INTRODUZIONE A JAVA

Pietro Di Lena

Università di Bologna

Credits: basate su slide create dal Prof. Angelo Di Iorio

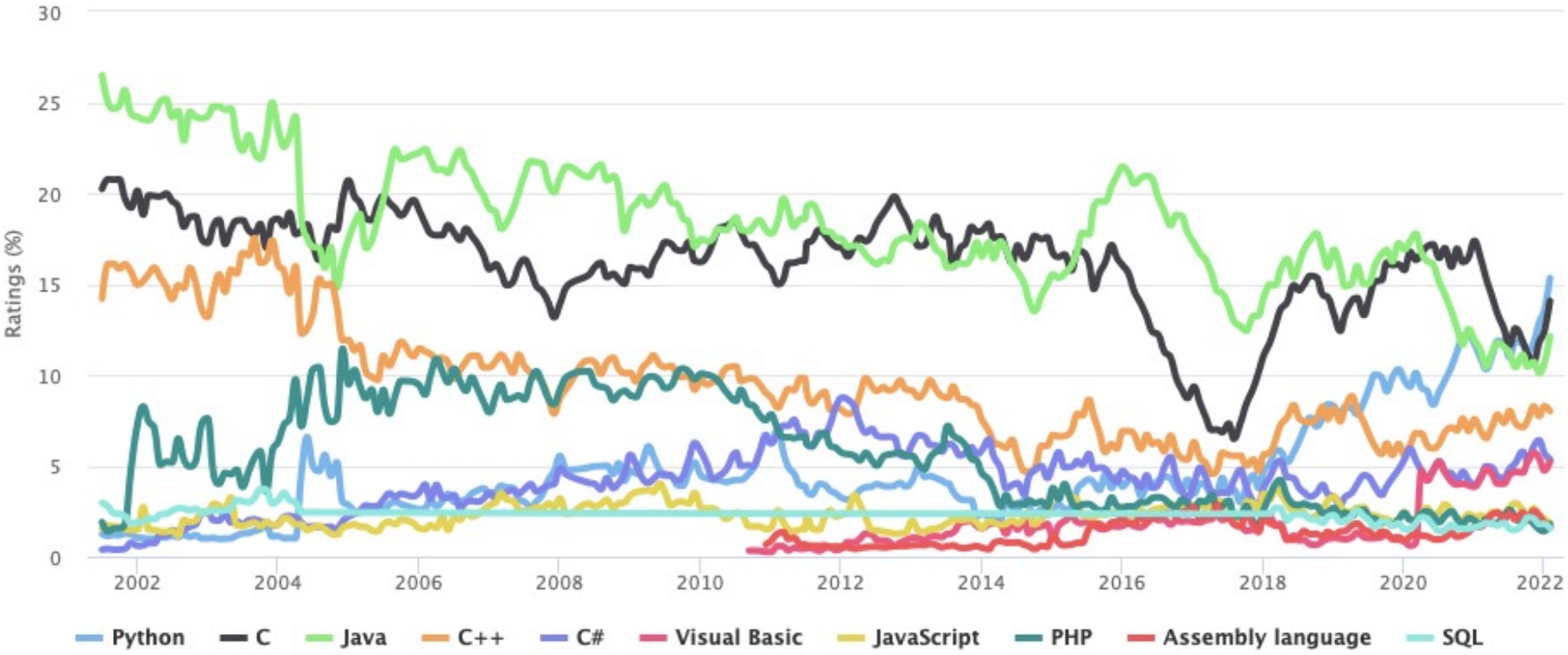
Java in questo corso

- Usiamo Java per implementare strutture dati e algoritmi
- Impariamo ad usare strutture dati built-in nel linguaggio
- Non è un corso completo su OOP e Java
  - trattiamo solo alcuni aspetti utili per il progetto
- Assumiamo conoscenze di base di:
  - programmazione e linguaggi procedurali
  - princìpi di programmazione a oggetti (ma approfondiremo)
- Ambiente di sviluppo: quello che preferite
  - preferenza del docente: terminale Unix
  - IDE suggerita: Eclipse (http://www.eclipse.org/ide/)

Java in queste prime lezioni

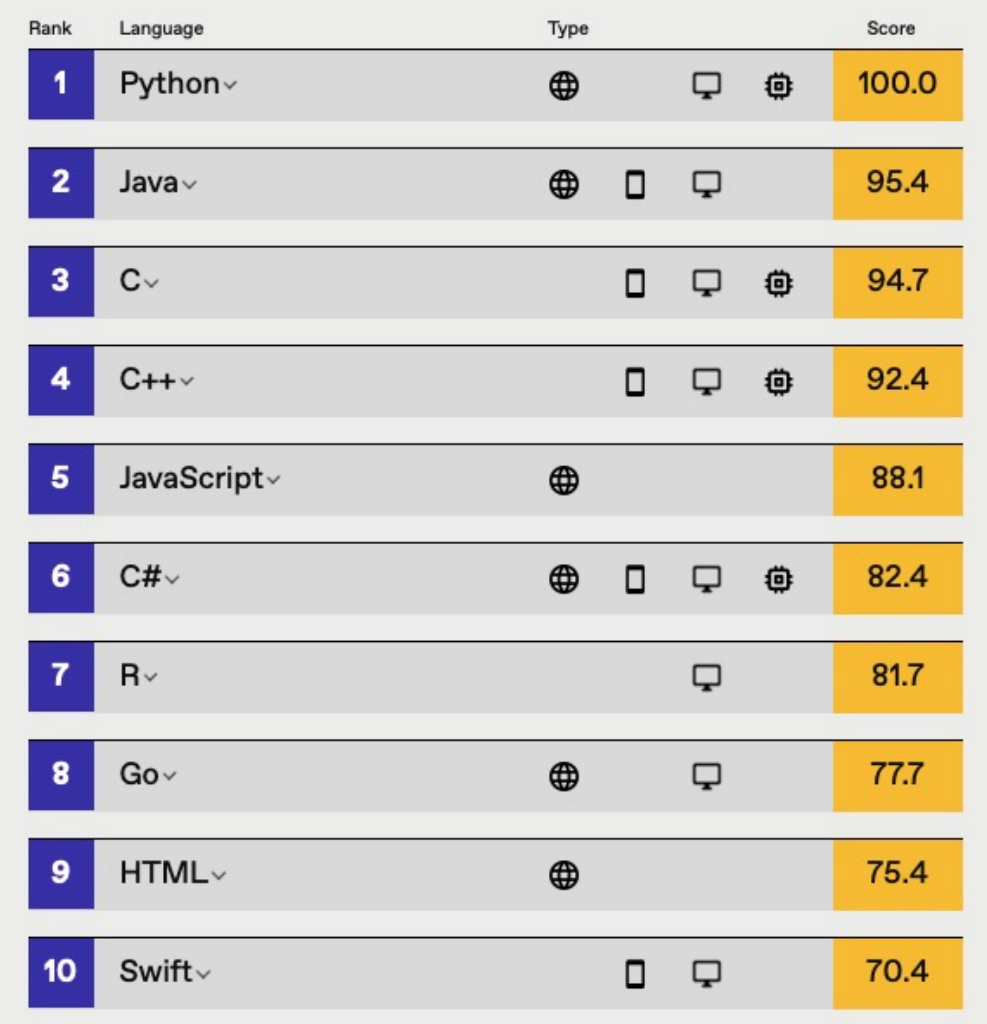
- HelloWorld e ambiente di sviluppo
- Programmazione Object-Oriented
- Organizzazione classi e packages
- Tipi di dato
- **Interfacce**
- **Java Generics**
- Java Collections

