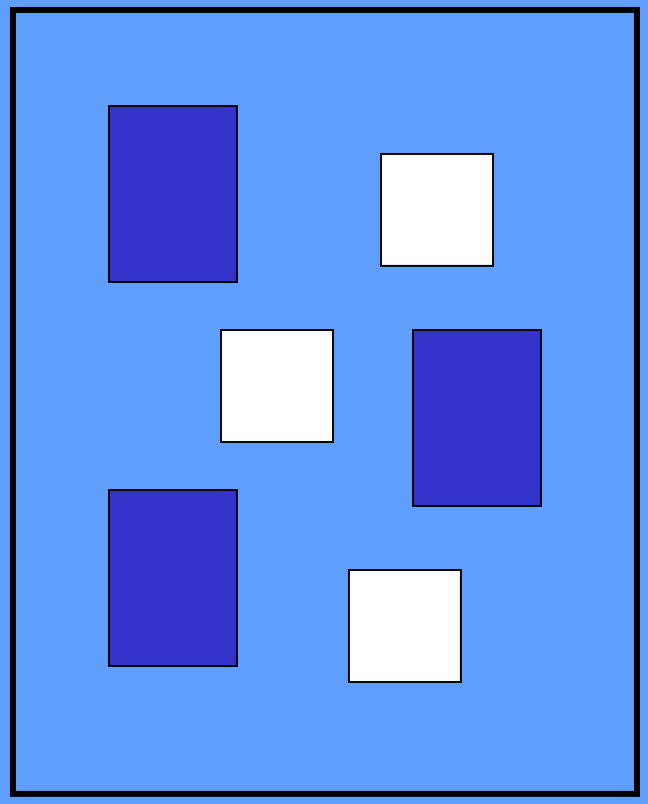
- **Le classi sono componenti *statici*, che *esistono già* all'inizio del programma.**



PROGRAMMI IN JAVA

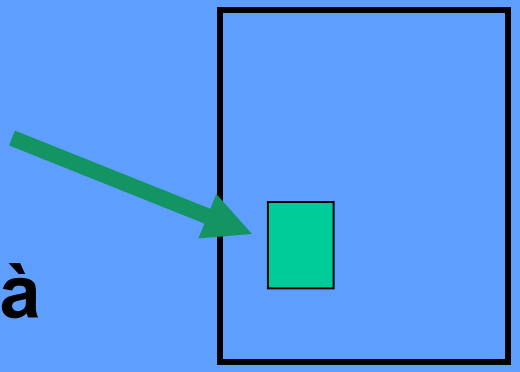
Un programma Java è *un insieme di classi e oggetti*

- **Le classi sono componenti *statici*, che *esisto-no già* all'inizio del programma.**
- **Gli oggetti sono invece componenti *dinamici,* che *vengono creati al momento del bisogno,*** durante l'esecuzione.



IL PIÙ SEMPLICE PROGRAMMA

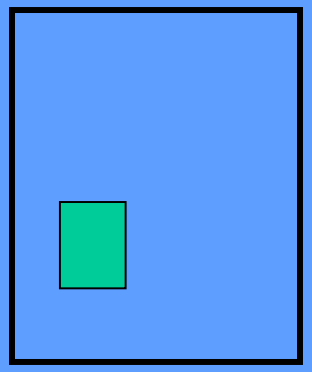
- **Il più semplice programma Java è dunque costituito da *una singola classe* operante come *singolo componente software.***
- **Essa avrà quindi la sola parte statica.**
- **Come minimo, tale parte dovrà definire *una singola funzione (statica):* *il* `main`**



IL MAIN IN JAVA

Il main in Java è una funzione *pubblica* con la seguente *signature obbligatoria*:

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



- Deve essere dichiarato **public**, **static**, **void**
- Non può avere valore di ritorno (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)*

PROGRAMMI IN JAVA

Prima differenza rispetto al C:

- **il `main` deve sempre dichiarare l'array di stringhe `args`, *anche se non lo usa*** (ovviamente può anche non chiamarlo **`args`**...)
- **il `main` non è più una funzione a sé stante: *è definito dentro a una classe pubblica*, ed è a sua volta pubblico**
- **In effetti, in Java *non esiste nulla* che non sia definito dentro a una qualche classe.**

CLASSI IN JAVA

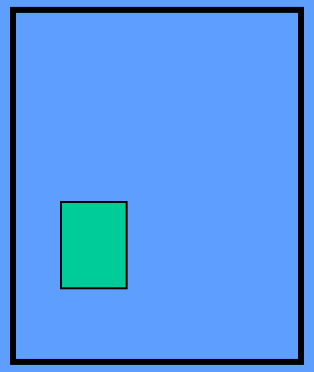
Convenzioni:

- **il nome di una classe ha sempre *l'iniziale maiuscola* (es. `Esempio`)**
  - **se il nome è composto di più parole concatenate, ognuna ha l'iniziale maiuscola (es. `DispositivoCheConta`)**
  - **non si usano trattini di sottolineatura**
- **i nomi dei singoli campi (dati e funzioni) iniziano invece per *minuscola***

ESEMPIO BASE

Un programma costituito da una singola classe `EsempioBase` che definisce il `main`

La classe che contiene il main dev'essere ***pubblica***



```
public class EsempioBase {
  public static void main(
  String args[]) {
    int x = 3, y = 4;
    int z = x + y;
  }
}
```

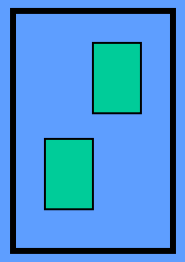
ESEMPIO 0

Un programma costituito da due classi:

- **la nostra `Esempio0`, che definisce il `main`**
- **la classe di sistema `System`**

```
public class Esempio0 {
  public static void main(
  String args[]) {
   System.out.println("Hello!");
  }
}
```

Stampa a video la classica frase di benvenuto



ESEMPIO 0

Stile a "*invio di messaggi*":

- **non più chiamate di funzioni *con parametri* che rappresentano i dati su cui operare**
  (ma che siano quelli lo sa solo l'utente…)...
- **..ma componenti su cui vengono invocate *operazioni a essi pertinenti***

Notazione puntata:

```
System.out.println("Hello!");
```

Il messaggio `println("Hello!")` è inviato all'oggetto `out` che è un membro (statico) della classe predefinita `System`

CLASSI E FILE

- **In Java esiste una *ben precisa corrispon-denza* fra**
  - ***nome di una classe pubblica***
  - ***nome del file* *in cui essa dev'essere definita***
- **Una classe *pubblica* deve essere definita in un file *con lo stesso nome della classe* ed estensione `.java`**
- **Esempi**
  classe `EsempioBase` → file `EsempioBase.java`
  classe `Esempio0` → file `Esempio0.java`

CLASSI E FILE

- In Java esiste una *ben precisa corrispondenza* fra
  - *nome di una classe pubblica*
  - *r* *nita*
- Un *nita* in un *sse* ed estensione `.java`
- Esempi
  classe `EsempioBase` → file `EsempioBase.java`
  classe `Esempio0` → file `Esempio0.java`

Essenziale:

- poter usare *nomi di file lunghi*
- *rispettare maiuscole/minuscole*

IL Java Development Kit (JDK)

Il JDK della Sun Microsystems è l'insieme di strumenti di sviluppo che funge da "*riferimento ufficiale*" del linguaggio Java

- ***non è un ambiente grafico integrato:***
  è solo un insieme di strumenti da usare dalla linea di comando
- ***non è particolarmente veloce ed efficiente***
  (non sostituisce strumenti commerciali)
- **però funziona, è gratuito ed esiste per tutte le piattaforme** (Win32, Linux, Solaris, Mac..)

