Strumenti e Linguaggi di Programmazione (SLP)

– Programmazione a oggetti –

Francesco Tiezzi

Scuola di Scienze e Tecnologie

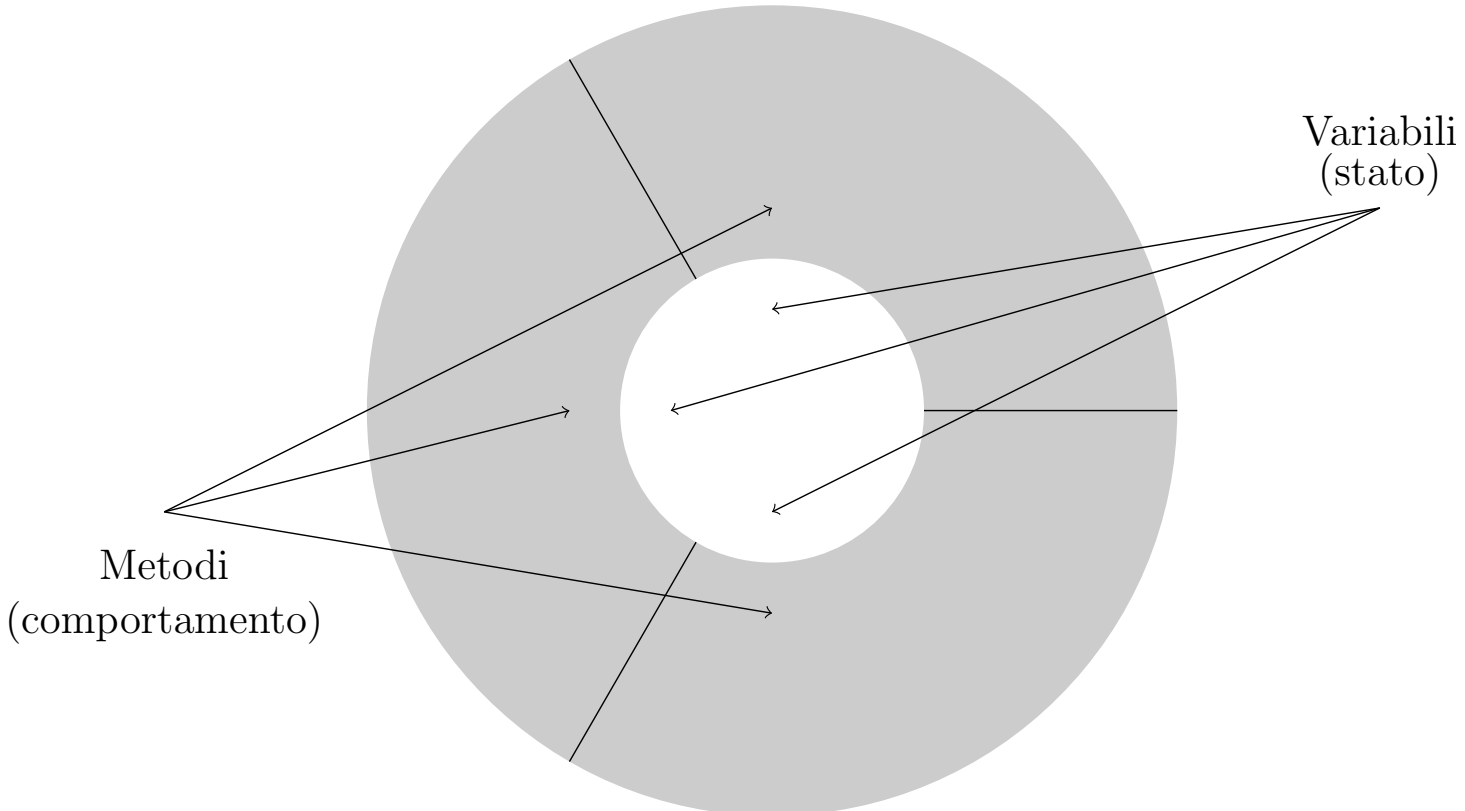
Sezione di Informatica

Università di Camerino

- Programma: collezione di oggetti che interagiscono tra di loro per mezzo di azioni
  - Cambiando il proprio stato
  - Facendo cambiare lo stato degli altri oggetti
- Attenzione su dati da manipolare
  - Piuttosto che su procedure che eseguono manipolazione
- Progettazione di programma orientato a oggetti
  - Scomposizione di programma in tipi di dato (classi)
  - Definizione delle loro proprietà