Perché Java: TIOBE index



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

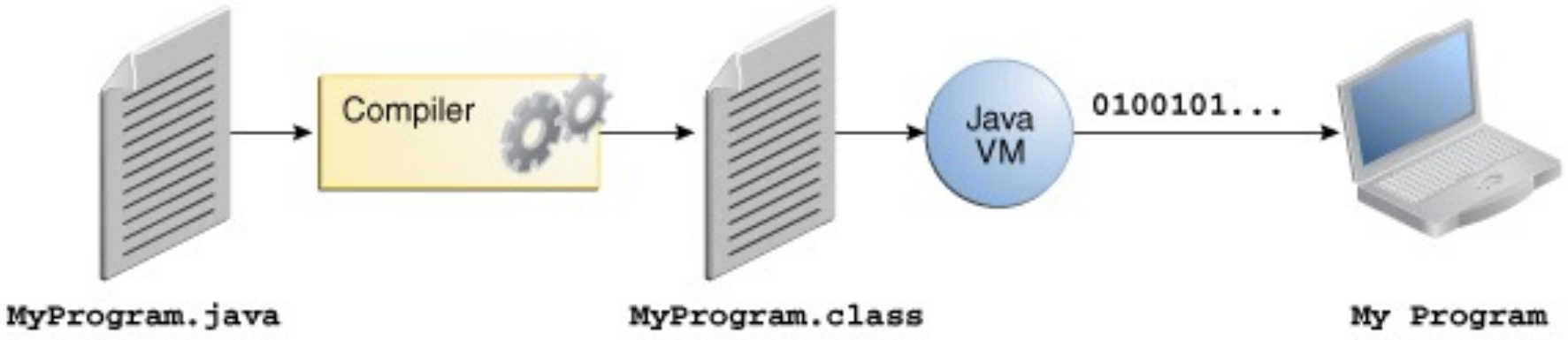
Perché Java: IEEE spectrum



Rank	Language	Type	Score
1	Python		100.0
2	Java		95.4
3	C		94.7
4	C++		92.4
5	JavaScript		88.1
6	C#		82.4
7	R		81.7
8	Go		77.7
9	HTML		75.4
10	Swift		70.4

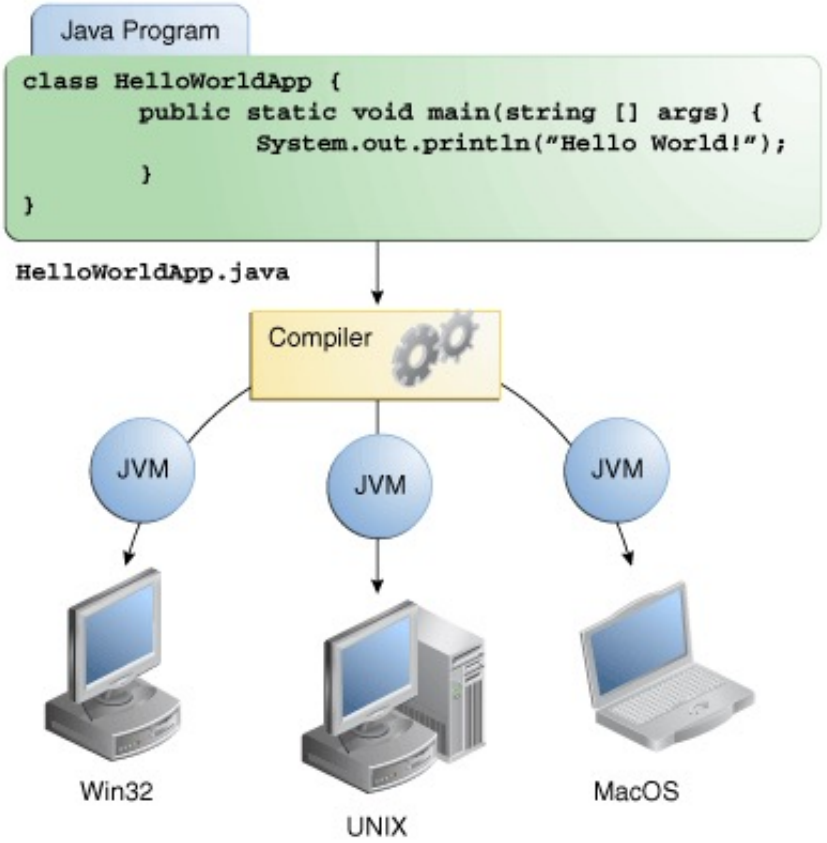
https://spectrum.ieee.org/static/interactive-the-top-programming-languages-2020

Java Development Process



http://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html

Java Virtual Machine



http://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html

Esercizio 0: Hello World in Java

Dichiarazione di classe
Tutti i programmi Java
sono organizzati in classi.

Dichiarazione di metodo
Il metodo `main(...)` è
invocato al "run" della
classe e prende in input
i parametri dell'esecuzione

```
public class HelloWorld {

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

}
```

Invocazione di metodo
`println(...)`

Operatori e strutture di controllo

- Sintassi simile al C per operatori e istruzioni di base:
  - operatori aritmetici, booleani, di confronto, etc.
  - strutture di controllo condizionali: `if`, `else`, `switch`, etc.
  - strutture di controllo iterative: `while`, `for`, etc.
  - Assegnamenti
- Impareremo la loro sintassi tramite esempi

Tipi in Java

- Java è un linguaggio **fortemente tipizzato** (strongly-typed)
  - ogni espressione ha un tipo, che il compilatore usa per controllare la correttezza delle operazioni eseguite

- Il tipo stabilisce l'insieme di valori possibili e di operazioni eseguibili su una variabile:
  - è obbligatorio indicarlo quando si dichiara una variabile

- Due tipi principali:
  - **tipi primitivi**: forniti dal linguaggio (dimensione fissa)
  - **tipi classe**: definiti dal programmatore, associati ad una classe. Descrivono come memorizzare gli oggetti di quella classe e i loro metodi

Sintassi Java

keyword per indicare una "costante"

```
final int KINGS_OF_ROME = 7;

boolean found;

int a = 8;

int b = 2;
int sum;

short c = 10000; // 100000 ?

sum = a + b + c;
```

inizializzazione di default (false)

dichiarazione e assegnamento

classe `HelloVariables`

Commenti?

```
int n = 5;

somma = 0;

for (int i = 1; i <= n; i++) {
        somma += i;
}

System.out.println("Somma: " + somma);
```

classe HelloVariables

Tipi nativi e possibili valori

Tipo	Dim. bit	Default	Min	Max
boolean	1	false	false	true
byte	8	0	-128	127
char	16	‘\u0000’	‘\u0000’ (0)	‘\uffff’ (2^{16}-1)
short	16	0	-2^{15}	2^{15}-1
int	32	0	-2^{31}	2^{31}-1
long	64	0L	-2^{63}	2^{63}-1
float	32	0.0f	~ -3.4E+38	~ 3.4E+38
double	64	0.0d	~ -1.60E+308	~ 1.60E+308