... E OLTRE

Esistono molti strumenti tesi a migliorare il JDK, e/o a renderne più semplice l'uso

- ***editor con "syntax highlightling"***
  - TextTool, WinEdt, JPad, e tanti altri
- ***ambienti integrati freeware o shareware*** che, pur sfruttando il JDK, ne consentono l'uso in modo interattivo e in ambiente grafico
  - **JCreator LE**, **EditPlus**, Forte, JaSupremo, etc...
- ***ambienti integrati commerciali,*** **dotati di compilatori propri e debugger**
  - Codewarrior, VisualAge for Java, ...

COMPILAZIONE ED ESECUZIONE

Usando il JDK della Sun:

- ***Compilazione:***

  `javac Esempio0.java`

  (produce **`Esempio0.class`**)

- ***Esecuzione:***

  `java Esempio0`

Non esiste una fase di link esplicita:
Java adotta il *collegamento dinamico*

COLLEGAMENTO STATICO...

Nei linguaggi "classici":

- si compila ogni file sorgente,
- ***si collegano i file oggetto così ottenuti***

In tale schema:

- ogni file sorgente **dichiara** tutto ciò che usa
- il compilatore ne accetta l'uso "condizionato"
- il linker **verifica la presenza delle definizioni** risolvendo i *riferimenti incrociati* fra i file
- ***l'eseguibile è "autocontenuto"*** (non contiene più riferimenti a entità esterne)

COLLEGAMENTO STATICO...

Nei linguaggi "classici":

- si compila ogn
- ***si collegano***
- usa
- onato"
- il linker **verifica la p a delle definizioni** risolvendo i *riferimenti incrociati* fra i file
- ***l'eseguibile è "autocontenuto"*** (non contiene più

Massima efficienza e velocità, perché l'eseguibile è "già pronto"

...ma scarsa flessibilità, perché tutto ciò che si usa dev'essere *dichiarato a priori:* *ogni modifica comporta ricompilazioni e la ricreazione dell'eseguibile*

Poco adatto ad *ambienti a elevata dinamicità* come Internet

.. E COLLEGAMENTO DINAMICO

In Java

- **non esistono dichiarazioni**
- si compila ogni file sorgente, ***e si esegue la classe pubblica che contiene il `main`***

In questo schema:

- il compilatore accetta l'uso di altre classi perché ***può verificarne esistenza e interfaccia*** in quanto ***sa dove trovarle nel file system***
- **le classi usate vengono *caricate dall'esecutore al momento dell'uso***

ESECUZIONE E PORTABILITÀ

In Java,

- ogni classe è compilata in un file `.class`
- 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 funzionare su qualunque altra.*

ESECUZIONE E PORTABILITÀ

In Java,

- **ogni classe è compilata in un file `.class`**
- **il formato d**
  non è dirett
  formato portabile, inter-piattafo

Si perde un po' in efficienza (c'è di mezzo un interprete)...

terpre ava

la piatta orma

era portabilità:

u una piattafor-

unque altra.

..ma si guadagna *molto di più:*

- **possibilità di scaricare ed eseguire codice dalla rete**
- **indipendenza dall'hardware**
- ***"write once, run everywhere"***

LA DOCUMENTAZIONE

- **È noto che un buon programma dovrebbe essere ben documentato..**
- ***ma l'esperienza insegna che quasi mai ciò viene fatto***
  - ***"non c'è tempo", "ci si penserà poi"...***
  - ***... e alla fine la documentazione non c'è***
- **Java prende atto che la gente *non scrive* documentazione...**
- **..e quindi fornisce uno strumento per *produrla automaticamente* a partire dai *commenti* scritti nel programma*:* `javadoc`**

L'ESEMPIO... COMPLETATO

```
/** File Esempio0.java
* Applicazione Java da linea di comando
* Stampa la classica frase di benvenuto
@author Enrico Denti
@version 1.0, 5/4/98
*/
public class Esempio0 {
 public static void main(String args[]){
   System.out.println("Hello!");
 }
}
```

Informazioni di documentazione

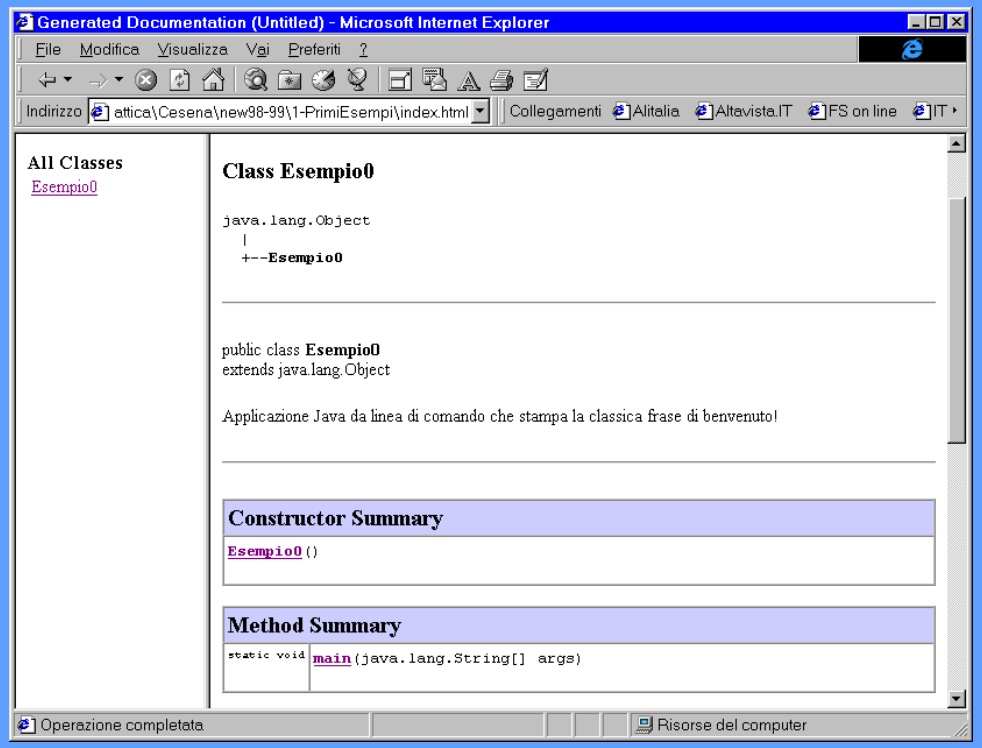
L'ESEMPIO... COMPLETATO

Per produrre la relativa documentazione:

```
javadoc Esempio0.java
```

Produce una serie di file HTML

Si consulti la documentazione di javadoc per i dettagli.



