

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*

Java e Classi 1

AMBIENTI DI PROGRAMMAZIONE

È l'insieme dei programmi che consentono la scrittura, la verifica e l'esecuzione di nuovi programmi (*fasi di sviluppo*)

Sviluppo di un programma

- Affinché un programma scritto in un qualsiasi linguaggio di programmazione sia comprensibile (e quindi eseguibile) da un calcolatore, *occorre tradurlo* dal linguaggio originario al linguaggio della macchina

Questa operazione viene normalmente svolta da speciali strumenti, detti *traduttori*

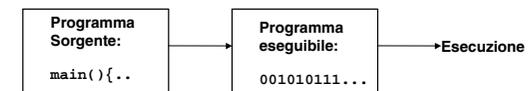
Java e Classi 3

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!*

Java e Classi 2

SVILUPPO DI PROGRAMMI

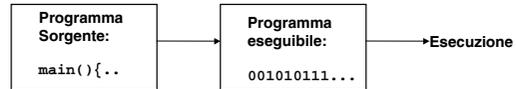


Due categorie di traduttori:

- i **Compileri** traducono l'intero programma e producono il programma in linguaggio macchina
- gli **Interpreti** traducono ed eseguono immediatamente ogni singola istruzione del *programma sorgente*

Java e Classi 4

SVILUPPO DI PROGRAMMI (segue)



Quindi:

- **nel caso del compilatore**, lo schema precedente viene percorso **una volta sola** prima dell'esecuzione
- **nel caso dell'interprete**, lo schema viene invece attraversato **tante volte quante sono le istruzioni** che compongono il programma

Java e Classi 5

AMBIENTI DI PROGRAMMAZIONE

I° CASO: COMPILAZIONE

- **Compilatore**: opera la **traduzione di un programma sorgente** (scritto in un linguaggio ad alto livello) **in un programma oggetto** direttamente eseguibile dal calcolatore
- **Linker**: (*collegatore*) nel caso in cui la costruzione del programma oggetto richiede l'unione di **più moduli** (compilati separatamente), il linker provvede a **collegarli** formando un unico *programma eseguibile*

Java e Classi 7

COMPILATORI E INTERPRETI

- I **compilatori** traducono automaticamente un programma dal linguaggio di alto livello a quello macchina (per un determinato elaboratore)
- Gli **interpreti** sono programmi capaci di eseguire direttamente un programma nel linguaggio scelto, istruzione per istruzione
- I programmi compilati sono in generale più efficienti di quelli interpretati

Java e Classi 6

AMBIENTI DI PROGRAMMAZIONE

II° CASO: INTERPRETAZIONE

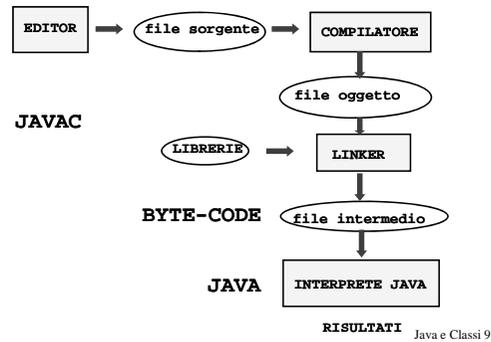
- **Interprete**: **traduce ed esegue** direttamente **ciascuna istruzione** del *programma sorgente*, **istruzione per istruzione**
È generalmente in alternativa al compilatore (raramente presenti entrambi)



Traduzione ed esecuzione sono **intercalate**, e avvengono *istruzione per istruzione*

Java e Classi 8

APPROCCIO MISTO



LINGUAGGIO O ARCHITETTURA?

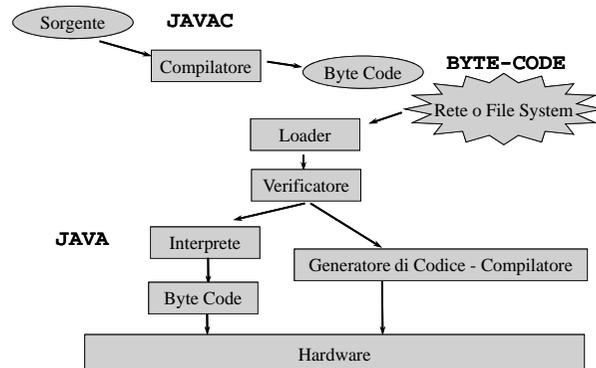
A differenza del C++, Java viene fornito con una notevole gerarchia di classi standard già pronte, che coprono quasi ogni esigenza

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 (cifatura)

Java e Classi 11

APPROCCIO JAVA



JAVA: L'INIZIO

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

Java e Classi 12

JAVA: L'EVOLUZIONE

Oggi, molto orientato al *network computing*

- interazione con *oggetti remoti (RMI)*
- interazione con i *data base (JDBC)*
- interoperabilità con *CORBA*
- integrabilità attraverso *J2EE e Java Beans*
- *servlet* come schema flessibile per estendere un server Web

... e inoltre...