Object-Oriented Programming

- Java è nativamente object-oriented
- La programmazione orientata agli oggetti (OOP) è un paradigma di programmazione pensato per rendere più semplice lo sviluppo, l'evoluzione, la manutenzione e il testing del software
- Un paradigma diverso da quello imperativo (occorre ragionare in modo diverso!)
- Fondamentale per scrivere applicazioni grandi ma utile anche per applicazioni piccole
- Favorisce il riuso

OOP: classi e oggetti

- Un programma è visto come un **insieme di oggetti** che:
  - contengono **valori** e le **funzioni (metodi)** che possono essere invocate per modificare tali valori
  - interagiscono tra di loro
- Un **oggetto** è un'**istanza** di una **classe**
- Una **classe** è un **tipo di dato** definito dal programmatore
  - definisce **campi** e **metodi** degli oggetti di quella classe
- Le classi consentono di:
  - definire il comportamento del dato
  - nascondere l'implementazione (***incapsulamento***)

Incapsulamento

- Un oggetto contiene una parte *pubblica* e una parte *privata* (anche una *protected*, ci torneremo a breve)
  - la parte pubblica è visibile da chi usa l'oggetto
  - la parte privata no
- La parte privata è incapsulata (*information hiding*)
- Si realizza così una netta separazione tra **interfaccia** e **implementazione**
- Se si modifica la parte privata lasciando inalterata quella pubblica si può continuare ad interagire con la parte pubblica senza dover apportare modifiche al codice

Visibilità

- I metodi, e in generale le classi e le variabili di istanza, possono avere diversi livelli di accesso, definiti con apposite keyword prima del nome del metodo:
  - **`public`**: il metodo può essere invocato da tutte le altre classi
  - **`protected`**: il metodo può essere invocato da:
    - sottoclassi della classe corrente (ereditarietà)
    - classi appartenenti allo stesso package
  - **`private`**: il metodo può essere invocato solo da altri metodi della stessa classe; né sottoclassi né altri classi possono accedervi

Esempio: Rettangolo

- Esercizio: definire una classe Java per descrivere un *rettangolo*, che ha una *larghezza* e un'*altezza* (per semplicità, valori interi) e del quale si vuole poter calcolare *perimetro* e *area*.

- Due possibili implementazioni nelle prossime slide

package `rettangoli`

```
public class Rettangolo {
	private int l;
	private int h;

	public Rettangolo(int l, int h) {
		this.h = h;
		this.l = l;
	}

	public int getPerimetro() {
		return (this.l+this.h)*2;
	}

	public int getArea() {
		return (this.l*this.h);
	}
}
```

package rettangoli

```
public class Rettangolo2 {
	private int area;
	private int perimetro;

	public Rettangolo2(int l, int h) {
		this.area = l*h;
		this.perimetro = (l+h)*2;
	}

	public int getPerimetro(){
		return this.perimetro;
	}

	public int getArea(){
		return this.area;
	}
}
```

package `rettangoli`

Istanziare oggetti: costruttore

- Il costruttore è un particolare metodo di una classe che viene invocato al momento della creazione di un oggetto e permette di inizializzare lo stato interno dell'oggetto
- In Java il costruttore deve avere lo stesso nome della classe e non bisogna specificare il tipo di ritorno (ritorna un riferimento all'oggetto appena creato)
- Possono esistere più costruttori con lo stesso nome a patto che abbiano un diverso numero di parametri
- La keyword `new` permette di istanziare un nuovo oggetto invocando il costruttore di una classe

Istanziare oggetti e invocare metodi

```
public class TestRettangoli {

  public static void main(String[] args) {
    Rettangolo  r1 = new Rettangolo(20, 50);
    Rettangolo2 r2 = new Rettangolo2(80, 10);

    System.out.println("Area di r1: "+ r1.getArea());

    System.out.println("Perimetro di r2: "+r2.getPerimetro());

  }

}
```

package rettangoli

Tipi: wrapper e automatic (un)boxing

- In Java è spesso utile, e in alcuni casi obbligatorio, lavorare su oggetti e non su variabili di tipi primitivi
- Java definisce una classe *wrapper* per ogni tipo primitivo
- Queste classi espongono diversi metodi per operare sui dati

Base Type	*Class Name*	*Creation Example*	*Access Example*
boolean	Boolean	obj = new Boolean(true);	obj.booleanValue()
char	Character	obj = new Character('Z');	obj.charValue()
byte	Byte	obj = new Byte((byte) 34);	obj.byteValue()
short	Short	obj = new Short((short) 100);	obj.shortValue()
int	Integer	obj = new Integer(1045);	obj.intValue()
long	Long	obj = new Long(10849L);	obj.longValue()
float	Float	obj = new Float(3.934F);	obj.floatValue()
double	Double	obj = new Double(3.934);	obj.doubleValue()

```
System.out.println("Min Integer:" + Integer.MIN_VALUE);
System.out.println("Max Float:"  + Float.MAX_VALUE);

Integer a = 8; // boxing
int     b = new Integer(2); // unboxing
Integer c = Integer.parseInt("-10");
Double  d = Double.parseDouble("3.14");

Double sum = a + b + c + d;

System.out.println(sum);

if (a.compareTo(b) > 0)      System.out.println("a > b");
else if (a.compareTo(b) < 0) System.out.println("b > a");
else                         System.out.println("a = b");
```

classe HelloWrappers

ORGANIZZAZIONE FILE E PACKAGE

Organizzazione file e packages

- Java usa un approccio semplice ma funzionale per organizzare i file e le classi di un programma: ogni classe è memorizzata in un file separato, con lo stesso nome ed estensione `.java`
- Classi e definizioni (es. enumerazioni) diverse possono essere raggruppate in **packages**
- I nomi dei package sono solitamente in minuscolo e tutti i file appartenenti allo stesso package sono nella stessa directory e contengono l'istruzione

```
package nomePackage;
```

- I package sono organizzati in subpackage, secondo un principio gerarchico

Import e accesso ai package

- Per fare riferimento ad un nome in un package si usa un nome qualificato tramite l'operatore .

```
System.out.println("Hello World")
java.util.Scanner(…)
```