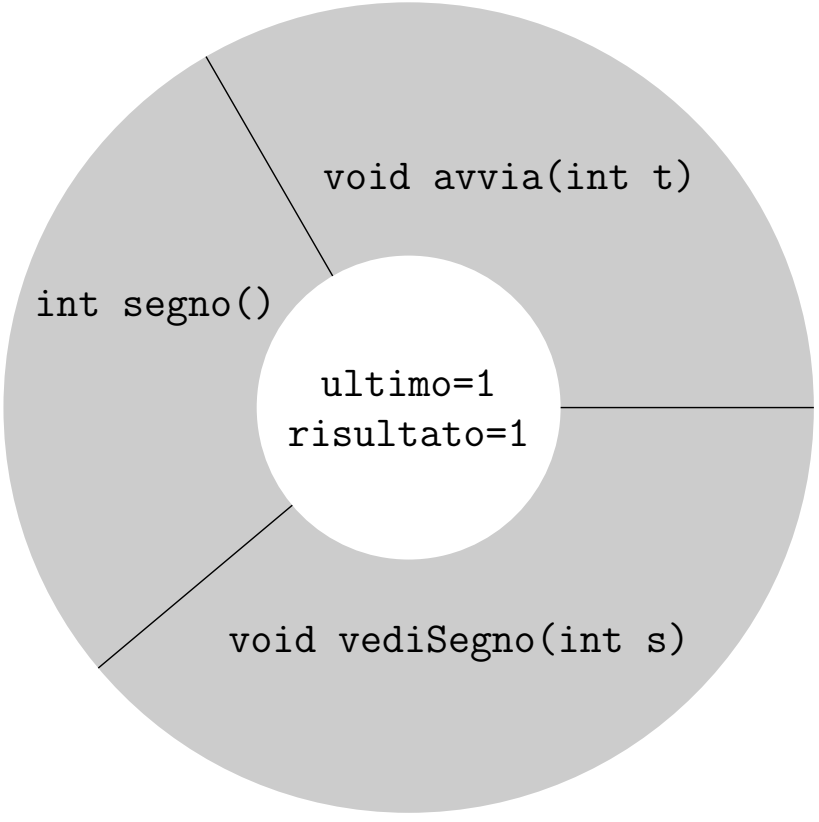
Un esempio: la morra cinese

- Interazione tra due giocatori mediata da arbitro
  - Arbitro controlla legalità mosse effettuate
  - Dichiara vincitore di partita
- Ciascun "attore" corrisponde a **oggetto** software
  - Caratterizzato da *stato* e *comportamento*
    - Stato di giocatore: memoria dei turni di gioco
    - Comportamento: strategia adottata


Variabili
(stato)
Metodi
(comportamento)

Un esempio: la morra cinese

- Strategia "vinci-e-cambia, perdi-e-persisti"
  - Ripete stesso segno se ha perso e cambia se ha vinto
- Stato
  - Due variabili: `ultimo` e `risultato`
    - Sasso: 0
    - Forbici: 1
    - Carta: 2
    - Vittoria: 1
    - Sconfitta: 0


void avvia(int t)
int segno()
ultimo=1
risultato=1
void vediSegno(int s)

- Comportamento
  - Inizio partita

```
void avvia( int t ) {
  ultimo = 2;
  risultato = 1;
}
```