TIPI DI DATO PRIMITIVI IN JAVA

- caratteri
  - `char` (2 byte) codifica UNICODE
  - coincide con ASCII sui primi 127 caratteri
  - e con ANSI / ASCII sui primi 255 caratteri
  - *costanti char anche in forma* `'\u2122'`
- interi (con 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) $-9\ 10^{18}$ ... $+9\ 10^{18}$

NB: le costanti long terminano con la lettera L

TIPI DI DATO PRIMITIVI IN JAVA

- **reali *(IEEE-754)***
  - `float` **(4 byte)** **-10^{45} ... $+10^{38}$**
    (6-7 cifre significative)
  - `double` **(8 byte)** **-10^{328} ... $+10^{308}$**
    (14-15 cifre significative)

Le costanti float terminano con la lettera F

- `3.54` **è una costante** `double`
- `3.54F` **è una costante** `float`
- `double x = 3.54;` ***è una frase lecita***
- `double x = 3.54F;` ***è una frase lecita***
- `float fx = 3.54F;` ***è una frase lecita***
- `float fx = 3.54;` ***è una frase illecita***

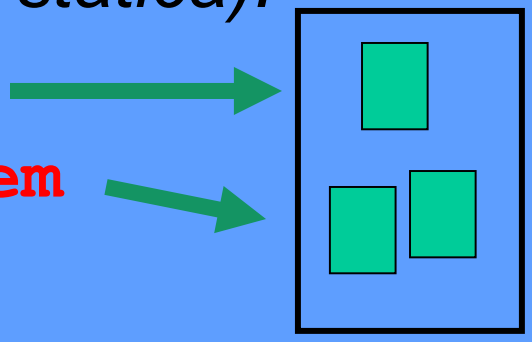
(perdita di informazione a causa della minor precisione)

TIPI DI DATO PRIMITIVI IN JAVA

- **boolean**
  - `boolean` (1 bit) `false` e `true`
  - **tipo autonomo *totalmente disaccoppiato dagli interi:* non si convertono boolean in interi e viceversa, *neanche con un cast***
  - **le espressioni relazionali e logiche danno come risultato un `boolean`, non un `int` come in C**

UN ESEMPIO CON TRE CLASSI

- **Un programma su tre classi, tutte usate come *componenti software*** *(solo parte statica):*
  - **Una classe `Esempio` con il main**
  - **Le classi di sistema `Math` e `System`**



- **Chi è `Math` ?**
  - `Math` è, di fatto, la libreria matematica
  - **comprende *solo costanti e funzioni statiche:***
    - **costanti:** `E`, `PI`
    - **funzioni:** `abs()`, `asin()`, `acos()`, `atan()`, `min()`, `max()`, `exp()`, `log()`, `pow()`, `sin()`, `cos()`, `tan()`...

UN ESEMPIO CON TRE CLASSI

- **Il nome di una classe (`Math` o `System`) definisce uno *spazio di nomi***
- **Per *usare* una funzione o una costante definita dentro di esse occorre specificarne il *nome completo,* mediante la *notazione puntata***

Esempio:

```
public class EsempioMath {
public static void main(String args[]){
 double x = Math.sin(Math.PI/3);
 System.out.println(x);
}
}
```

UN ESEMPIO CON TRE CLASSI

- Il nome di una classe (`Math` o `System`) definisce uno *spazio di nomi*
- Per *usare* una funzione o u… dent… spe… co… …otazione puntata

In questo modo si evitano *conflitti di nome* (*name clash*)

Inoltre, è immediato riconoscere *chi fornisce un certo servizio*

Ese…

```
public class Esem…Math {
public static void m…in(String args[]){
 double x = Math.sin(Math.PI/3);
 System.out.println(x);
}
}
```

VARIANTE

- **Invece di un `double`, usiamo un `float`**
- **Java non accetta che un valore `double` sia "impunemente" assegnato a un `float`, perché ciò causerebbe una perdita d'informazione**

```
public class EsempioMathVariante {
public static void main(String args[]){
 float f = Math.sin(Math.PI/3);
 System.out.println(f);
}
}
```

NO!

Occorre *prendersi le proprie responsabilità* <u>asserendo esplicitamente</u> che il valore `double` sia convertito in `float` con un *<u>cast</u>:*

```
float f=(float)Math.sin(Math.PI/3);
```

UN ALTRO ESEMPIO: NUMERI PRIMI

Problema:

- **costruire un componente software che permetta di ottenere la *successione dei numeri primi***
  (o, più in generale, il successivo numero di una sequenza)

Progetto:

- **poiché non esiste una formula per "produrre" i numeri primi, a ogni richiesta occorre**
  - considerare il successivo numero dispari (a parte il 2)
  - ***controllare se è primo applicando la definizione***
    (non ha altri divisori oltre sé stesso e 1)
  - se è primo, esso costituisce il risultato; altrimenti, si deve considerare il numero dispari successivo.

UN ALTRO ESEMPIO: NUMERI PRIMI

- **Occorre dunque una funzione in grado di *verificare se un naturale N è primo.***
- **Adottiamo il noto *Crivello di Eratostene***

Specifica di I° livello:

Occorre provare a dividere N per tutti i numeri K ≤ √N: se nessuno risulta essere un divisore, allora N è primo

Specifica di II° livello:

Se N è 1, 2 o 3, allora è primo senz'altro.
Altrimenti, se è un numero pari, *non* è primo.
Se invece N è dispari e >3, occorre tentare tutti i possibili divisori da 3 in avanti, fino a √N.

NUMERI PRIMI: PROGETTO

Interfaccia:

- una funzione pubblica `nextPrime()` che restituisca a ogni invocazione il successivo valore della sequenza.

Possibile implementazione:

- una variabile permanente ma privata, `lastPrime`, per mantenere lo stato (ultimo valore prodotto)
- una funzione privata `isPrime(int p)` che, applicando l'algoritmo di Eratostene, restituisca *true* se il numero intero `p` è primo, e *false* altrimenti.

Codifica:

- C, Java, o qualsiasi altro linguaggio.

NUMERI PRIMI: CODIFICA IN C

```
#include <math.h>
static int isPrime(int n) {   /* invisibile fuori dal file */
   int max,i;
   if (n>=1 && n<=3) return true;     /* 1,2,3 → primi */
   if (n%2==0) return false;          /* numeri pari → no */
   max = sqrt(n);
   for(i=3; i<=max; i+=2) if (n%i==0) return false;
   return true;
}
int nextPrime(void) {          /* unica funzione pubblica */
  static int lastprime = 0;    /* mantiene lo stato */
  if (lastprime>=0 && lastprime<=2) return ++lastprime;
  else {
   do { lastprime += 2; } while (!isPrime(lastprime));
       return lastprime;
  }
}
```

NUMERI PRIMI: CODIFICA IN JAVA

- **Non esistono visibilità associate ai moduli** (la parola chiave `static` non ha più quel significato): ***si specifica esplicitamente* cosa sia privato e cosa pubblico tramite `private` e `public`**
- **Il modulo C viene sostituito dalla *parte statica* di una classe Java**
  - **le funzioni diventano funzioni statiche della classe**
  - **la variabile statica che manteneva lo stato, interna alla funzione `lastprime`, diventa una variabile statica della classe Java**

UNA CLASSE PER I NUMERI PRIMI

```
public class NumeriPrimi {
   private static int lastPrime = 0;
   private static boolean isPrime(int p) {
          … l'algoritmo di verifica (Crivello di Eratostene) ... }
   public  static int nextPrime() {
          generare un nuovo intero (dispari) e verificarlo, fino
          a che se ne tro
}
```

