Programmazione Orientata agli Oggetti

Introduzione al Linguaggio di Programmazione Java

Sommario

- Breve riassunto della storia del linguaggio Java
  - Motivazioni del linguaggio e scelte progettuali
  - Versione di Riferimento
- Macchina virtuale JVM
- La portabilità e la piattaforma Java
- Librerie Standard Java
- Java vs C
- Java vs C++
- Controllo del Flusso
- Tipi di dato primitivi
  - Un tipo molto particolare: **`String`**
- Errori a tempo di compilazione e di esecuzione
- Diagnostica in Java vs in C
- Limiti del Paradigma Procedurale

Breve Storia (1)

- Java è un linguaggio di programmazione sviluppato dalla Sun Microsystems e pubblicato nella sua versione 1.0 nel 1995
- Lo sviluppo di Java iniziò nei primi anni '90 sotto la guida di James Gosling
  - Inizialmente il nome del linguaggio era *Oak* (quercia)
  - ed era pensato per sistemi embedded (televisori, sportelli bancomat, palmari, ecc...)
- Verso il 1993 l'interesse verso i dispositivi embedded, per cui Java era stato pensato, crollò
  - Java aveva (ben presto!) perso il suo originale e principale dominio di applicazione!

Breve Storia (2)

- Tuttavia, sempre nel 1993, la NCSA rilasciò *Mosaic*
  - Uno dei primi browser con interfaccia grafica
  - Rese più accessibile Internet
- Il team di Java decise allora di dedicarsi allo sviluppo di un sistema embedded per i browser: le **applet**
  - Le applet sono/erano piccole applicazioni che potevano essere eseguite all'interno del browser
    - Lo scopo era quello di arricchire le pagine web tramite l'uso di contenuto interattivo
- Perché il concetto era rivoluzionario? il codice veniva scaricato da remoto ed eseguito (in maniera sicura) localmente. *Javascript* non c'era ancora...
- Ci fu un significativo effetto traino. Ma oggi, quanti sanno cosa sia un'applet?

Breve Storia (3)

- Le applet sono ormai obsolete
  - Ma cavalcando gli anni della diffusione di massa di internet, hanno sicuramente contribuito a rendere Java uno dei linguaggi più popolari tra gli sviluppatori dell'epoca

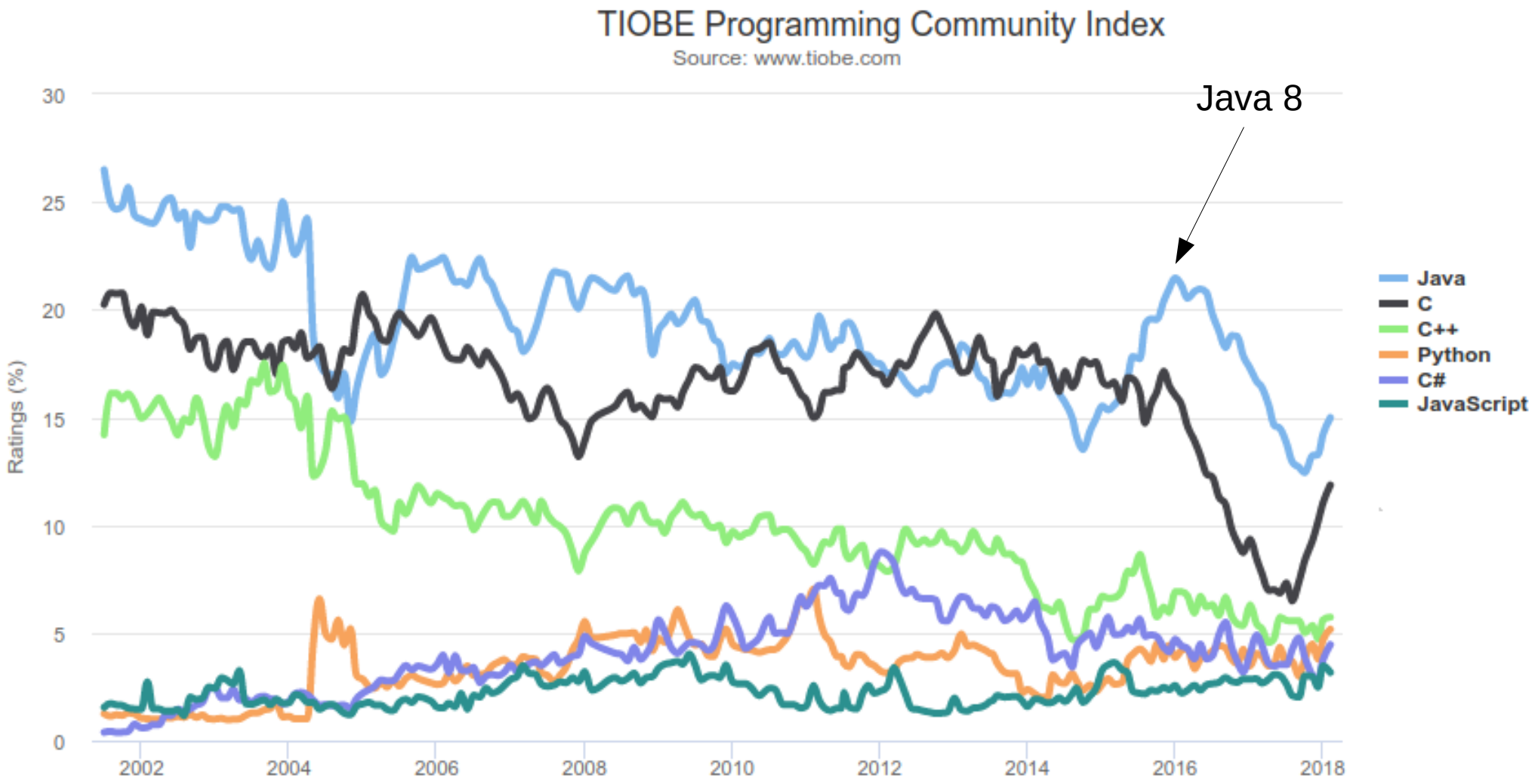
- La popolarità e diffusione di Java sono dovuti a molti fattori
- Tra i principali sicuramente l'incremento di produttività dei programmatori che lo adottarono