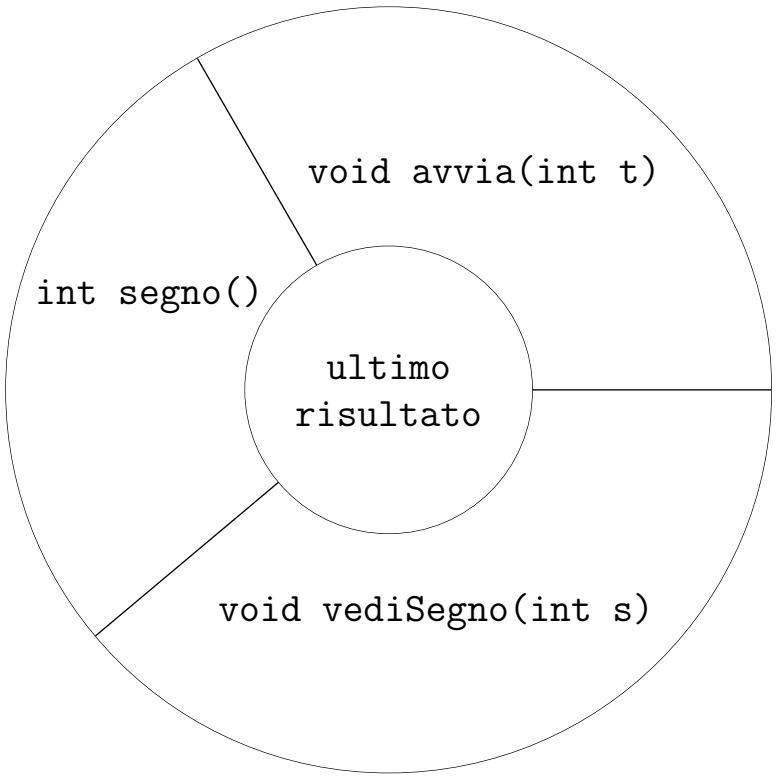
  - Applica strategia

```
int segno() {
  if (risultato == 1) {
    ultimo = (ultimo + 1) % 3;
  }
  return ultimo;
}
```

  - "Vedi" segno avversario

```
void vediSegno(int s) {
  if (s == (ultimo + 1) % 3) {
    risultato = 1;
  } else {
    risultato = 0;
  }
}
```

- Necessari due giocatori
  - Se implementano stessa strategia: oggetti dello stesso tipo
    - Istanze della stessa **classe**
- Classe: fabbrica in grado di produrre oggetti dello stesso tipo