Si definisca una classe `EsempioPrimi` il cui main usi `nextPrime()`

- **È un puro *componente software*** *(ha solo la parte statica)*
- **`lastPrime`** e **`isPrime()`** sono ***privati*** e come tali *invisibili a chiunque fuori dalla classe*
- La funzione **`nextPrime()`** è invece ***pubblica*** e come tale *usabile da chiunque,* dentro e fuori dalla classe

UNA CLASSE PER I NUMERI PRIMI

Un'altra differenza rispetto al C:

- una funzione *senza parametri* viene definita *senza la parola-chiave* `void`
  - **NON così…**

```
public static int nextPrime(void) { … }
```

  - **… MA così:**

```
public static int nextPrime() { … }
```

- la parola-chiave **`void`** viene *ancora usata*, ma *solo per il tipo di ritorno delle procedure.*

CLASSI E OGGETTI IN JAVA

Esclusi i tipi primitivi, *in Java esistono solo:*

- ***classi***
  - ***componenti software* che possono avere i loro dati e le loro funzioni (parte statica)**
  - ***ma anche fare da "stampo" per costruire oggetti (parte non-statica),* ossia per *definire ADT***
- ***oggetti***
  - ***entità dinamiche* costruite al momento del bisogno secondo lo "stampo" fornito dalla parte "Definizione ADT" di una classe.**

CLASSI COME ADT

Una classe con solo la parte NON-STATICA costituisce una *definizione di ADT*

- **È simile a una `struct` + `typedef` del C…**
- ***… ma riunisce dati e comportamento (funzioni) in un unico costrutto linguistico***
- **Ha solo *variabili e funzioni non-statiche***
- **Definisce un tipo, che potrà essere usato per *creare (istanziare) oggetti.***

ESEMPIO: IL CONTATORE

- **Questa classe non contiene dati o funzioni *sue proprie (statiche)***
- **Fornisce solo la definizione di un ADT** che potrà essere usata poi per istanziare oggetti

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

Dati

Operazioni (comportamento)

Unico costrutto linguistico per dati e operazioni

ESEMPIO: LA CLASSE Counter

- **Ques** **ni** ***sue p***
- **Forni** e potrà e tti

Il campo `val` è *privato*: può essere acceduto *solo dalle operazioni definite nella medesima classe* (reset, inc, getValue), *e nessun altro*.
Si garantisce l'incapsulamento.

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

Dati

Operazioni (comportamento)

Unico costrutto linguistico per dati e operazioni

OGGETTI IN JAVA

- **Gli OGGETTI sono componenti "dinamici": *vengono creati "on the fly"*, al momento dell'uso, tramite l'operatore `new`**
- **Sono creati *a immagine e somiglianza* (della parte non statica) *di una classe,* che ne descrive le *proprietà***
- **Su di essi è possibile invocare *le operazioni pubbliche* previste dalla classe**
- **Non occorre preoccuparsi della distruzione degli oggetti: Java ha un *garbage collector!***

OGGETTI IN JAVA

Uso: stile a "*invio di messaggi*"

- **non una funzione con l'oggetto come parametro…**
- **…ma bensì *un oggetto su cui si invocano metodi***

Ad esempio, se `c` è un `Counter`, un cliente potrà scrivere:

```
c.reset();
c.inc(); c.inc();
int x = c.getValue();
```

Cambia il punto di vista: non *operazioni* con parametri, ma *oggetti* che svolgono *servizi*.

CREAZIONE DI OGGETTI

Per creare un oggetto:

- **prima si definisce un *riferimento,* il cui tipo è *il nome della classe che fa da modello***
- ***poi si crea dinamicamente l'oggetto* tramite *l'operatore `new`*** *(simile a malloc)*

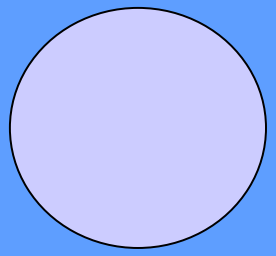
Esempio:

```
Counter c;                  // def del riferimento
...
c = new Counter();          // creazione oggetto
```

RIFERIMENTI A OGGETTI

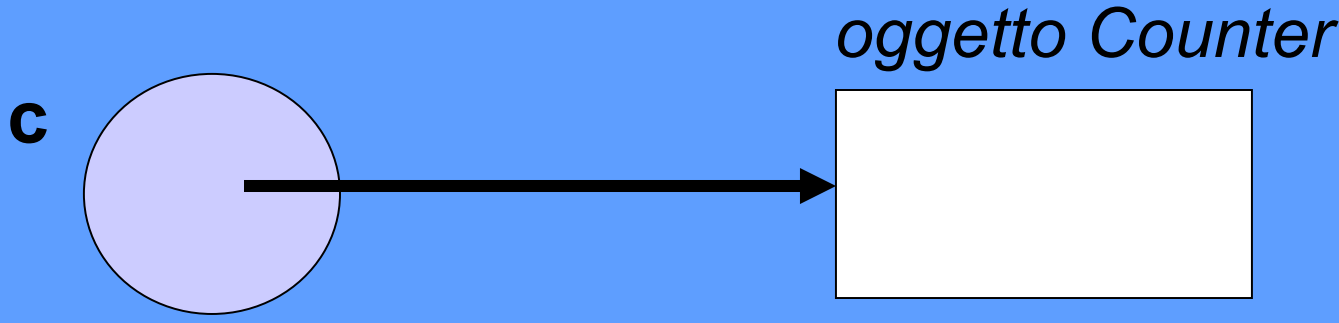
- **La frase** `Counter c;`
  non definisce una variabile `Counter`**,**
  ma solo un ***riferimento a*** `Counter`
  (una specie di puntatore)

c



RIFERIMENTI A OGGETTI

- La frase `Counter c;`
  non definisce una variabile ***`Counter`***,
  ma solo un *riferimento a* ***`Counter`***



- L'oggetto `Counter` viene poi creato dinamicamente, quando opportuno, con `new`

```
c = new Counter();
```

RIFERIMENTI A OGGETTI

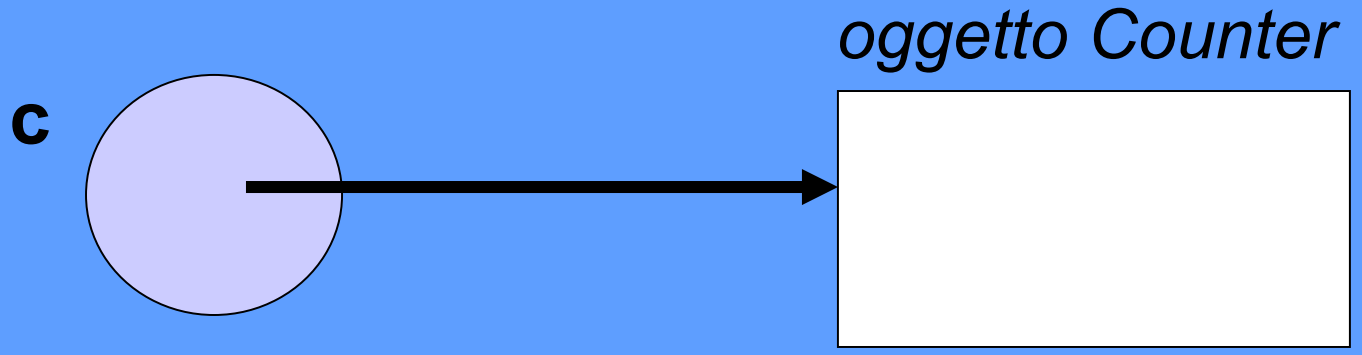
- **Un riferimento è come un puntatore, *ma viene dereferenziato automaticamente,* senza bisogno di * o altri operatori**
- **L'oggetto referenziato è quindi *direttamente accessibile con la notazione puntata*, senza bisogno di dereferencing esplicito:**

```
c.inc();  x = c.getValue();
```

- **Si conserva l'espressività dei puntatori, ma *controllandone e semplificandone l'uso*.**

RIFERIMENTI vs. PUNTATORI

A livello fisico, *un riferimento è di fatto un puntatore...*



...ma rispetto ad esso *è un'astrazione di più alto livello,* che *riduce i pericoli legati all'abuso (o all'uso errato)* dei puntatori e dei relativi meccanismi.