Java e Classi 13

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

Java e Classi 15

JAVA: NON SOLO RETE

...

- applicazioni embedded (*JavaCard API*)
- dispositivi integrati (*JavaRing*)
- ispirazione per sistemi operativi (*JavaOS*)
- component technology (*JavaBeans*)
- ...

Java e Classi 14

CLASSI IN JAVA

Una *classe Java* è una entità *sintatticamente simile alle struct*

- 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
 - ...

Java e Classi 16

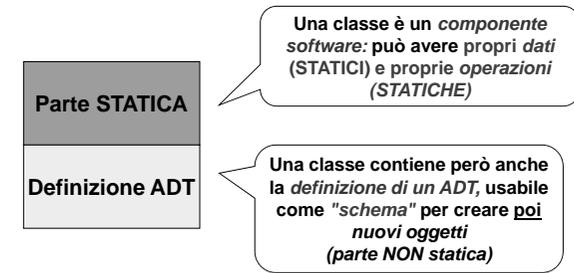
CLASSI IN JAVA

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**

Java e Classi 17

IL CONCETTO DI CLASSE



Java e Classi 19

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)** ("**schema 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 "schema"

Java e Classi 18

IL CONCETTO DI CLASSE

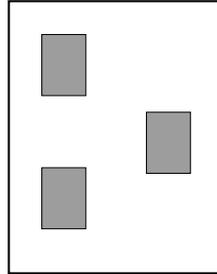
- Se c'è solo la parte **STATICA**:
 - la classe opera solo come componente software
 - contiene dati e funzioni, come un modulo
 - con in più la possibilità di definire l'appropriato **livello di protezione**
 - caso tipico: *librerie di funzioni*
- Se c'è solo la parte **NON STATICA**:
 - la classe definisce semplicemente un ADT
 - specifica la struttura interna di un tipo di dato, come le *struct*
 - con in più la possibilità di specificare *anche le funzioni* che operano su tali dati

Java e Classi 20

PROGRAMMI IN JAVA

Un programma Java è un insieme di classi e oggetti

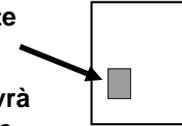
- Le classi sono componenti *statici*, che esistono già all'inizio del programma.



Java e Classi 21

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*

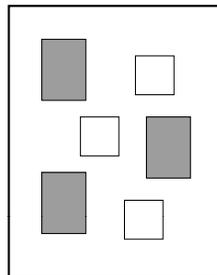


Java e Classi 23

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
- Gli oggetti sono invece componenti *dinamici*, che vengono creati dinamicamente al momento del bisogno



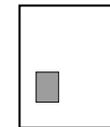
Java e Classi 22

IL MAIN IN JAVA

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

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

- Deve essere dichiarato **public**, **static**, **void**
- 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)



Java e Classi 24

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 una qualche classe!