- Java semplifica alcuni aspetti rispetto al C/C++
  - possiede un gran numero di strumenti facenti parte della *piattaforma* che semplificano grandemente lo sviluppo
  - riduce significativamente il livello di *expertise* necessario ad un programmatore per essere produttivo
  - In sintesi, Java ampliò la disponibilità di manodopera (>>)

Breve Storia (4)

- Oltre 20 anni dopo la nascita e la sua diffusione di massa, rimane molto adottato sia nell'industria che nell'accademia
- Talvolta forse addirittura con eccessivo entusiasmo (RM3!)
- Ha conosciuto nuovi ed importanti ambiti di utilizzo
  - Applicazioni su Web
  - Sistemi embedded
  - App Android
  - E molti altri ancora ("*3 Bilion Devices Run Java*")
- Vari motivi dietro la *durata* di questo successo (>>)
  - pur avendo accumulato molti difetti, ha saputo innovarsi senza rompere la retro-compatibilità, che rimane un obiettivo dogmatico nonostante il succedersi di numerose nuove versioni, talune anche molto innovative

Quanto è Popolare Java?



https://www.tiobe.com/tiobe-index/

Da Java 1 a Java 11 in 25 Anni

- Java 1.0: 1995, la prima versione di Java
- Java 1.1: 1997, Inner Classes e Reflection
- Java 1.2: 1998, Just In Time Compiler introdotto nella JVM di Sun, Java Collections Framework
- Java 1.3: 2000
- Java 1.4: 2002
- Java 1.5 / 5: 2004, Generics, Auto boxing/unboxing, Enum, Varargs, for each loop
- Java 1.6 / 6: 2006
- Java 1.7 / 7: 2011

- Java 1.8 / 8: 2014, “Deriva funzionale”, lambda expressions
- Java 9: 2017, “Moduli”

(Cambio politica dei rilasci, ora accellerati)

- Java 10: 2018
- Java 11: 2019
- … e molto presto seguiranno altre: obiettivo rilasci semestrali