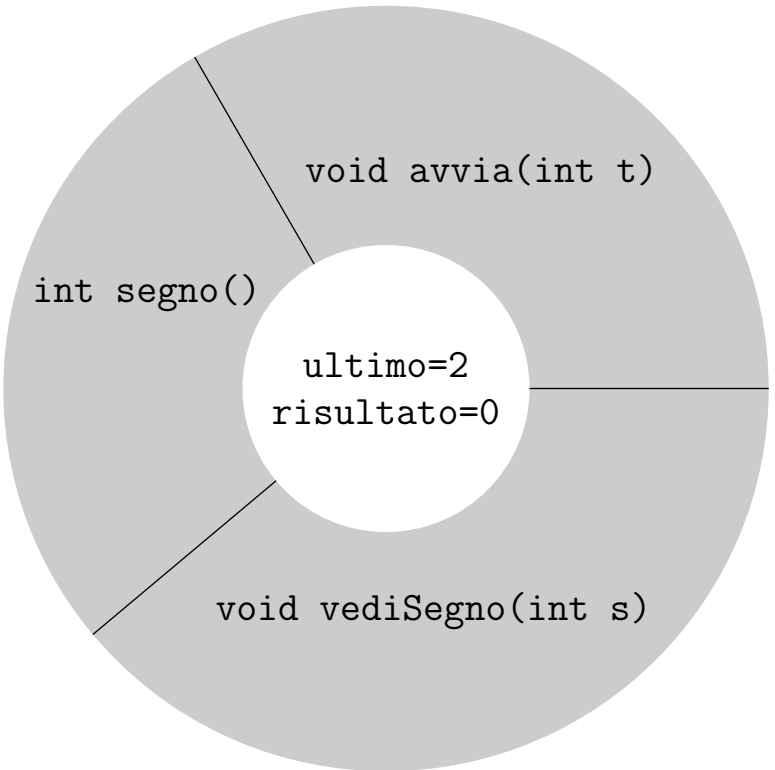


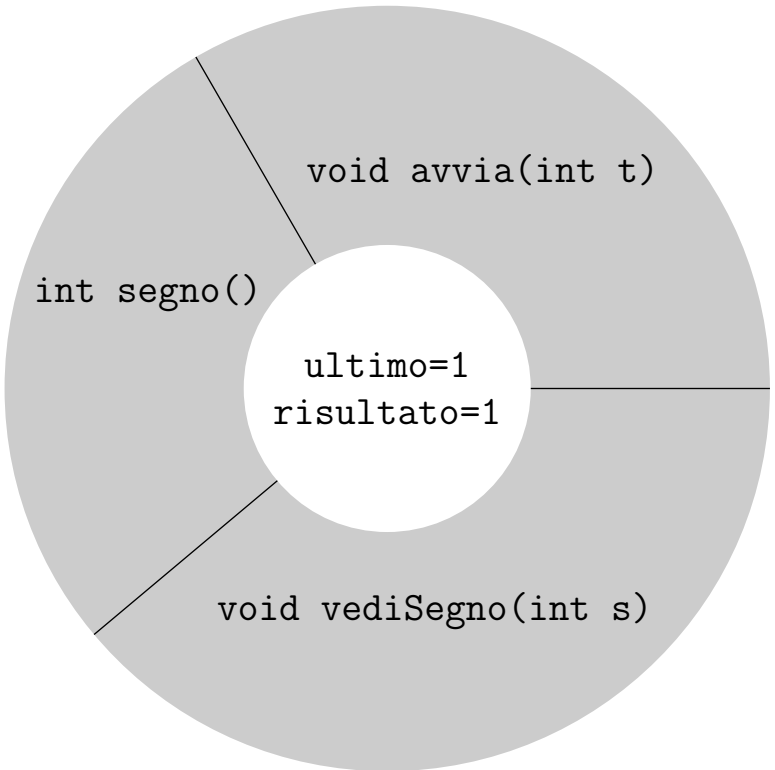
- Descrizione astratta di gruppo di oggetti con stesso insieme di variabili, che svolgono stesso insieme di operazioni in stesso modo

- Definizione di una classe

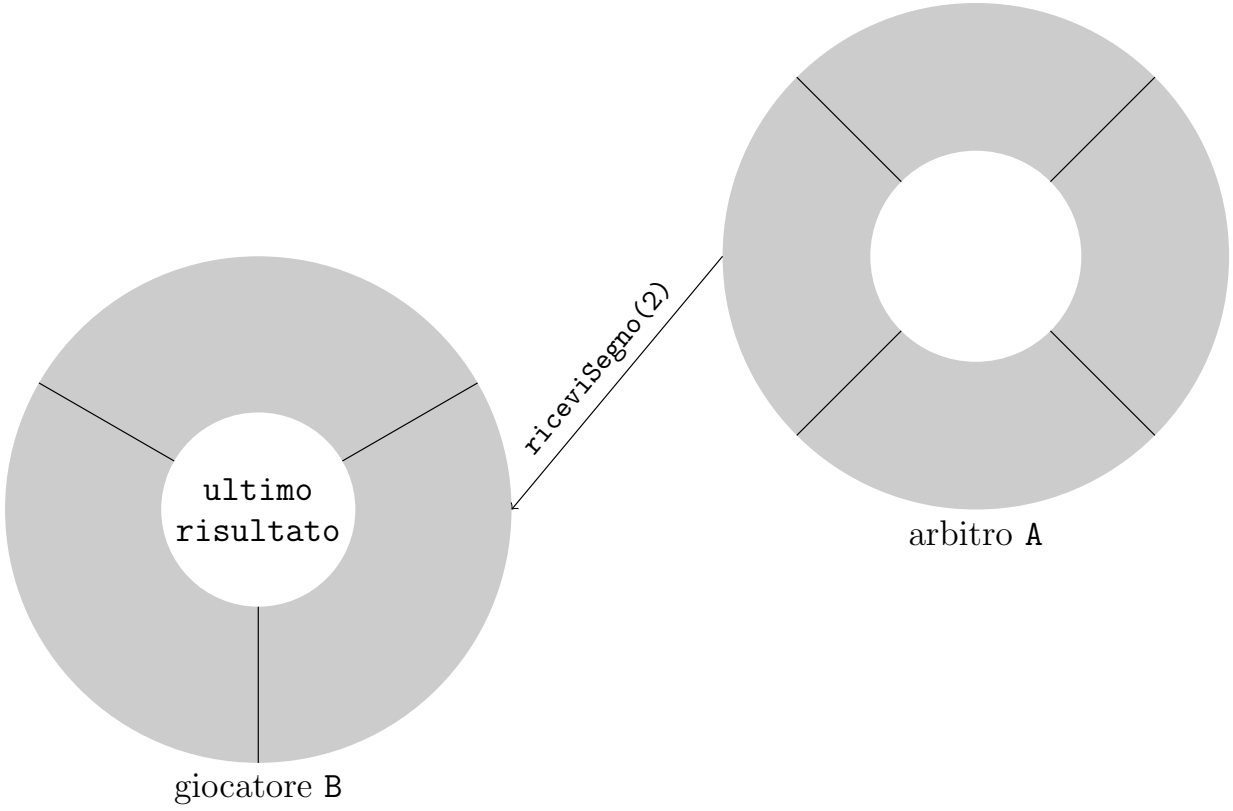
```
class VCPP {
  int ultimo;
  int risultato;
  void avvia( int t ) {
    ultimo = 2;
    risultato = 1;
  }
  int segno() {
    if (risultato == 1) {
      ultimo = (ultimo + 1) % 3;
    }
    return ultimo;
  }
  void vediSegno(int s) {
    if (s == (ultimo + 1) % 3) {
      risultato = 1;
    } else {
      risultato = 0;
    }
  }
}
```