- Per includere classi da un altro package si usa la keyword `import`

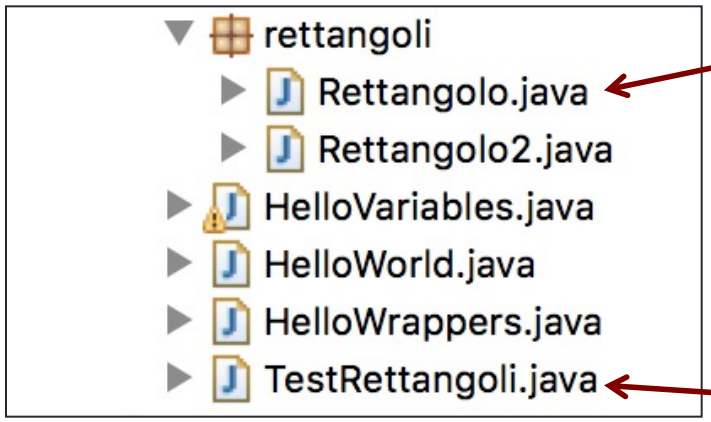
```
import java.util.Scanner;
...
Scanner input = new Scanner(System.in);
```

- Si può importante un intero package se ci si aspetta di usare molte classi (più dispendioso)

```
import java.util.*;
```

Esempio

- Le classi `Rettangolo` e `Rettangolo2` sono organizzate in un package `rettangoli`
- Necessario:
  - Dichiarare l'appartenza al package in ogni classe
  - Importare le classi per usarle in altri package (es. in `TestRettangoli`)




```
package rettangoli;

public class Rettangolo {
…
```

```
import rettangoli.Rettangolo;
import rettangoli.Rettangolo2;

public class TestRettangoli {
…
```

ALTRI TIPI DI DATO UTILI

Classe String

- Java ha una classe built-in per lavorare sulle stringhe: `String`
- `String` è usato per memorizzare sequenze di caratteri, eventualmente vuote
- Sulle istanze di `String` è possibile fare operazioni comuni:
  - concatenazione: operatore `+`
  - calcolo della lunghezza: `.length()`
  - estrazione di sottostringhe: `substring(…)`
  - etc.

- API e dettagli: https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/String.html

Enumeration

- Le enumerazioni sono usate per rappresentare scelte tra un set finito di valori

```
public enum Seme{ CUORI, QUADRI, PICCHE, FIORI };
```

- Una enumerazione è una classe speciale, quindi un tipo
- I valori elencati sono nomi di oggetti pubblici (e statici)

```
Seme  s = Seme.CUORI;
```

- Possono essere quindi passati come parametro

Esercizio

- Implementare in Java una classe `Persona`, caratterizzata da: nome, cognome e cittadinanza, dove la cittadinanza può essere scelta tra ‘Italiana’, ‘EU’, ‘ExtraEU’.

- La cittadinanza deve essere implementata tramite l’enumerazione `Cittadinanza`.

- La classe `Persona` implementa due metodi
  - costruttore
  - `getInfo()`: ritorna una stringa di informazioni, ad es.

    “Mi chiamo Mario Rossi e ho cittadinanza EU”

package `persone`

Vettori in Java

- Un array (vettore) è un contenitore:
  - di dimensione fissa
  - di elementi dello stesso tipo

- Per inizializzare un vettore in Java:

```
Integer[] integers = new Integer[10];
Integer[] integers = {10, 2, 4, 5, 6};
String[] words = {"cane", "gatto", "tacchino"};
```

- La classe *`java.util.Arrays`* (statica) espone metodi per accedere e manipolare vettori

[ci torneremo]

EREDITARIETA'

Ereditarietà

- Spesso è utile definire una classe **in relazione** ad un'altra
- Ci sono molti casi infatti in cui vale la relazione **is-a** tra classi:
  - uno studente è anche una persona
  - un felino è un animale
  - un'auto è un mezzo di trasporto
  - …
- Se abbiamo già definito una classe `Persona` è utile/comodo riusare il codice già scritto in una nuova classe `Studente`:
  - Studente ha tutte proprietà di Persona
  - Studente ha tutti i metodi di Persona, eventualmente modificati
  - Studente può avere altri metodi e altre proprietà
- Uno studente ha nome, cognome, indirizzo, telefono, etc. (come persona) ma ha anche una lista di esami dati e una media voti

Esempio Football

package `football`

Terminologia di base

- La classe che eredita attributi e metodi si chiama **classe derivata**, o **sottoclasse**, o **classe figlio**
- La classe di partenza è la **classe base**, o **classe padre**, o **superclasse**
- Nell'esempio:
  - classe base: `Person`
  - classe derivata: `FootballPlayer`
  - classe derivata: `Goalkeeper`
- Ogni sottoclasse può avere a sua volta sottoclassi, in modo da creare una gerarchia

In Java

- Java usa la keyword `extends` per indicare ereditarietà
- La keyword `super` permette di accedere a variabili istanza e metodi della classe padre
- Ogni classe Java eredita dalla classe Object (ci torneremo a breve)
- Java NON supporta ereditarietà multipla

Variabili di istanza e metodi ereditati

- Ogni **variabile** istanza della classe padre è anche una variabile istanza della sottoclasse
- NON bisogna dichiararle di nuovo
- **Anche se formalmente lecito (diventano variabili diverse) è visto come cattivo stile di programmazione.**
- Le variabili di istanza possono o meno essere accedute dai metodi delle sottoclassi a seconda del valore del loro modificatore (*private*, *protected* o *public*)
- Anche i metodi, ad eccezione di quelli privati, sono ereditati dalle sottoclassi che possono quindi invocarli direttamente

Overriding

- Se un metodo di una classe derivata ha **lo stesso nome** e **gli stessi parametri** (in termini di tipo, ordine e numero) di un metodo della superclasse, esso **ridefinisce** il comportamento della classe
- Java eseguirà il codice del metodo nella sottoclasse (con alcune regole ed eccezioni che vedremo)
- Questo comportamento si definisce **overriding** e va **distinto** da **overloading** che invece permette di definire uno stesso metodo ma con parametri diversi
- Come per i costruttori, il metodo della sottoclasse può invocare il corrispondente metodo della superclasse usando la keyword `super`

```
super.method(…)
```

Object ed ereditarietà

- In Java ogni classe deriva dalla classe `Object`
- `Object` definisce alcuni metodi che sono quindi ereditati da tutte le classi
  - `public String toString()`
  - `public boolean equals(Object obj)`
  - `public int hashCode()`
  - …
- Questi metodi sono troppo generici e potrebbe quindi essere utile ridefinirli in modo appropriato
- **Attenzione alla signature del metodo: i tipi devono essere esattamente gli stessi**
  - `public boolean equals(Object obj){…}`
  - `public boolean equals(Persona persona){…}`

Metodo `toString()`

- Il metodo `toString()` non ha argomenti e restituisce tutte le informazioni relative ad un oggetto in una stringa
- Viene invocato ogni volta che si “stampa” un oggetto
- Il comportamento di default, ereditato da `Object`, produce un risultato poco utile e chiaro, per cui di solito se ne ridefinisce il comportamento (overriding)

toString() derivato da Object

```
public class TestPersone {

   public static void main(String[] args) {

      Persona mrossi   = new Persona("Mario Rossi");
      Persona gbianchi = new Persona("Giuseppe Bianchi",
                                     Cittadinanza.ExtraEU);

      System.out.println(mrossi);
      System.out.println(gbianchi);
   }
}
```

```
persone.Persona@677327b6
persone.Persona@14ae5a5
```