La Portabilità di Java

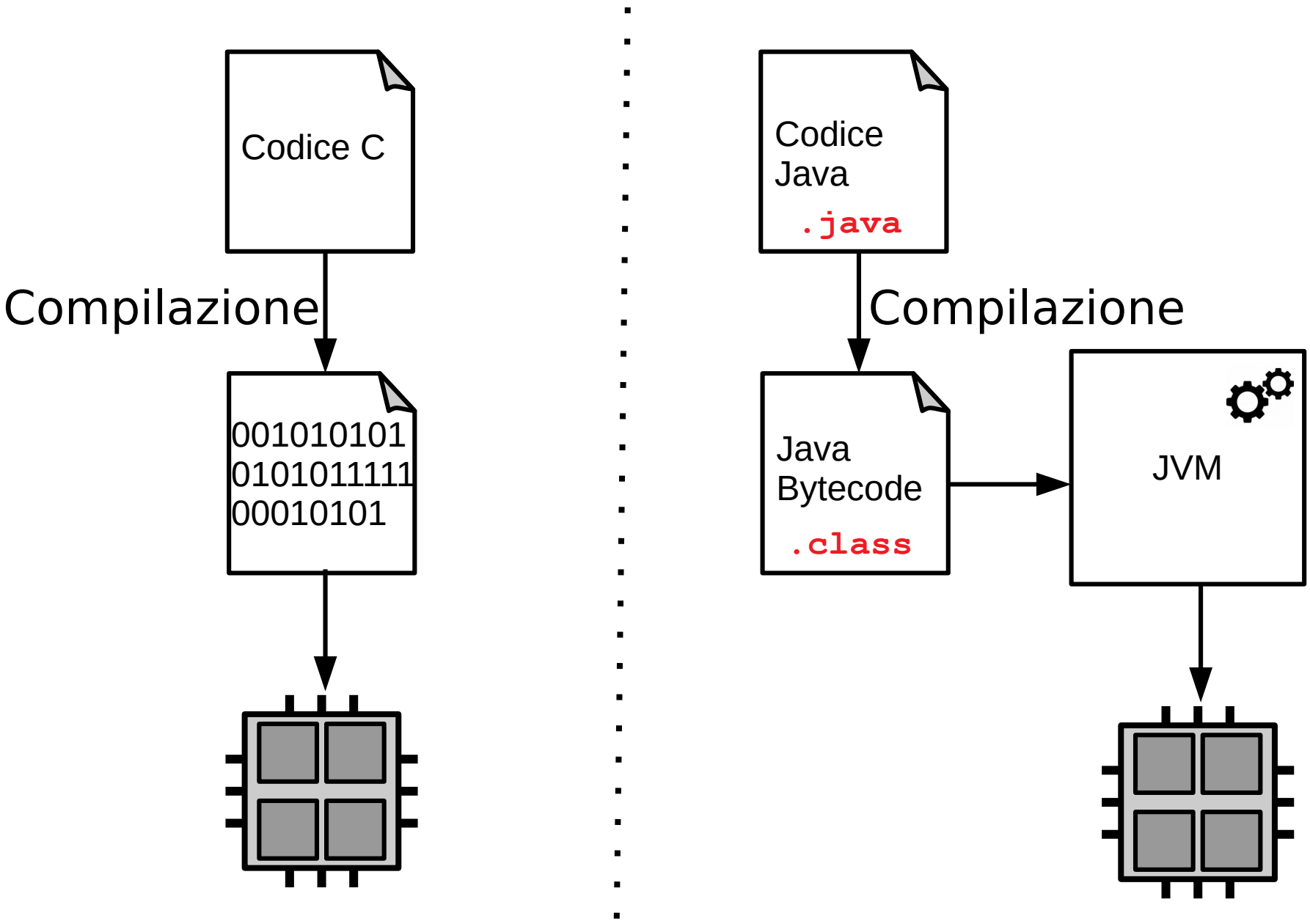
- Java ha rivoluzionato il concetto di portabilità
- Uno dei principi fondamentali di Java
  - *Write Once Run Anywhere*
  - Un programma Java può essere eseguito su tutte le piattaforme che supportano Java *senza dover ricompilare il codice* per quella specifica piattaforma
- Java è infatti nato come un linguaggio interpretato
  - Il risultato della compilazione è il cosiddetto *Bytecode*: codice oggetto che può essere eseguito da un processore virtuale noto come *Java Virtual Machine (JVM)*

JVM vs Codice Nativo

- Una JVM è, banalizzando, un processore “software”
- Programma in grado di interpretare ed eseguire codice oggetto Java (bytecode) letto da file di estensione **`.class`**
  - I dispositivi che supportano Java forniscono una implementazione della JVM per il sottostante hardware