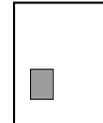
Java e Classi 25

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;
    }
}
```



Java e Classi 27

CLASSI IN JAVA

Convenzioni rispettate dai componenti esistenti:

- 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**

Java e Classi 26

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



Java e Classi 28

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 dato (statico) presente nella classe `System`

CLASSI E FILE

- In Java esiste una **ben precisa corrispondenza** fra
 - nome di una classe pubblica
 - **Essenziale:**
 - poter usare *nomi di file lunghi*
 - rispettare maiuscole/minuscole
- Un **nome di classe** *definita* in un file *definita* con lo stesso nome della classe ed estensione `.java` *classe*
- **Esempi**
 classe `EsempioBase` → file `EsempioBase.java`
 classe `Esempio0` → file `Esempio0.java`

Java e Classi 31

CLASSI E FILE

- In Java esiste una **ben precisa corrispondenza** 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`

Java e Classi 30

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..)

Java e Classi 32

... E OLTRE

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

- **editor con "syntax highlighting"**
 - TextTool, WinEdt, JPad, e tanti altri
- **ambienti integrati freeware che, pur usando "sotto" il JDK, ne consentono l'uso in modo interattivo e in ambiente grafico**
 - Jcreator, FreeBuilder, Forte, Jasupremo, etc...
- **ambienti integrati commerciali, dotati di compilatori propri e debugger**
 - Jbuilder, Codewarrior, VisualAge for Java, ...

Java e Classi 33

COLLEGAMENTO STATICO...

Nei linguaggi "classici":

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

In questo 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 *referimenti incrociati* fra i file
- **l'eseguibile è "autocontenuto" (non contiene più riferimenti a entità esterne)**

Java e Classi 35

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*

Java e Classi 34

COLLEGAMENTO STATICO...

Nei linguaggi "classici":

- si compila ogni file sorgente
 - **si collegano i file oggetto così ottenuti**
- In questo 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 *referimenti incrociati* fra i file
- **l'eseguibile è "autocontenuto" (non contiene più riferimenti a entità esterne)**

Poco adatto ad ambienti a elevata dinamicità come Internet

Java e Classi 36

.. 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 solo al momento dell'uso**

Java e Classi 37

ESECUZIONE E PORTABILITÀ

In Java,

- ogni classe è compilata in un file `.class`
- il formato di `.class` **Si perde un po' in efficienza (c'è di mezzo un interprete)...**

formato portabile, inter-piattaforma

..ma si guadagna **molto di più:**

- possibilità di scaricare ed eseguire codice dalla rete
 - indipendenza dall'hardware
 - **"write once, run everywhere"**
- terprete Java
la piattaforma
vera portabilità:
una piattaforma-
unque altra!!!**

Java e Classi 39

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!!!**

Java e Classi 38

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**

Java e Classi 40

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

Java e Classi 41

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 10¹⁸ ... +9 10¹⁸

NB: le costanti long terminano con la lettera L

Java e Classi 43

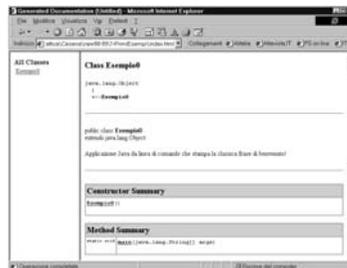
L'ESEMPIO... COMPLETATO

Per produrre la relativa documentazione:

```
javadoc Esempio0.java
```

Produce una serie di file HTML

Si consulti la documentazione di javadoc per i dettagli.



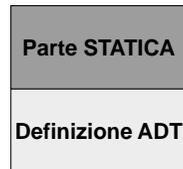
Java e Classi 42

TIPI DI DATO PRIMITIVI IN JAVA

- **reali (IEEE-754)**
 - float (4 byte) - 10⁴⁵ ... + 10³⁸
(6-7 cifre significative)
 - double (8 byte) - 10³²⁸ ... + 10³⁰⁸
(14-15 cifre significative)
- **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*
 - tutte le espressioni relazionali e logiche danno come risultato un boolean, non più un int!

Java e Classi 44

IL CONCETTO DI CLASSE



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

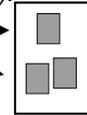
Una classe contiene però anche la *definizione di un ADT*, usabile come "schema" per creare poi nuovi oggetti (parte NON statica)

Java e Classi 45

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()`...

Java e Classi 47

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 le *struct*
 - con in più la possibilità di specificare *anche le funzioni* che operano su tali dati

Java e Classi 46

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);
    }
}
```

Java e Classi 48

UN ESEMPIO CON TRE CLASSI

- Il nome di una classe (`Math` o `System`) definisce uno *spazio di nomi*

- Per *usare* una funzione o un metodo si usa la *notazione puntata*

Inoltre, è immediato riconoscere chi fornisce un certo servizio

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

notazione puntata

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

Java e Classi 49

UNA CLASSE PER I NUMERI PRIMI

- Esempi fatti con oggetti
- Un componente che a ogni invocazione restituisce il successivo numero di una sequenza (es. numeri primi)
 - Realizziamolo con (la parte statica di) una classe
- Possiamo *garantire l'incapsulamento*
 - In Java possiamo specificare esplicitamente cosa debba essere privato e cosa invece pubblico

Java e Classi 50

UNA CLASSE PER I NUMERI PRIMI

```
public class NumeriPrimi {
    private static int lastPrime = 0;
    private static boolean isPrime(int p)
        { ... }
    public static int nextPrime()
        { ... }
}
```