Override di toString()

```
public String toString(){
  return "Mi chiamo " + this.nome +
           " e ho cittadinanza " + this.cittadinanza;
}
```

```
public class TestPersone {
  public static void main(String[] args) {
    Persona mrossi = new Persona("Mario Rossi");
    Persona gbianchi = new Persona("Giuseppe Bianchi",
                                   Cittadinanza.ExtraEU);
    System.out.println(mrossi);
    System.out.println(gbianchi);
      …
```

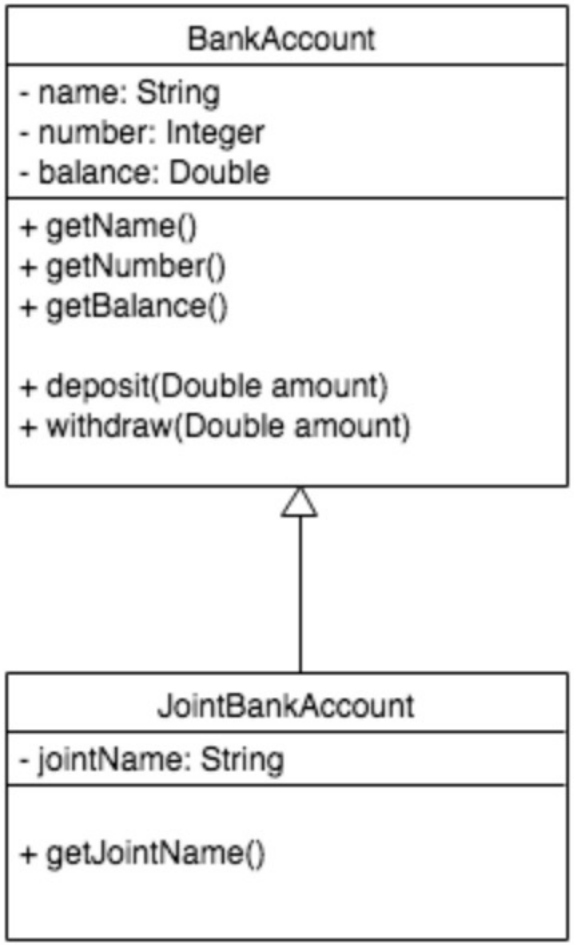
```
Mi chiamo Mario Rossi e ho cittadinanza Italiana
Mi chiamo Giuseppe Bianchi e ho cittadinanza ExtraEU
```

POLIMORFISMO

Polimorfismo

- Il concetto di **ereditarietà** è strettamente legato a quello di **polimorfismo**
- Letteralmente, **polimorfismo** vuol dire **molte forme**
- Qui usiamo il termine per indicare la possibilità di associare più significati (forme) al nome di un metodo
- In una gerarchia di classi, lo stesso metodo infatti può avere **forme diverse**, una per ogni sottoclasse che lo sovrascrive (overriding)
- Questi **metodi** sono detti **polimorfici**
- **Un oggetto può comportarsi come se fosse di più tipi in virtù dell'ereditarietà**

Esempio BankAccount



- Nota: il diagramma non mostra i costruttori e la classe `Object` da cui derivano tutte le classi Java

```
public class BankAccount {

    private int number;
    private String name;
    private double balance;

    public BankAccount(int accountNumber, String ownerName,
                       double initialBalance) {
        this.number = accountNumber;
        this.name = ownerName;
        this.balance = initialBalance;
    }

    public void deposit(double amount) {
        this.balance += amount;
    }
    public void withdraw(double amount) {
        // Withdraw anche da conti in rosso
        this.balance -= amount;
    }

    public double getBalance() { return this.balance;}
    // altri Getter omessi
…
```

package bank

```
public class JointBankAccount extends BankAccount {
  private String jointName;

  public JointBankAccount(int accountNumber,
                          String ownerName, String jointOwner,
                          double initialBalance) {
    super(accountNumber, ownerName, initialBalance);
    this.jointName = jointOwner;
  }

  public String getJointName() {
    return jointName;
  }
…
```

package bank

Metodo polimorfo `toString()`

- Nella gerarchia dei conti bancari ci sono tre versioni (forme) del metodo `toString`
  - quella della classe `Object`. È usata se non facciamo override di nelle sottoclassi
  - una per la classe `BankAccount`
  - una per la classe `JointBankAccount`

- Java decide a run-time la versione da eseguire

Metodo polimorfo `toString()`

BankAccount.java

```
public String toString() {

      return "BankAccount ["  + number + ", " + name +
                                          balance() + "$ ]";
}
```

JointBankAccount.java

```
public String toString() {
      return "JointBankAccount ["  +
         super.getNumber() + ", " + super.getName() + ", " +
           jointName + ", " + super.getBalance() + "$ ]";
}
```

Cosa stampa?

```
public class BankAccountsDemo {
  public static void main(String[] args) {

    BankAccount fred = new BankAccount(123, "Fred", 345.50);

    JointBankAccount fredMary = new JointBankAccount(345,
                                        "Fred", "Mary", 450.65);

    System.out.println(fred);
    System.out.println(fredMary);
  }
}
```

```
BankAccount [123, Fred, 345.5$ ]
JointBankAccount [345, Fred, Mary, 450.65$ ]
```

E' lecito?

```
public class BankAccountsDemo {
  public static void main(String[] args) {

    BankAccount fred = new BankAccount(123, "Fred", 345.50);

    BankAccount fredMary = new JointBankAccount(345,
                                        "Fred", "Mary", 450.65);

    System.out.println(fred);
    System.out.println(fredMary);
  }
}
```

```
BankAccount [123, Fred, 345.5$ ]
JointBankAccount [345, Fred, Mary, 450.65$ ]
```

Dynamic binding (utile?)

- Nell'esempio precedente anche se il **tipo statico** al momento della compilazione è **`BankAccount`** il **tipo dinamico** a run-time è **`JointBankAccount`**
- Java esegue quindi il metodo `toString()` della sottoclasse `JointBankAccount`
- Polimorfismo e dynamic binding sono fortemente collegati (non sinonimi)