- Una volta creata classe, possibile creare qualunque numero di oggetti della classe
  - Stato di oggetti cambia durante esecuzione programma



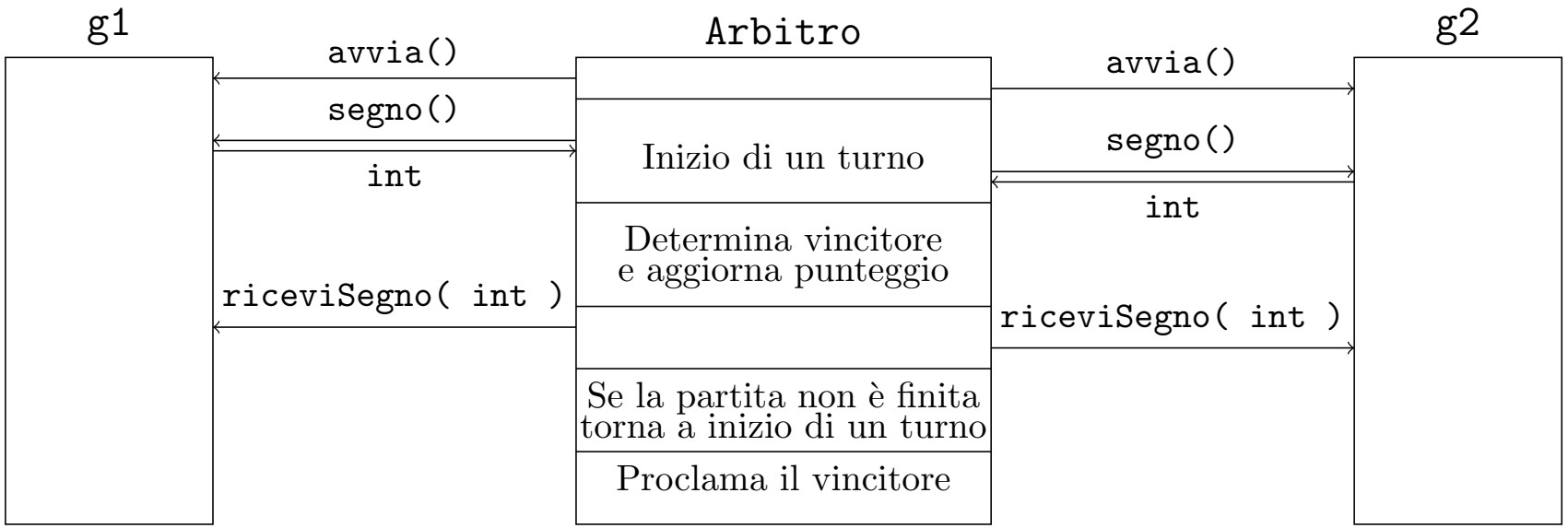


- Interazione tra giocatori attraverso interazione con arbitro
  - Interazione avviene tramite messaggi
    - **Messaggio**: invocazione di metodo di oggetto destinatario
    - Sintassi: nome oggetto seguito da "." e da invocazione