RIFERIMENTI vs. PUNTATORI

Puntatore (C)

- contiene l'indirizzo di una qualsiasi variabile (ricavabile con `&`)…
- *… e permette di manipolarlo in qualsiasi modo*
  - incluso spostarsi altrove (aritmetica dei puntatori)
- richiede *dereferencing esplicito*
  - operatore * (o [ ])
  - rischio di errore
- possibilità di invadere aree non proprie!

Strumento potente ma pericoloso.

Riferimento (Java)

- contiene l'indirizzo di un oggetto…
- *… ma non consente di vedere né di manipolare tale indirizzo!*
  - niente aritmetica dei puntatori
- ha il *dereferencing automatico*
  - niente più operatore * (o [ ])
  - niente più rischio di errore
- Impossibile invadere aree non proprie!

Mantiene la potenza dei puntatori disciplinandone l'uso.

CREAZIONE DI OGGETTI

Per creare un oggetto:

- **un *riferimento,* il cui tipo**
- ***e che fa da modello***
- ***mente l'oggetto* tramite**
- ***l'operatore new*** *(simile a malloc)*

La frase `Counter c;` definisce un *riferimento* a un (futuro) oggetto di classe `Counter`

Esempio:

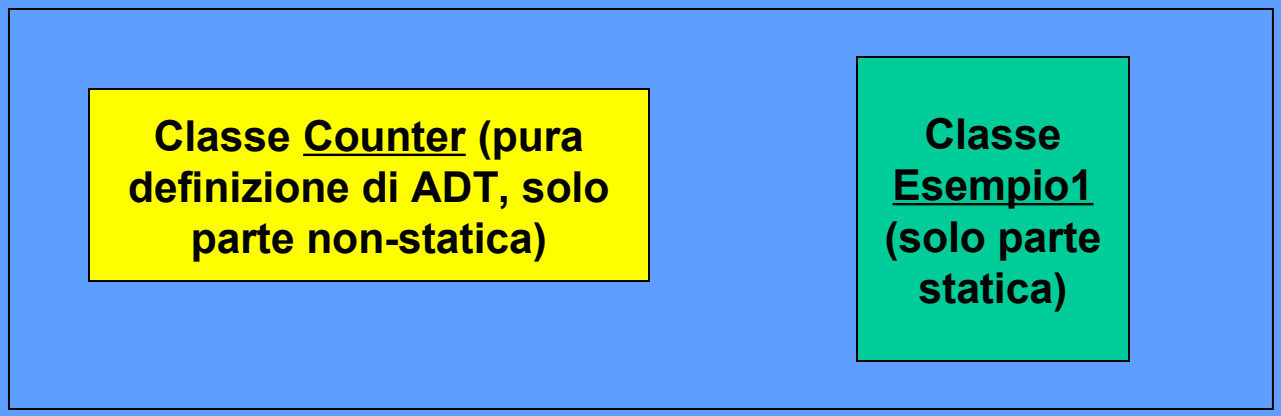
```
Counter c;
...
c = new Counter();      // creazione oggetto
```

L'oggetto di tipo `Counter` viene però *creato dinamicamente* solo in un secondo momento, *quando serve,* mediante l'operatore `new`

ESEMPIO COMPLETO

Programma fatto di due classi:

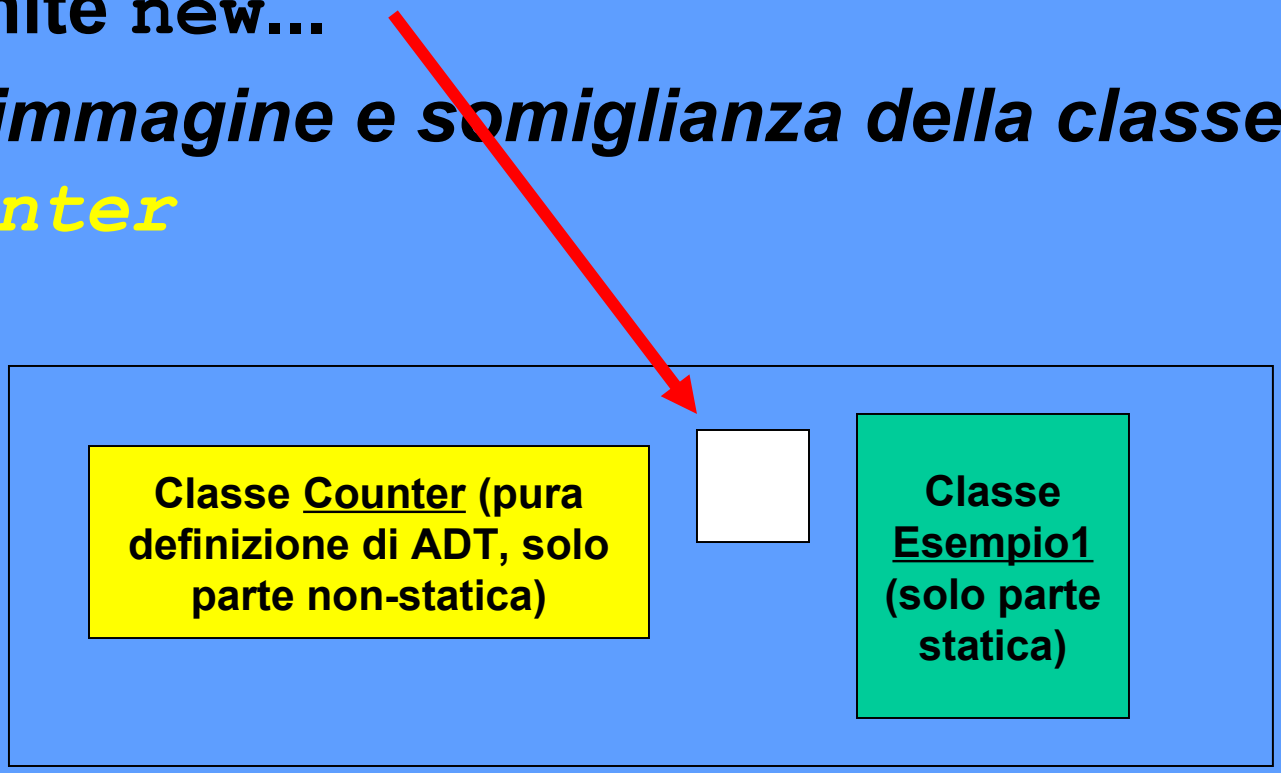
- **una che fa da componente software, e ha come compito quello di *definire il main*** *(solo parte statica)*
- ***l'altra invece implementa il tipo `Counter`*** *(solo parte non-statica)*