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

Java e Classi 51

UNA CLASSE PER I NUMERI PRIMI

```
public class NumeriPrimi {
    private static int lastPrime = 0;
    private static boolean isPrime(int p) {
        ... determina se è primo
    }
    public static int nextPrime() {
        ... incrementa di 2 e controlla se è primo
    }
}
```

Provare a definire un'altra classe `EsempioPrimi` che definisca un `main` che usi `nextPrime()`

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

Java e Classi 52

UNA CLASSE PER I NUMERI PRIMI

Seconda 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 restituito dalle procedure*

Java e Classi 53

CLASSI COME ADT

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

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

Java e Classi 55

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 "schema" per costruire oggetti (parte non-statica)
- **oggetti**
 - entità dinamiche costruite al momento del bisogno secondo lo "schema" fornito dalla parte "Definizione ADT" di una classe

Java e Classi 54

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;
    }
}
```

Unico costrutto linguistico per dati e operazioni

Dati

Operazioni (comportamento)

Java e Classi 56

ESEMPIO: LA CLASSE Counter

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

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

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

Dati

Operazioni (comportamento)

Unico costrutto linguistico per dati e operazioni

Java e Classi 57

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();
```

Java e Classi 59

OGGETTI IN JAVA

- Gli OGGETTI sono componenti "dinamici": vengono creati "al volo", 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*!

Java e Classi 58

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` in C)

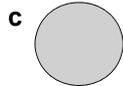
Esempio:

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

Java e Classi 60

RIFERIMENTI A OGGETTI

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



Java e Classi 61

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 dereferencing esplicito:

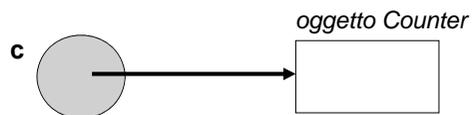
```
c.inc(); x = c.getValue();
```

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

Java e Classi 63

RIFERIMENTI A OGGETTI

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

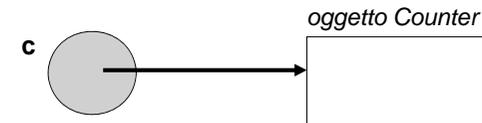


- L'oggetto Counter viene poi creato dinamicamente, quando opportuno, con `new`
- ```
c = new Counter();
```

Java e Classi 62

## 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*

Java e Classi 64

## 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
- possibile 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!

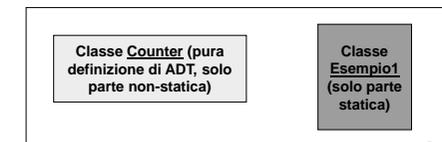
*Mantiene la potenza dei puntatori disciplinandone l'uso*

Java e Classi 65

## 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)



Java e Classi 67

## CREAZIONE DI OGGETTI

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

è un riferimento, il cui tipo è `Counter` e che fa da modello per creare l'oggetto

L'operatore `new` (simile a `malloc`) crea l'oggetto di tipo `Counter` ma però creato dinamicamente solo in un secondo momento, quando serve, mediante l'operatore `new`

Esempio:

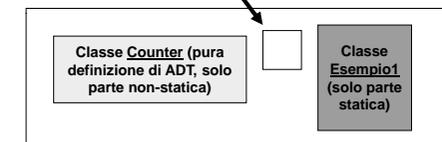
```
Counter c;
...
c = new Counter(); // creazione oggetto
```

Java e Classi 66

## 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`



Java e Classi 68

## 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!*

Java e Classi 69

## ESEMPIO: COSTRUZIONE

- Queste due classi devono essere scritte *in due file distinti*, di nome, rispettivamente:

- Esempio1.java (contiene la classe Esempio1)

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
```

Java e Classi 71

## 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
```

Java e Classi 70

## 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
```

Java e Classi 72

## 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 *irrelevante*, non esiste un concetto di *dichiarazione* che deve precedere l'uso!

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

Java e Classi 73

## RIFERIMENTI A OGGETTI

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

Java e Classi 75

## 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

Java e Classi 74

## 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;
```

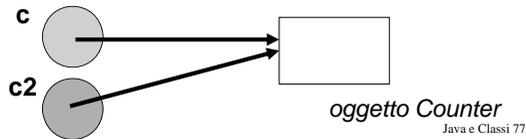
Definizione con inizializzazione a `null`