- Classe che modella arbitro
  - Campo `nt`: numero di turni
  - Metodo che esegue una partita
    1. comunica a giocatori inizio partita: invoca metodo `avvia` con argomento `nt`.
    2. Chiede a giocatori segno: invoca metodo `segno` e memorizza valore di ritorno
    3. Comunica a ciascun giocatore segno di avversario: invoca metodo `vediSegno` con argomento valore ricevuto da avversario
    4. Esamina segni, determina vincitore turno e aggiorna punteggi
    5. Se numero turni eseguiti minore di `nt`, esegue secondo passo. Altrimenti, determina vincitore

```
void gioca(VCPP g1, VCPP g2) {
  int[] p = { 0, 0 };
  g1.avvia(nt);
  g2.avvia(nt);
  int t = 0;
  while (t < nt) {
    t = t + 1;
    int s1 = g1.segno();
    int s2 = g2.segno();
    g1.vediSegno(s2);
    g2.vediSegno(s1);
    int v = vincitore(s1, s2);
    if (v > 0) {
      p[v - 1] = p[v - 1] + 1;
    }
  }
  if (p[0] == p[1]) {
    System.out.println("Nessun vincitore");
  } else {
    int r = p[0] > p[1] ? 1 : 2;
    System.out.println("Vince " + r);
  }
}
```


g1
Arbitro
g2
avvia()
avvia()
segno()
segno()
Inizio di un turno
int
int
Determina vincitore
e aggiorna punteggio
riceviSegno(int)
riceviSegno(int)
Se la partita non è finita
torna a inizio di un turno
Proclama il vincitore

- Determinazione del vincitore turno

```
int vincitore(int segno1, int segno2) {
  if (segno2 == (segno1 + 1) % 3) {
    return 1;
  }
  if (segno1 == (segno2 + 1) % 3) {
    return 2;
  }
  return 0;
}
```

- Costruttore di arbitro

```
class Arbitro {
  int nt;
  Arbitro(int t) {
    nt = t;
  }
  void gioca(VCPP g1, VCPP g2) { ... }
  int vincitore(int segno1, int segno2) { ... }
}
```

  - Usato in combinazione con operatore `new` per creare oggetti

- Classe principale

```
class Main {
  public static void main(String[] args) {
    Arbitro a = new Arbitro( 100 );
    VCPP g1 = new VCPP();
    VCPP g2 = new VCPP();
    a.gioca(g1, g2);
  }
}
```

  - Include metodo `main`
    - Sintassi specifica

Creare e usare classi e oggetti

- Definizione di classe
  - **Dichiarazione**: prima linea di codice
    - Dichiara almeno il nome
  - **Corpo**: segue dichiarazione
    - Racchiuso tra parentesi graffe
    - Contiene dichiarazione variabili d'istanza e metodi

```
class Rettangolo {
  double larghezza;
  double altezza;
}
```

- Dichiarazione di oggetti appartenenti alla classe
  - Simile a dichiarazione di variabili di tipo primitivo

```
Rettangolo r;
```

  - Crea **riferimento** a oggetto, non crea oggetto

Creazione di oggetti

- Dichiarazione non crea oggetto

```
Rettangolo r;
```

- Creare oggetto: operatore `new` seguito da invocazione costruttore
  - Sintassi

    `new` *nome_Classe*`(` *lista_Parametri* `)`
  - Esempio

```
Rettangolo r = new Rettangolo(  );
Rettangolo r = new Rettangolo( 6, 10.5 );
```

Distruzione di oggetti

- Non esistono distruttori espliciti
- *Garbage collector*: ricicla memoria non più referenziata
- Esempio

```
Rettangolo r = new Rettangolo( 6,10.5 );
r = new Rettangolo( 7,12.3 );
```

  - Memoria occupata da primo oggetto non più referenziata
  - Garbage collector la rimette a disposizione per nuove allocazioni

Usare gli oggetti

- Accesso a variabili e invocazione metodi
  - All'interno della classe: semplicemente tramite nome
  - All'esterno della classe: nome qualificato
    - Sintassi

      riferimento_Oggetto.nome_Variabile

      riferimento_Oggetto.nome_Metodo(lista_Parametri)
    - Esempio

```
r.larghezza
r.area(  )
```