ESEMPIO COMPLETO

A run-time, nasce un oggetto:

- ***lo crea "al volo" il main,*** **quando vuole, tramite `new`...**
- ***...a immagine e somiglianza della classe*** ***`Counter`***



ESEMPIO COMPLETO

```
public class Esempio1 {
 public static void main(String v[]) {
    Counter c = new Counter();
    c.reset();
    c.inc(); c.inc();
    System.out.println(c.getValue());
 }
}
```

- Il main crea un nuovo oggetto Counter…
- ... e poi lo usa *per nome*, con la *notazione puntata…*
- *…senza bisogno di dereferenziarlo esplicitamente*

ESEMPIO: COSTRUZIONE

- **Le due classi devono essere scritte *in due file distinti*,** di nome, rispettivamente:
  - **`Esempio1.java` (contiene la classe `Esempio1`)**
  - **`Counter.java` (contiene la classe `Counter`)**
- **Ciò è necessario perché entrambe le classi sono *pubbliche*: in un file `.java` può infatti esserci *una sola classe pubblica***
  - ***ma possono essercene altre non pubbliche***
- **Per compilare:**

NB: l'ordine non importa

```
javac Esempio1.java Counter.java
```

ESEMPIO: COSTRUZIONE

- **Queste due classi devono essere scritte *in due file distinti*,** di nome, rispettivamente:
  - **`Esempio1.java` (contiene la classe `Esempio1`)**
  - **`Counter.java` (contiene la classe `Counter`)**
- **Anche separatamente, ma *nell'ordine*:**
  `javac Counter.java`
  `javac Esempio1.java`
  La classe `Counter` deve infatti già esistere quando si compila la classe `Esempio1`
- **Per compilare:**

```
javac Esempio1.java Counter.java
```

ESEMPIO: ESECUZIONE

- **La compilazione di quei due file produce *due file* `.class`**, di nome, rispettivamente:
  - **`Esempio1.class`**
  - **`Counter.class`**
- **Per eseguire il programma basta invocare l'interprete con il nome *di quella classe (pubblica)* che contiene il main**

```
java Esempio1
```

ESEMPIO: UNA VARIANTE

- **Se la classe `Counter` *non fosse stata pubblica*, le due classi avrebbero potuto essere scritte nel medesimo file `.java`**

```
public class Esempio2 {
...
}
class Counter {
...
}
```

Importante: l'ordine delle classi nel file è *irrilevante*, non esiste un concetto di *dichiararazione* che preceda l'uso.

- nome del file = quello della classe pubblica (**`Esempio2.java`**)

ESEMPIO: UNA VARIANTE

- Se la classe `Counter` *non fosse stata pubblica*, le due classi avrebbero potuto essere scritte nel medesimo file `.java`
- ma compilandole si sarebbero comunque ottenuti *due* file `.class`:
  - `Esempio2.class`
  - `Counter.class`
- In Java, c'è sempre *un file* `.class` per ogni singola classe compilata
  - ogni file `.class` rappresenta *quella classe*
  - non può inglobare più classi

RIFERIMENTI A OGGETTI

- **In C si possono definire, per ciascun tipo:**
  - **sia variabili (es. `int x;`)**
  - **sia puntatori (es. `int *px;`)**
- **In Java, invece, è il linguaggio a imporre le sue scelte:**
  - **variabili *per i tipi primitivi* (es. `int x;`)**
  - **riferimenti *per gli oggetti* (es. `Counter c;`)**

RIFERIMENTI A OGGETTI

Cosa si può fare con i riferimenti?

- **Definirli:**

```
Counter c;
```

- **Assegnare loro la costante `null`:**

```
c = null;
```

Questo riferimento ora non punta a nulla.

- **Le due cose insieme:**

```
Counter c2 = null;
```

Definizione con inizializzazione a null

RIFERIMENTI A OGGETTI

Cosa si può fare con i riferimenti?

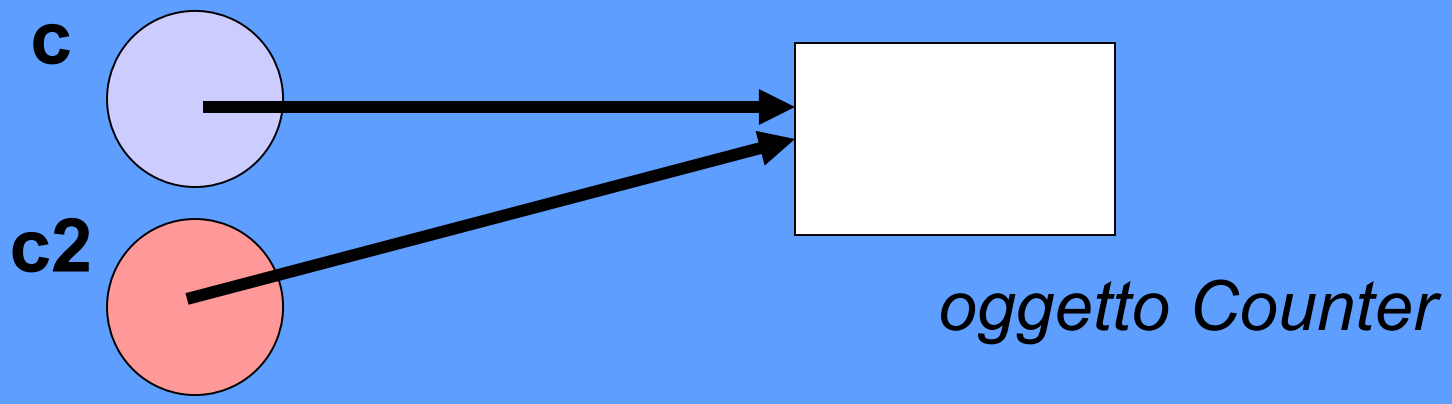
- **Usarli per creare nuovi oggetti:**

```
c = new Counter();
```

- **Assegnarli uno all'altro:**

```
Counter c2 = c;
```

In tal caso, ***l'oggetto referenziato è condiviso***



ESEMPIO

```
public class Esempio3 {
 public static void main(String[] args){
  Counter c1 = new Counter();
  c1.reset(); c1.inc();
  System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
  Counter c2 = c1;
  c2.inc();
  System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
  System.out.println("c2 = " + c2.getValue());
 }
}
```

c1 vale 1

Ora c2 coincide con c1!

Quindi, se si incrementa c2 ...

… risultano incrementati *entrambi.*

ESEMPIO

```
public class Esempio3 {
  p                                (String[] args){
                                   r();
    System.out.println("c1 = " + c1.getValue());

    Counter c2 = c1;

    c2.inc();

    System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
    System.out.println("c2 = " + c2.getValue());
  }
}
```

Novità di Java: le definizioni di variabile possono comparire **ovunque** nel programma, non più solo all'inizio.

c1 vale 1

Ora **c2** coincide con **c1**!