- Il Bytecode può essere eseguito su qualunque computer che disponga di una implementazione della JVM
  - Al contrario, i compilatori C generano codice *nativo* eseguibile *solo* su un particolare hardware
  - Un programma C deve essere *ricompilato* per ogni piattaforma su cui si desidera eseguirlo

Compilazione Nativa vs JVM



Java e Portabilità

- Java è supportato praticamente da tutti i sistemi operativi più diffusi (Mac OS, Windows, Linux)
- E da altrettante piattaforme hardware
  - Lo stesso programma Java può essere eseguito su tutte le piattaforme che dispongono di una JVM
  - Senza bisogno di ricompilarlo!
    - Basta spostare i file .class
- Java permette di scrivere programmi altamente portabili
  - Senza preoccuparsi di quali operazioni siano supportate da quali piattaforme
  - N.B. Tuttavia le piattaforme sottostanti sono diverse, e talvolta rimane possibile osservarne le differenze anche programmando in Java
    - Ad es. nomi dei file (>>)

Java e Portabilità: Dov'Eravamo Rimasti? Il Linguaggio C...

- Ad esempio, il seguente codice in C ha un comportamento indefinito

```
int i = 127;
i = i++;
```

- In C la rappresentazione dei tipi predefiniti non possiede una dimensione fissata da uno standard
  - Un **`int`** è grande quanto la parola del microprocessore usato. Rappresentazione degli interi a 8, 16 o 32 bit? Dipende dalla piattaforma: possibile overflow!
  - Se **`++`** viene eseguito prima dell'assegnazione allora il valore in **`i`** sarà 1 (incrementa **`i`** a 2 ma il risultato, assegnato a **`i`**, è 1)
  - Se **`++`** è eseguito dopo l'assegnazione allora il valore in **`i`** sarà 2.
- Il comportamento dipende *anche* dalla precedenza data dal compilatore alle diverse operazioni

Portabilità del Codice Java

- In Java la sintassi e la semantica del linguaggio è ben definita e coerente su tutte le implementazioni della JVM
- Sono descritte in un documento noto come

  Java Language Specification
  - Eventuali ambiguità residuali sono progressivamente identificate, quindi rimosse e/o accettate
- Le istruzioni non dipendono da una particolare piattaforma
  - rimangono le stesse per ogni piattaforma hardware

Librerie di Java

- Altro principale motivo del successo di Java: distribuizione congiunta linguaggio e librerie

  Piattaforma Java = Linguaggio + Compilatore + Librerie +...

- In C la libreria standard permette di gestire
  - la memoria (**`malloc`**, **`free`**, ...)
  - l'I/O (**`FILE`**, **`printf`**, **`scanf`**, ...)
  - le stringhe (**`strcpy`**, **`strcat`**, ...)
  - ecc. ecc....
- Ma non esiste il supporto per liste, insiemi, array associativi ecc. ecc.
- Tutto si può aggiungere ma...

Librerie Standard di Java

- In Java quasi tutto quello di cui si ha bisogno è già presente nella libreria del linguaggio distribuita assieme al compilatore ed all'ambiente di esecuzione
  - Le collezioni sono presenti in Java da anni
  - Librerie spesso sviluppate da esperti del settore
  - Usate e testate da migliaia di utenti
- Rarissimo che si trovino ancora bug di significativo impatto pratico
- Queste librerie sono >*sempre*<, *invariabilmente,* meglio delle nostre implementazioni "artigianali"

Filosofia Java vs C (1)

- Al giorno d'oggi alcune differenze tra il linguaggio C ed il linguaggio Java (che pure deriva dal primo), si possono interpretare correttamente solo considerando le differenze nella filosofia di fondo da cui scaturirono i due linguaggi
- A sua volta queste derivano dalle differenze negli obiettivi
- A sua volta queste differenze negli obiettivi nascono dalle differenze nel contesto in cui i due linguaggi sono nati
  - C: nato in cui contesto in cui le risorse di calcolo erano scarse
  - Java: era già chiaro che le risolse di calcolo sarebbero state sempre meno un problema per gli applicativi ordinari
  - Il vero problema (per l'industria) erano i programmatori!
- C: linguaggio di *medio* livello di astrazione
  - Ideato per scrivere parti dei S.O.
- Java: linguaggio di *alto* livello di astrazione

Filosofia Java vs C (2)