Ciclo polimorfo

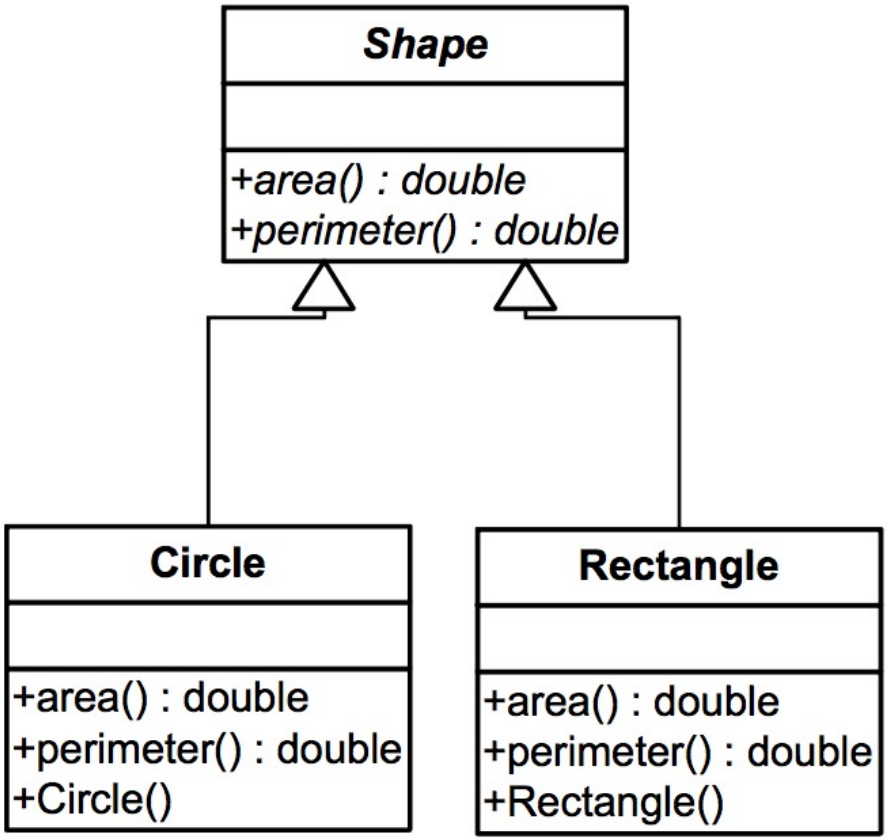
```
public class BankAccountsDemo {

  public static void main(String[] args) {
    BankAccount fred = new BankAccount(123, "Fred", 345.50);

    BankAccount fredMary = new JointBankAccount(345,
                                  "Fred", "Mary", 450.65);

    BankAccount[] accounts = {fred, fredMary};

    for (BankAccount b : accounts) {
      System.out.println(b);
    }
  }
}
```

CLASSI ASTRATTE E INTERFACCE

Classi Astratte

- Ci sono diverse situazioni in cui le classi viste finora non modellano la realtà in modo completamente corretto
- Si consideri la gerarchia in cui le classi `Rectangle` e `Circle` derivano dalla classe `Shape`
- Osservazioni:
  - Non ha molto senso creare istanze di figura geometrica senza sapere di quale figura concreta si tratta
  - Non è possibile calcolare perimetro e area di una figura geometrica senza sapere di quale figura si tratta
  - E' necessario però sapere calcolare perimetro e area di ogni figura geometrica
- Si potrebbe utilizzare ereditarietà e fornire implementazioni vuote per questi metodi

Esempio figure geometriche



package `geometry`

```
public class Shape {
        public double getArea(){ return 0; }
        public double getPerimeter(){ return 0;}
        …
```

```
public class Rectangle extends Shape {
    //variabili e costruttore omessi
    @Override
    public double getArea() {return s1 * s2;}

    @Override
    public double getPerimeter() {return (s1 + s2) * 2;}
…
```

```
public class Circle extends Shape {
        //variabili e costruttore omessi
        @Override
        public double getArea() {return  r * r * 3.14;}

        @Override
        public double getPerimeter() {return 2 * 3.14 * r;}
…
```

Classi Astratte (serve??)

- Chi garantisce che le sottoclassi implementeranno i metodi per calcolare area e perimetro?
- E' corretto dire che una qualunque figura geometrica ha perimetro e area uguali a 0?
- Abbiamo bisogno di un "segnaposto" che definisce comportamenti in modo incompleto e demanda le sottoclassi a completarli
- Usiamo classi **astratte** che indicano **cosa dovrebbe essere comune alle sottoclassi**

Classi Astratte

- Una classe si dice **astratta** se dichiara almeno un metodo senza fornire la sua implementazione
- Questa implementazione **DEVE** essere fornita da ogni sua sottoclasse **concreta**
- La keyword `abstract` permette di dichiarare un metodo astratto
- Se una classe Java ha un metodo astratto, anche solo uno, deve essere dichiarata astratta (con `abstract`)
- Non possiamo creare un oggetto da una classe astratta

Interfacce

- Uno dei punti chiave della programmazione OOP è la separazione tra:
  - **Interfaccia di una classe**: cosa una classe permette di fare e come può essere utilizzata (quali sono i metodi e che *signature* hanno)
  - **Implementazione di una classe**: come una classe funziona internamente
- Conoscendo l'interfaccia di una classe è possibile invocarne i metodi **senza conoscere la loro implementazione**
- In Java le interfacce sono entità a sé stanti che possono essere "usate" da diverse classi

Java Interface

```
public interface IShape {

	//Calcola area
	public double getArea();

	//Calcola perimetro
	public double getPerimeter();
}
```

package geometry

Java Interface

- Un'interfaccia contiene le intestazione dei metodi pubblici
- Può anche definire costanti pubbliche
- Può, anzi dovrebbe, contenere anche commenti per gli utilizzatori dell'interfaccia stessa
- Si definisce con la keyword `interface` (al posto di `class`)
- Per convenzione il nome di un'interfaccia inizia con una lettera maiuscola (come per le classi)

Interfaccia

- Le interfacce contengono solo **prototipi di metodi**
- **NON contengono nessuna implementazione**
- Sono tipi di **classi completamente astratte**
- Una classe può implementare una interfaccia
- Si usa la keywork `implements` per indicare che una classe implementa un'interfaccia
- **Una classe che implementa un'interfaccia DEVE implementare TUTTI i metodi dell'interfaccia**

Implementare un'interfaccia

```
public class Rectangle implements IShape {
    //variabili e costruttore omessi
    @Override
    public double getArea() {return s1 * s2;}

    @Override
    public double getPerimeter() {return (s1 + s2) * 2;}
…
```

```
public class Circle implements IShape {
        //variabili e costruttore omessi
        @Override
        public double getArea() {return  r * r * 3.14;}

        @Override
        public double getPerimeter() {return 2 * 3.14 * r;}
…
```

package geometry

Interfacce multiple

- Una stessa interfaccia può essere implementata da più classi
- Una **classe** in Java può estendere solo un'altra classe ma **può implementare più interfacce**
- Se classi diverse implementano la stessa interfaccia, allora rispetto all'interfaccia gli oggetti sono dello stesso tipo
- *NOTA: se una classe implementa più interfacce che definiscono lo stesso metodo (esattamente, stessa signature e stessi parametri) non c'è conflitto*

Interfacce multiple

```
public enum Color {BLACK, WHITE, YELLOW, RED, GREEN}

public interface IColorable {

      public Color getColor();

      public void setColor(Color c);

}
```

package geometry

Implementare più interfacce

```
public class Rectangle implements IShape, IColorable {
    //variabili e costruttore omessi
    @Override
    public double getArea() {return s1 * s2;}

    @Override
    public double getPerimeter() {return (s1 + s2) * 2;}

    @Override
    public Color getColor() { return this.c; }

    @Override
    public void setColor(Color c) {this.c = c;}

    …
}
```

package geometry

Interfacce e Classi astratte: principali differenze

Proprietà	Interfacce	Classi astratte
Ereditarietà	Una classe può implementare più interfacce	Una classe può avere una sola classe padre
Implementazione	Un'interfaccia non implementa nessun metodo; è completamente astratta	Una classe astratta può fornire implementazioni complete o parziali
Modificatori	Un'interfaccia definisce solo metodi pubblici	Una classe astratta può contenere metodi con diverse visibilità
Core vs. Periferiche (Omogeneità)	Un'interfaccia è solitamente usata per definire proprietà *non-core* e condivise da classi diverse (anche molto diverse tra loro)	Una classe astratta è solitamente usata per definire proprietà *core* e condivise dalle sottoclassi (omogenee tra loro)