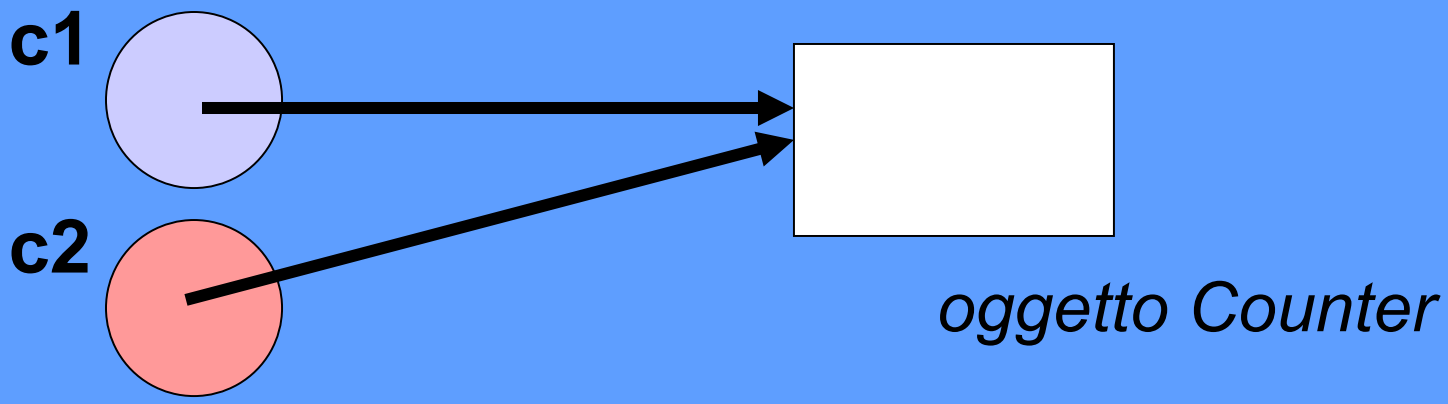
Quindi, se si incrementa **c2** ...

… risultano incrementati *entrambi.*

UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

Quale significato per `c1==c2`?

- **`c1` e `c2` sono due riferimenti**
  → ***uguali se puntano allo stesso oggetto***

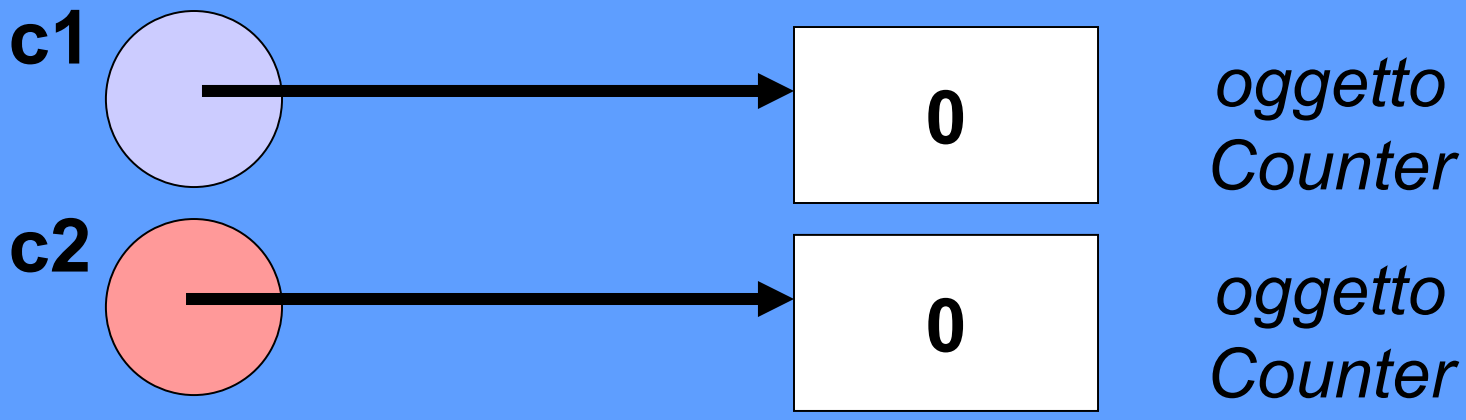


- **qui, `c1==c2` è `true`**

UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

E se si creano due oggetti identici?

```
Counter c1 = new Counter();
Counter c2 = new Counter();
c1.reset(); c2.reset();
```

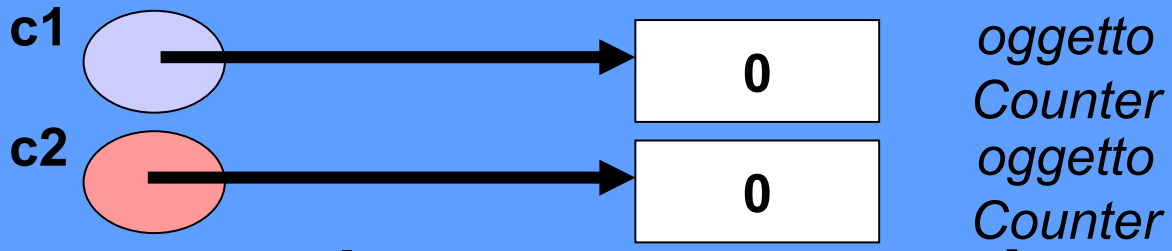


Il contenuto *non conta*: `c1==c2` è `false`

UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

Per verificare l'uguaglianza fra i valori di due oggetti si usa il metodo **`equals`**

```
Counter c1 = new Counter();
Counter c2 = new Counter();
c1.reset(); c2.reset();
```



Contenuto uguale: **`c1.equals(c2)`** **è** ***`true`*** *purché la classe Counter definisca il suo concetto di "uguaglianza"*

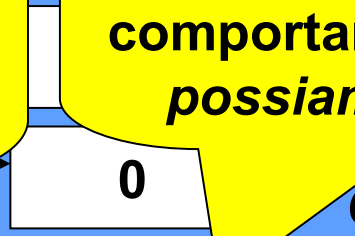
UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

Per verificare l'uguaglianza fra i valori di due oggetti si usa il metodo **`equals`**

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

Per impostazione predefinita, `equals()` controlla se i riferimenti sono uguali, quindi dà *lo stesso risultato di `c1==c2`*

Però, mentre `c1==c2` darà *sempre* quel risultato, il comportamento di `equals()` *possiamo ridefinirlo noi.*



Contenuto uguale: `c1.equals(c2)` è *`true`* *purché la classe Counter definisca il suo concetto di "uguaglianza"*

UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

La classe `Counter` con `equals()`

```
public class Counter {
  private int val;

  public boolean equals(Counter x){
       return (val==x.val);
  }
  public v
  public void inc()    { val++; }
  public int e()       { return val; }
}
```

Consideriamo uguali due Counter se e solo se hanno *identico valore*

Ma ogni altro criterio (sensato) sarebbe stato egualmente lecito!

Ad esempio, per *contatori modulari modulo N* si potrebbe porre **`val == x.val % N`**

UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

ATTENZIONE! Quali conseguenze sull'incapsulamento?
`x.val` è un campo *privato* dell'oggetto `x`, che *non è* l'oggetto corrente su cui il metodo equals sta operando!
E' *un altro* oggetto!!