- Java nasce cercando di correggere in tal senso i più evidenti difetti dei linguaggi C/C++ rispetto agli obiettivi all'epoca sentiti come più nuovi ed urgenti
- C: prestazioni e controllo anzitutto
  - meglio veloce/compatto che semplice e portabile
  - non fare nulla se non è richiesto esplicitamente dal programmatore a cui si lascia il controllo diretto e quasi totale dell'esecuzione
- Java: semplice e portabile anzitutto
  - evitiamo gli errori più comuni anche se farlo costa, in generale, e non serve sempre: semplicità piuttosto che prestazioni e portabilità piuttosto che controllo totale
  - togliamo al programmatore alcune responsabilità, soprattutto quelle più faticose da gestire correttamente (es. gestione memoria)

Java vs C++

- Alcune volte Java sembra veramente limitarsi a *rimuovere* alcune possibilità aggiuntive offerte dal linguaggio di programmazione C++
  - Il vero competitor iniziale di Java, più del linguaggio C...
    - Perché nasce per supportare lo stesso paradigma (>>)
  - Java rimuove (e non rimpiazza) i costrutti del linguaggio C++ più discutibili rispetto gli obiettivi della piattaforma Java stessa
    - I costrutti rimossi non sono strettamente indispensabili e rendono il linguaggio più utile solo per pochissimi esperti
    - Contemporaneamente, però, finiscono per renderlo più difficile da utilizzare correttamente da parte di tutti gli altri
- Ad es. in Java non esiste
  - Ereditarietà multipla delle implementazioni (sino Java 7)
  - Operator overloading
  - Costruttore di copia
  - Passaggio di parametri per variabile/riferimento
  - Puntatori/Aritmetica dei puntatori...

Un Programma Java

- La sintassi è simile al C perché ideata per esserlo
  - con lo scopo di attrarre il parco programmatori del linguaggio Java, che non furono “sorpresi” dalla nuova sintassi
  - Java è il più famoso linguaggio *C-like* ma ne esistono altri (C++)
- Ogni programma inizia con l’esecuzione del cosidetto *metodo* statico **`main()`** esattamente come in C l’esecuzione comincia dalla *funzione* statica **`main()`**
- Curiosamente i nuovi linguaggi (tra tutti Scala) che cercano di “scalzare” Java, usano tattiche simili, se non addirittura più efficaci
  - Compatibilità con la JVM

Programma in C vs Java (1)

- Un programma che stampa tutti gli argomenti passati da linea di comando
- In C:

```
#include<stdio.h>
int main(int argc, char *argv[]) {
   int i = 0;
   for (i=0; i<argc; i++)
      printf("%s\n", argv[i]);

   return 0;
}
```

Programma in C vs Java (2)

- In Java (scriviamo un file **JavaApp.java**):

```
public class JavaApp {
    public static void main(String[] args) {
        for (int i=0; i<args.length; i++)
            System.out.println(args[i]);
    }
}
```

Per eseguirlo (da linea di comando):

```
$ javac JavaApp.java
$ java JavaApp ciao mondo
$ ciao mondo
```

Compilazione in ByteCode

Esecuzione tramite la JVM

Metodo `main()`

- Ogni programma Java inizia con l'esecuzione del **`main()`**
  - La dichiarazione del metodo *deve* essere preceduta dalla parola chiave **`static`**
  - N.B. usiamola per questo scopo ma dimentichiamoci della sua esistenza per le lezioni a venire (>>)
- Il **`main()`**
  - Non restituisce alcun valore
    - Il suo tipo di ritorno è **`void`**
  - Prende in ingresso un array di stringhe
    - **`String[] args`**
  - argomento passato da linea di comando a sostituire la coppia di parametri in C
    - **`char *argv[]`**
    - **`int argc`**

Java: Produrre Stampe

- Per stampare sullo schermo è possibile usare

  `System.out.println( <valore> )`

- **`println`** stampa **`<valore>`** e si posiziona su una nuova riga

- Il tipo del parametro attuale di **`println()`** può essere qualsiasi:
  - **`int, boolean, float, double, String`**, ...