Parametri formali di tipo classe

- Simile a quanto visto con array
  - Oggetto può essere modificato da metodo
- Classe `Rettangolo` include metodo

```
void setLarghezza( double l ) {
  larghezza = l;
}
```

- Dall'esterno, possibile modificare larghezza rettangolo

```
void cambiaLarghezza( Rettangolo r,double l ) {
    r.setLarghezza( n );
}
```

- Sbagliato farlo in questo modo

```
void cambia( Rettangolo r,double l,double a ) {
  Rettangolo nr = new Rettangolo( l,a );
  r = nr;
}
```

I costruttori

- Sintassi

  nome_Classe(lista_Parametri)

  blocco

- Esempio

```
Rettangolo( double l,double a ) {
    larghezza = l;
    altezza = a;
}
```

- Servono a inizializzare le variabili d'istanza
  - Spesso, costruttore senza parametri: inizializza con valori di default
  - Nessun costruttore definito: Java ne fornisce uno di default senza parametri
    - Ma se un costruttore definito: quello di default non è fornito

Il metodo main

- Metodo principale di una classe
  - Da esso Java inizia automaticamente esecuzione
- Sintassi

```
public static void main( String[] args )
blocco
```

- Esempio

```
public static void main( String[] args ) {
  Rettangolo r = new Rettangolo( 3,4 );
  System.out.println( r.getLarghezza(  ) );
}
```

- Se metodo `main` non esiste: errore segnalato da messaggio

```
java.lang.NoSuchMethodError: main
```

Accessori e mutatori

- Consentono dall'esterno di accedere e modificare variabili di istanza
- Sintassi

tipo_Variabile get*Nome_Variabile*( )
blocco
void set*Nome_Variabile*(*lista_Parametri*)
blocco

- Esempio

```
double getLarghezza(  ) {
    return larghezza;
}
void setLarghezza( double l ) {
    larghezza = l;
}
```

La classe String

- Letterale di tipo `String`: stringa racchiusa tra doppi apici

```
String inizio = "Nuova partita";
System.out.println( inizio );
```

- Costruttore con parametro una stringa

```
String inizio = new String( "Nuova partita" );
```

  - Diverso da assegnazione diretta

```
String u = new String( "Nuova partita" );
String v = new String( "Nuova partita" );
String s = "Nuova partita";
String t = "Nuova partita";
System.out.println( u==v );
System.out.println( s==t );
```

Metodi della classe String

```
String stringa = "Nuova partita di morra";
System.out.println( stringa.charAt( 0 ) );
System.out.println( stringa.substring( 4 ) );
System.out.println( stringa.substring( 2,10 ) );
System.out.println( stringa.indexOf( "a" ) );
System.out.println( stringa.indexOf( "a",5 ) );
System.out.println( stringa.lastIndexOf( "a" ) );
```

- Operatore di concatenazione: `+`
  - Possibile concatenare numero qualsiasi di oggetti di tipo `String`

    ```
    String primo = "Buongiorno!";
    String secondo = "Mi chiamo Pierluigi.";
    messaggio = primo+" "+secondo;
    ```

  - Possibile concatenare oggetto di tipo `String` con altro tipo di oggetto

    ```
    String altezza = "L'altezza e' "+5.1;
    ```

- Sequenze escape: consentono di includere caratteri speciali

  ```
  System.out.println( "L'altezza e' \"5.1\"." );
  ```

  - Altri esempi: `\\` e `\n`
- String: solo una di tante classi a disposizione in librerie Java
  - Consultare documentazione Javadoc

Sovraccaricamento dei metodi

- **Firma** di un metodo
  - Nome
  - Numero e tipo dei parametri
- Metodi con firma diversa per il nome

```
int mioMetodo( int i )
int tuoMetodo( int i )
```

- Metodi con firma diversa per il numero di parametri

```
int mioMetodo( int i )
int mioMetodo( int i, double j )
```

- Metodi con firma diversa per il tipo di parametri

```
int mioMetodo( int i, double j )
int mioMetodo( double j, int i )
```

- Metodi con la stessa firma

```
int mioMetodo( int i )
double mioMetodo( int j )
```