Java e Classi 76

## 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!**



Java e Classi 77

## ESEMPIO

```
public class Esempio3 {
 public static void main(String[] args){
 // Novità di Java: le definizioni di
 // variabile possono comparire
 // ovunque nel programma, non più
 // solo all'inizio.
 Counter c1 = new Counter(); // c1 vale 1
 System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
 Counter c2 = c1; // Ora c2 coincide con c1!
 c2.inc(); // Quindi, se si incrementa c2 ...
 System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
 System.out.println("c2 = " + c2.getValue());
 }
} // ... risultano incrementati entrambi!
```

Java e Classi 79

## ESEMPIO

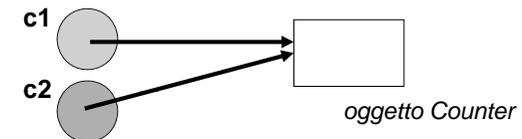
```
public class Esempio3 {
 public static void main(String[] args){
 Counter c1 = new Counter(); // c1 vale 1
 c1.reset(); c1.inc();
 System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
 Counter c2 = c1; // Ora c2 coincide con c1!
 c2.inc(); // Quindi, se si incrementa c2 ...
 System.out.println("c1 = " + c1.getValue());
 System.out.println("c2 = " + c2.getValue());
 }
} // ... risultano incrementati entrambi!
```

Java e Classi 78

## UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

*Quale significato per `c1==c2`?*

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



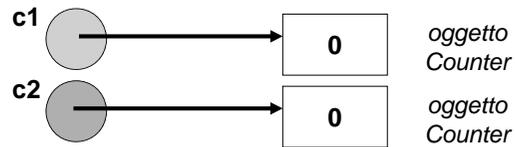
- qui, `c1==c2` è true

Java e Classi 80

## UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

*E se creo due oggetti identici?*

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



- il contenuto *non conta*: `c1==c2` è **false**!

Java e Classi 81

## 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.

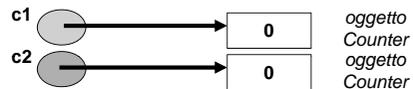
- contenuto uguale: `c1.equals(c2)` è **true** purché la classe `Counter` definisca il suo concetto di "uguaglianza"

Java e Classi 83

## 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"

Java e Classi 82

## UGUAGLIANZA FRA OGGETTI

La classe `Counter` con `equals()`

```
public class Counter {
 private int val;

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

 public Counter() { val = 0; }
 public Counter(int v) { val = v; }
 public int getValue() { return val; }
}
```

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

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

Java e Classi 84

## 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 *passare per valore un riferimento* significa passare per riferimento l'oggetto puntato!

Java e Classi 85

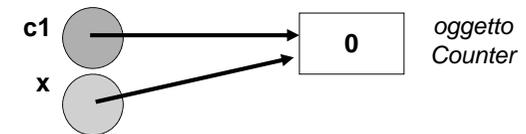
## PASSAGGIO DEI PARAMETRI

### Esempio:

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

### Il cliente:

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



Java e Classi 87

## 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!

Java e Classi 86

## 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*

Java e Classi 88

## COSTRUTTORI

### Il costruttore:

- ha un nome fisso, uguale al nome della classe
- non ha tipo restituito, 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*

Java e Classi 89

## 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

Java e Classi 91

## 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

Java e Classi 90

## COSTRUTTORE DI DEFAULT

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

- viene usato per inizializzare oggetti *quando non si specificano valori iniziali*
- **esiste sempre**: se non lo definiamo noi, *ne aggiunge uno il sistema*
- però, il costruttore di default definito dal sistema *non fa nulla*: quindi, è *opportuno definirlo sempre!*

Java e Classi 92

## COSTRUTTORI - NOTE

- Una classe destinata a fungere da schema per oggetti *deve definire almeno un costruttore pubblico*
  - in assenza di costruttori pubblici, oggetti di tale classe *non* potrebbero essere costruiti
  - il costruttore di default definito dal sistema è *pubblico*
- È possibile definire costruttori non pubblici per scopi particolari

Java e Classi 93

## 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*
- Questa possibilità si chiama *overloading* ed è di grande utilità per catturare situazioni simili senza far proliferare nomi inutilmente

Java e Classi 95

## COSTANTI

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

```
final int DIM = 8;
```
- Deve obbligatoriamente essere *inizializzata*
- Questo è il solo modo di definire costanti
  - infatti, *non esiste preprocessore*
  - non esiste `#define`
  - non esiste la parola chiave `const`
- Convenzione: nome *tutto maiuscolo*

Java e Classi 94

## 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 getValu() { return val; }
}
```

Operatore `inc()`  
senza parametri

Operatore `inc()`  
con un parametro

Java e Classi 96