Tipi di Dato Primitivi Java

- N.B. a differenza che nel linguaggio C, la dimensione della rappresentazione di questi tipi di dato primitivi non dipendono dalla piattaforma, ma sono fissati (per sempre) nella JLS
- Java supporta i seguenti tipi primitivi
  - **`int`**
    interi a 32 bit (da -2^{31} a $2^{31} - 1$)
  - **`long`**
    interi a 64 bit (da -2^{63} a $2^{63} - 1$)
  - **`char`**
    caratteri in codifica UTF-16 (alfabeto latino, arabo, greco, cinese, giapponese, ecc....)
  - **`float`**
    numeri in virgola mobile a 32 bit
  - **`double`**
    numeri in virgola mobile a 64 bit
  - Altri tipi di dato primitivi meno usati ...

Dichiarazione di Variabili

- Per dichiarare una variabile si usa la seguente sintassi: **<tipo> <nome>;**

```
int eta = 18;
```

- Java è case sensitive quindi **eta** != **Eta** != **eTa** != **ETA** != ...
- Per evitare ambiguità (differentemente dal linguaggio C), ad *ogni* variabile deve essere assegnato un valore prima del suo utilizzo
- In caso contrario la compilazione non andrà a buon fine

Tipo Booleano in Java

- A differenza di quanto accade nel linguaggio C, Java ha un tipo dedicato per le variabili booleane:
  - **`boolean`**

    variabili di tale tipo possono avere solo due valori: **`true`** e **`false`**

- Java offre i gli operatori logici *and* e *or* con la seguente sintassi:
  - And: **`&&`**
  - Or: **`||`**

Sistema dei Tipi Java

- Ogni variabile ha un certo tipo e può assumere solo valori appartenenti al *dominio* di quel tipo
  - Il tipo di una variabile deve essere specificato al momento della sua dichiarazione

```
int eta = 18;
```

  - Se ad una variabile si assegna un valore non appartenente al dominio del suo tipo si genera un errore durante la compilazione

```
eta = false;
```

- Il comportamento di Java e C sono simili
- Sono entrambi linguaggi *staticamente* tipati
  - ✔ già durante la compilazione deve essere noto il tipo di ogni dato utilizzato

Il Tipo di Dato `String`

- Java introduce il tipo di dato **`String`** per rappresentare stringhe
  - **`String`** non è un tipo di dato primitivo (come ad es. **`int`**, **`double`**, …)
  - Le stringhe, per diffusione ed importanza, hanno da subito meritato un supporto molto particolare dal linguaggio (e dal compilatore)
  - si volevano attirare programmatori non esperti facilitando l'utilizzo delle stringhe
    - È possibile dichiarare una variabile di tipo **`String`** ed assegnargli un valore come segue:

```
String nome = "Bob";

System.out.println(nome); // stampa Bob
```

String

- I letterali di tipo stringa sono compresi tra doppi apici
  - **`"una stringa"`**
- A differenza di C, è possibile assegnare più volte ad una variabile di tipo **`String`** un letterale di stringa

```
String nome = "Bob";
nome = "Alice"; // ok
System.out.println(nome); // Stampa Alice
```

- Molte operazioni sulle stringhe offerte direttamente dalle librerie Java distribuite con la piattaforma (>>)

Controllo del Flusso

- Le istruzioni per il controllo del flusso sono le stesse del C
  - La sintassi è esattamente la stessa

- Sono quindi presenti
  - **`if`** e **`else`**
  - **`switch`**, **`break`**
  - **`for`**, **`while`**, **`do while`**
    - **`break`** e **`continue`**

Controllo del Flusso

- Essendo presente il tipo **`boolean`**, le condizioni sono sempre espresse su espressioni di tipo **`boolean`**

```
int i = 0;
if (i) { … }
```

- In Java NON compila
- In C è prassi comune eseguire controlli direttamente su espressioni di tipo **`int`**

```
char stringa[] = "null terminated";
int c = 0;
while (stringa[c]) {
  printf("%c\n", stringa[c]);
  c++;
}
```

Errori: Tempo di Compilazione vs Tempo di Esecuzione

- Due momenti ben distinti in cui si può riscontrare un errore in un programma
  - A *tempo di compilazione*
  - A *tempo di esecuzione*
- La rapida risoluzione degli errori in tempi brevi, è importante per la produttività
- La diagnostica dovrebbe sempre riportare il motivo dell'errore e la posizione esatta in cui si è verificato
- La diagnostica del C talvolta risulta “vaga”
  - Soprattutto per gli errori a tempo di esecuzione

```
Segmentation fault
```