Interfaccia come tipo

- Un'interfaccia definisce un tipo
- E' possibile quindi scrivere metodi che hanno uno o più parametri di tipo interfaccia
- Sarà poi possibile invocare questi metodi passandogli oggetti che implementano quell'interfaccia
- **Anche oggetti di classi diverse!**

Interfaccia come tipo

```
public class GeometryDemoInterface {

        private static void colorWhite(IColorable s){
                s.setColor(Color.WHITE);
        }

        public static void main(String[] args) {

                Rectangle rect1 = new Rectangle(2, 3);
                Circle circle1 = new Circle(5);

                colorWhite(rect1);
                colorWhite(circle1);
        }
}
```

OK se entrambe le classi implementano `IColorable`

package `geometry`

Interfaccia Comparable

- Java fornisce diverse interfacce predefinite implementate da diverse classi (ad esempio per le strutture dati)
- Una molto utilizzata è `Comparable` usata per imporre un ordinamento tra gli oggetti della classe che la implementa
- In realtà `Comparable` definisce un solo metodo:

```
public int compareTo(Object o);
```

- Le classi che lo implementano devono ritornare:
  - **numero negativo** se l'oggetto su cui viene chiamato **"precede"** il parametro `o`
  - **zero** se l'oggetto **"è uguale"** al parametro
  - **numero positivo** se **"è successivo"** al parametro

Esempio libri

```
public class Book implements Comparable {

	private String title;
	private Integer pubYear;

	// Costruttore e metodi setter/getter omessi

	public int compareTo (Object o) {
		return 0;
	}
}
```

package books

```
import java.util.Arrays;

public class ComparablesDemo {

  public static void main(String[] args) {

    Book[] books = new Book[3];

    books[0] = new Book("Harry Potter …", 1997);
    books[1] = new Book("The Lord of the Rings", 1954);
    books[2] = new Book("Don Quixote", 1605);

    Arrays.sort(books);

    for (Book b : books) {
        System.out.println(b);
    }
```

Richiama `compareTo()` per fare i confronti

```
Book [title=Harry Potter ..., pubYear=1997]
Book [title=The Lord of the Rings, pubYear=1954]
Book [title=Don Quixote, pubYear=1605]
```

```
}
```

package books

Metodo compareTo()

```
public int compareTo(Object o) {
	if ( (o != null) && (o instanceof Book)) {
		Book nb = (Book) o; // type casting necessario

		if (this.pubYear > nb.pubYear)
			return 1;
		else if (this.pubYear < nb.pubYear)
			return -1;
		else
			return 0;
	}
	return -1;	// default se si confronta
			//  Book con null o altre classi
}
```

package books

Diversi ordinamenti

- Crescente per anno di pubblicazione

```
Book [title=Don Quixote, pubYear=1605]
Book [title=The Lord of the Rings, pubYear=1954]
Book [title=Harry Potter ..., pubYear=1997]
```

- Per titolo in ordine alfabetico

```
Book [title=Harry Potter ..., pubYear=1997]
Book [title=Don Quixote, pubYear=1605]
Book [title=The Lord of the Rings, pubYear=1954]
```

ECCEZIONI

(molto velocemente)

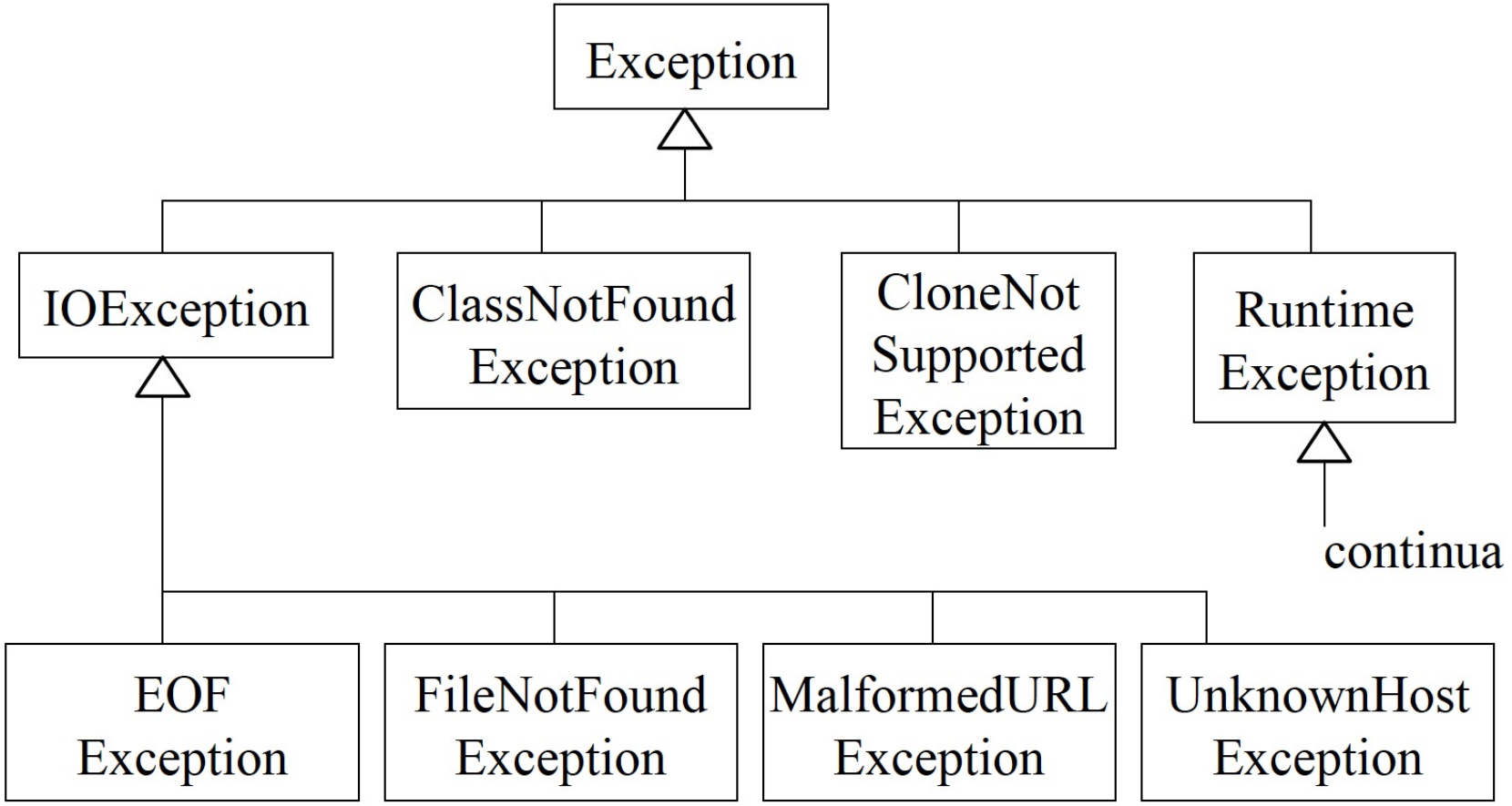
Eccezioni

- Il meccanismo delle eccezioni fornito da Java è un modo flessibile per realizzare una corretta gestione degli errori
- Idea di base: **passare il controllo** dal punto in cui si **verifica l'errore** direttamente a un altro punto dove **l'errore può essere gestito**
- Le eccezioni sono state progettate in modo che:
  - Le eccezioni non devono poter essere trascurate
  - Le eccezioni devono poter essere gestite da un gestore competente, non semplicemente dal chiamante del metodo che fallisce