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

In Java <u>l'incapsulamento è a livello di classe</u>: i metodi di una classe hanno libero accesso a tutti i campi (anche privati) di *<u>tutte le istanze</u>* della classe.

```
public int getValue() { return val;}
}
```

Se volessimo comunque rispettare l'incapsulamento dell'istanza `x`, potremmo scrivere:

```
return (val == x.getValue());
```

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

- **Come il C, Java passa i parametri alle funzioni *per valore…***
- ***…* e finché parliamo di *tipi primitivi* non ci sono particolarità da notare...**
- ***…* ma attenzione: *passare per valore un riferimento* significa passare per riferimento *l'oggetto puntato.***

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

Quindi:

- ***un parametro di tipo primitivo*** **viene copiato, e la funzione riceve la copia**
- ***un riferimento*** **viene *pure copiato*, la funzione riceve la copia, ma con ciò accede *all'oggetto originale.***

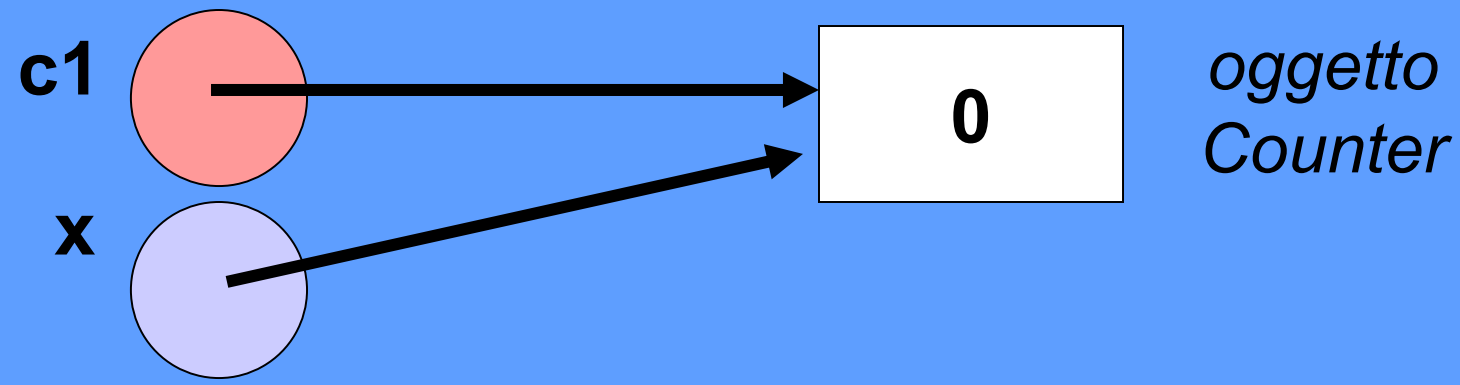
PASSAGGIO DEI PARAMETRI

Esempio:

```
void f(Counter x) { ... }
```

Il cliente:

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



COSTRUZIONE DI OGGETTI

- **Molti errori nel software sono causati da *mancate inizializzazioni* di variabili**
- **Perciò i linguaggi a oggetti introducono il costruttore, un metodo particolare che *automatizza l'inizializzazione* degli oggetti**
  - **non viene *mai chiamato esplicitamente dall'utente***
  - **è invocato automaticamente dal sistema *ogni volta che si crea un nuovo oggetto* di quella classe.**

COSTRUTTORI

Il costruttore:

- **ha un nome fisso, *uguale al nome della classe***
- **non ha tipo di ritorno, neppure `void`**
  - **il suo scopo infatti non è "calcolare qualcosa", ma *inizializzare un oggetto***
- **può *non essere unico***
  - **spesso vi sono *più costruttori*, con diverse liste di parametri**
  - **servono a inizializzare l'oggetto a partire da *situazioni diverse***

ESEMPIO

La classe `Counter`

```
public class Counter {
  private int val;

  public Counter() { val = 1; }
  public Counter(int v) { val = v; }

  public void reset() { val = 0; }
  public void inc()   { val++; }
  public int getValue() { return val;}
  public boolean equals(Counter x) ...
}
```

Costruttore senza parametri

Costruttore con un parametro

ESEMPIO: UN CLIENTE

```
public class Esempio4 {
 public static void main(String[] args){
  Counter c1 = new Counter();
  c1.inc();
  Counter c2 = new Counter(10);
  c2.inc();
  System.out.println(c1.getValue());   // 2
  System.out.println(c2.getValue()); // 11
 }
}
```

Qui scatta il costruttore/0 → **c1** inizializzato a 1

Qui scatta il costruttore/1 → **c2** inizializzato a 10

COSTRUTTORE DI DEFAULT

Il *costruttore senza parametri* si chiama *costruttore di default*

- **viene usato per inizializzare oggetti *quan-do non si specificano valori iniziali***
- **<u>esiste sempre</u>: se non lo definiamo noi, *ne aggiunge uno il sistema***
- **però, il costruttore di default definito dal sistema *non fa (quasi) nulla*: quindi, *è opportuno definirlo sempre.***

COSTRUTTORI - NOTE

- **Una classe destinata a fungere da stampo per oggetti *deve definire almeno un costruttore pubblico***
  - **in assenza di costruttori pubblici, oggetti di tale classe *non* potrebbero essere costruiti**
  - a volte si trovano classi con un costruttore privato *proprio per impedire che se ne creino istanze!*
  - **il costruttore di default definito dal sistema è *pubblico***
- **È possibile definire costruttori non pubblici per scopi particolari**

COSTANTI

- **In Java, un simbolo di variabile dichiarato `final` denota una *costante***

```
final int DIM = 8;
```

- **Deve obbligatoriamente essere *inizializzata***
  - unica eccezione: le variabili **`final`** entro funzioni statiche
  - tali variabili possono essere definite prima e inizializzate poi (ma sempre prima dell'uso)
- **Questo *è il solo modo di definire costanti***
  - infatti, non esistono *né il preprocessore né la direttiva* **`#define`**
  - non esiste neppure la parola chiave **`const`**
- **Convenzione: nome *tutto maiuscolo***

COSTANTI

Esempio 1:

```
public class Prova1 {
 int final DIM;    // NO!
}
```

Esempio 2:

```
public class Prova2 {
 static void f() {
   int final DIM; // OK
       ...
   DIM = 8;       // OK
 }
}
```

Ma un eventuale tentativo di riassegnare `DIM` sarà stroncato:

```
public class Prova2 {
 static void f() {
   int final DIM; // OK
       ...
   DIM = 8;       // OK
       ...
   DIM = 8;       // NO!
 }
}
```

OVERLOADING DI FUNZIONI

- **Il caso dei costruttori non è l'unico: in Java è possibile *definire più funzioni con lo stesso nome*, anche dentro alla stessa classe**
- **L'importante è che le funzioni "omonime" siano comunque *distinguibili tramite la lista dei parametri*, cioò tramite la loro *signature***
- **Questa possibilità si chiama *overloading* ed è di grande utilità per catturare situazioni simili evitando una inutile proliferazione di nomi.**

OVERLOADING DI FUNZIONI

Esempio

```
public class Counter {
  private int val;
  public Counter() { val = 1; }
  public Counter(int v) { val = v; }
  public void reset() { val = 0; }

  public void inc() { val++; }
  public void inc(int k) { val += k; }

  public int getValue() { return val;}
}
```

Metodo **`inc()`** senza parametri

Metodo **`inc()`** con un parametro (intero)