Diagnostica

- La diagnostica è decisamente uno dei principali punti forti della piattaforma Java
- Permette di trovare gli errori di entrambi i tipi per risolverli tempestivamente, così riducendo:
  - i tempi di ricerca degli errori (debugging)
  - i costi
- Buona parte di questi vantaggi (soprattutto a tempo dinamico) derivano dall'adozione di un processore virtuale (JVM)
- Ottenere le stesse funzionalità con un processore fisico è decisamente più ostico
- Consiglio:

Abituarsi fin da subito ad un uso ossessivo della diagnostica

Errori a Tempo di Compilazione

```
public class Prova {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("hi")
    }
}
```

```
Exception in thread "main" java.lang.Error:
Unresolved compilation problem:
Syntax error, insert ";" to complete
BlockStatements
```

Dove si è verificato

Il problema

```
at Prova.main(Prova.java:3)
```

Errori a Tempo di Esecuzione (1)

- Gli errori a tempo di esecuzione sono decisamente più temibili
  - Si verificano durante l'esecuzione del codice, non sono né riconoscibili né prevedibili dal compilatore
  - In Java, gli errori a tempo di esecuzione sono spesso anche detti *runtime-exception*
    - prendendo in prestito il nome del costrutto del linguaggio pensato per gestirli (>>)
- Anche in questo caso la diagnostica è molto precisa

Errori a Tempo di Esecuzione (2)

```
public class Prova {
    public static void main(String[] args) {
        int infinito = 1/0;
        System.out.println(infinito);
    }
}
```

La compilazione va a buon fine ma durante l'esecuzione si ha

```
Exception in thread "main"
java.lang.ArithmeticException: / by zero
```

Dove si è verificato

Il problema

```
at Prova.main(Prova.java:3)
```

Paradigma di Programmazione

- Il *paradigma di programmazione* influenza decisamente il modo di programmare
- Non esiste una definizione comunemente accettata di *paradigma di programmazione*
  (e forse neanche serve...)
- Con un pò di esperienza inter-paradigma risulta facile apprezzare come un linguaggio di programmazione rende un paradigma più semplice da esprimere rispetto ad altri linguaggi
- Il vostro corso di studi ne tiene conto!
  - Procedurale: FdI - I anno (Linguaggio C)
  - Oggetti: POO - II anno (Linguaggio Java)
  - Funzionale: PF - III anno (Linguaggio OCaml)
  - Paradigma Ibrido Oggetti/Funzionale (Scala)

Il Paradigma Procedurale

- Il paradigma procedurale è stato il primo a diffondersi
- La divisione tra dati ed operazioni è tipica dell'hardware moderno (memoria/CPU) e dell’architettura di Von Neumann
  - Tale divisione impone che i dati siano sempre separati dalle operazioni
  - La correlazione tra dati ed il codice che li lavora non è *esplicita*
- Nel paradigma procedurale un programma è specificato come una sequenza di comandi che cambiano lo stato dell’esecuzione, passo dopo passo
- Il C è un linguaggio di programmazione che rende naturale esprimere il paradigma procedurale
- In effetti è un linguaggio “vicino alla macchina”

Limiti del Paradigma Procedurale (1)

- Uno dei maggiori limiti del paradigma procedurale è proprio la *netta* separazione tra dati ed operazioni sugli stessi
  - lo stato è ben distinto e separato dalle operazioni
- Dati e funzioni che li lavorano, sono comunque separati nel codice

```
struct Persona {
    const char* nome;
    int eta;
};

int isMaggiorenne(struct Persona persona) {
    return ( persona.eta >= 18 );
}
```

Limiti del Paradigma Procedurale (2)

- È del tutto legittimo avere operazioni sugli stessi dati in luoghi anche *molto distanti* del codice
- Addirittura incentivata(!) la ripartizione dei due aspetti in file distinti

- La definizione di un tipo di dato in C specifica solo i dati componenti ma non le operazioni che vi si possono applicare
  - queste sono definite altrove e non fanno parte della definizione del tipo di dato

Limiti del Paradigma Procedurale (3)

File: Persona.h

```
struct Persona {
   const char* nome;
   int eta;
};
```

Dati

File: Persona.c

```
void invecchia(struct Persona *p) {
   p->eta = p->eta + 1;
}


int isMaggiorenne(struct Persona p)
{
   return ( p.eta >= 18 );
}
```

Operazioni

- Il tipo di dato **`Persona`** non definisce le operazioni che possono essere eseguite sul tipo stesso