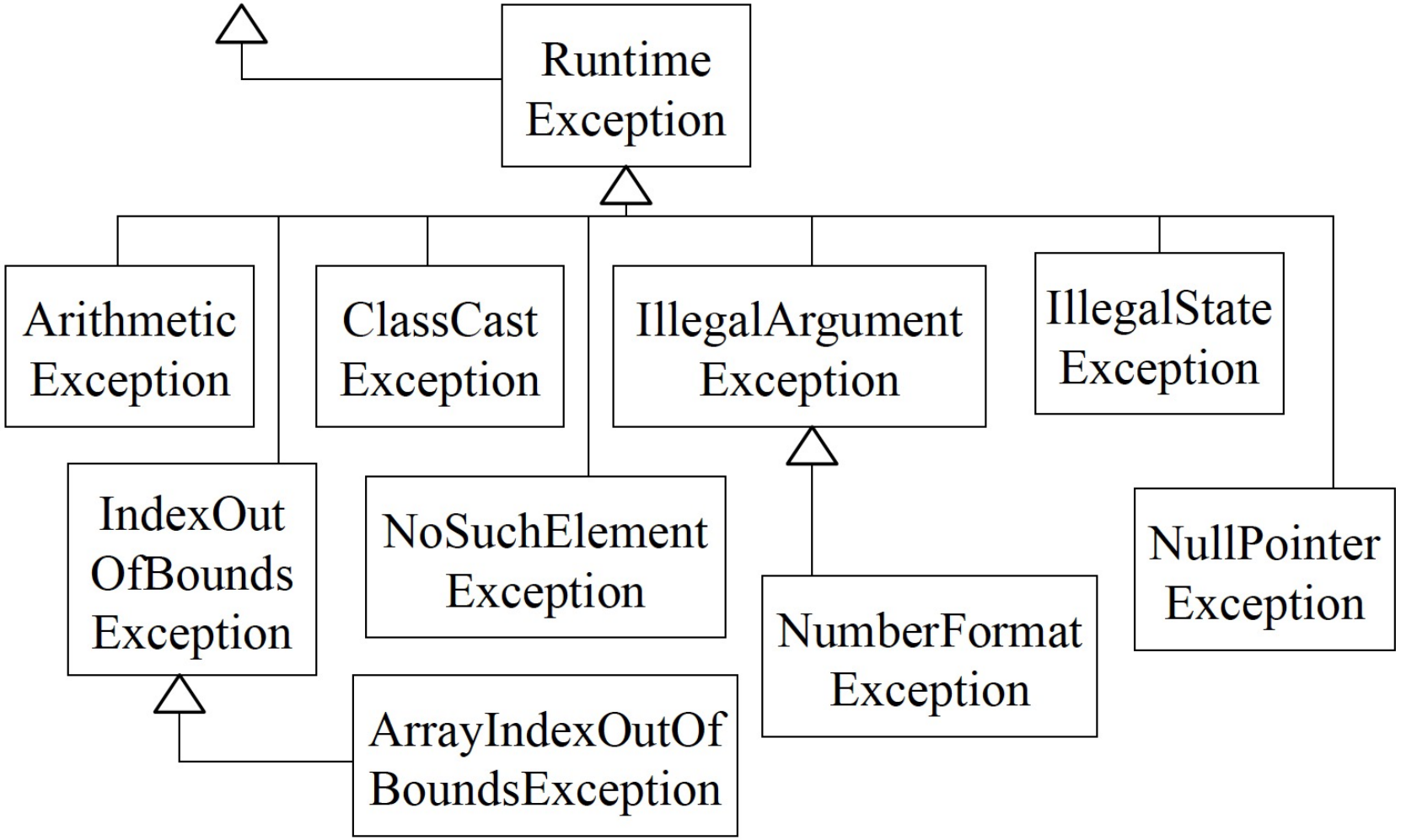
Segnalare un'eccezione

- Se ad un certo punto del codice si verifica un errore viene generata un'eccezione
- Un'eccezione è un oggetto di una classe
- Un'eccezione può essere lanciata esplicitamente con il comando `throw` seguito da un riferimento a un oggetto di una classe appropriata
- Java mette a disposizione una gerarchia di classi che rappresenta eccezioni di diversa natura
- Basta scegliere quella che fa di più al caso nostro, creare l'oggetto eccezione e lanciarlo

Gerarchia delle eccezioni (incompleta)



Gerarchia delle eccezioni (incompleta)



Gestire eccezioni: blocchi try-catch

- **Tutte le eccezioni** che si possono verificare in una certa applicazione dovrebbero essere **gestite da qualche parte**
- Se un'eccezione non ha nessun gestore allora il programma termina stampando la pila di attivazioni che l'eccezione ha attraversato prima di far terminare il programma
- Se un comando che si trova all'interno di un blocco **try** lancia un'eccezione allora il tipo dell'eccezione viene confrontato con i tipi elencati nelle clausole **catch** associate al blocco **try**
- Se uno dei tipi indicati nelle clausole **catch** è compatibile (uguale o superclasse) con il tipo dell'eccezione lanciata allora la propagazione dell'eccezione viene fermata, viene eseguito il blocco di codice associato alla **catch** e l'esecuzione continua con ciò che segue il blocco **try-catch**

```java
public class QuickTestExceptions {

  public static void main(String[] args) {

    Integer[] a = {1, 4, 5, 76};

    try {
      System.out.println(a[10]);
      //throw new IllegalArgumentException("SOS");
    }
    catch (ArrayIndexOutOfBoundsException e) {
      System.out.println("Houston, abbiamo un problema.");
    }
    catch (IllegalArgumentException e) {
      System.out.println(e.getMessage());
    }
  }
}
```

package exceptions

Definire nuove eccezioni

```
package exceptions;

public class BadException extends Exception {

  private static final long serialVersionUID = 1L;

  public String getMessage() {
    return "This is a really bad exception...";
  }

}
```

classe `BadException`

Altri aspetti di Java

- Non ne parliamo a lezione ma sono molto utili:
  - Javadoc
  - Basic I/O
  - Utilities
  - …
- Torneremo su:
  - Java Generics