Sovraccaricamento dei metodi

- In una classe, metodi devono avere firma diversa
  - Metodi con stesso nome: **sovraccaricati**
    - Tipico esempio: costruttori
- Esempio

```
class MetodiSovraccaricati {
  int square(int x) {
    return x*x;
  }
  double square(double y) {
    return y*y;
  }
  int square(double x) {
    return x*x;
  }
}
```

Metodi sovraccaricati

- Compilatore determina quale definizione usare
  - In base a numero e tipo di argomenti
  - Eventualmente, effettuando qualche conversione di tipo
- Se non ci riesce, invia messaggio di errore
- Esempio

```
int mioMetodo( int i, double j )
int mioMetodo( double j, int i )
```

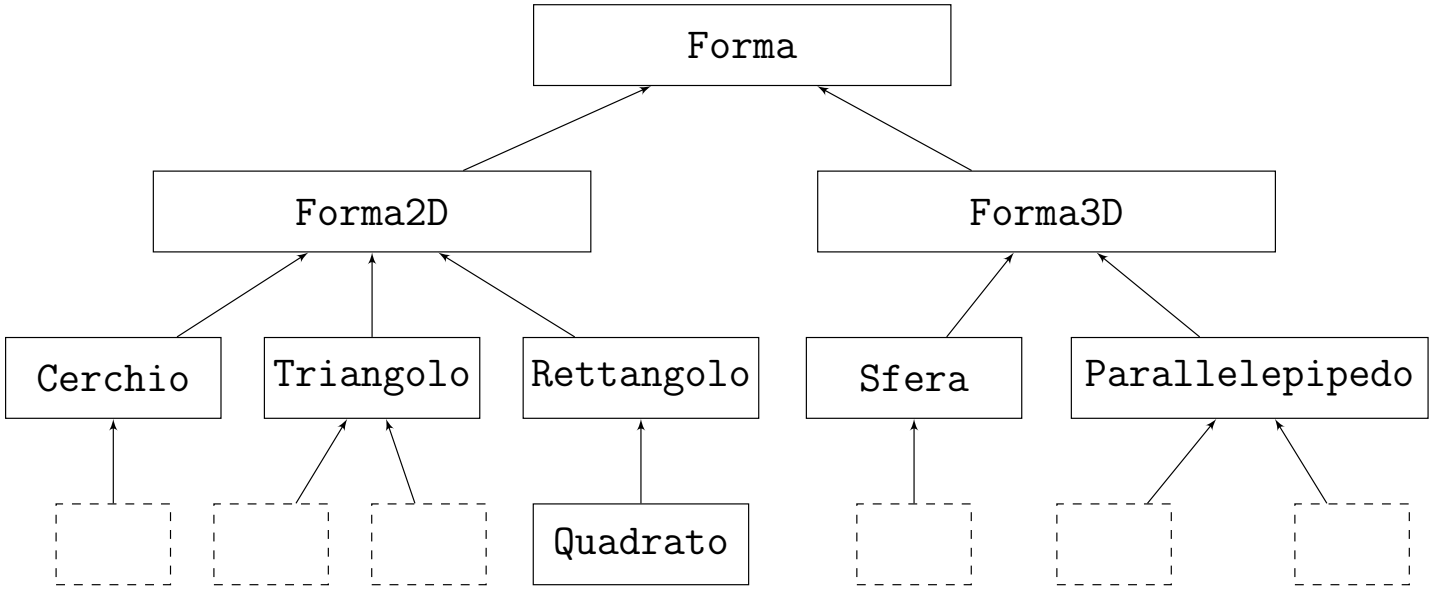
Invocazione `mioMetodo( 5,10 )` genera errore di compilazione

Ereditarietà

- Concetto chiave della programmazione a oggetti
  - Permette di usare classe esistente, per definire nuova classe
    - Facilita riutilizzo del codice
    - Semplifica stesura, correzione e mantenimento di correttezza
- Definizioni
  - *Classe padre* (*classe base* o **super-classe**)
    - Classe molto generale
  - *Classe figlia* (*classe derivata* o **sotto-classe**)
    - Aggiunge nuovi dettagli a definizione classe generale
    - Può utilizzare variabili di istanza e metodi di classe padre
    - Può utilizzare campi e metodi aggiunti
    - Può ridefinire metodi di classe padre, modificandone comportamento

Ereditarietà

- Gerarchia delle classi
  - Indica relazioni di ereditarietà



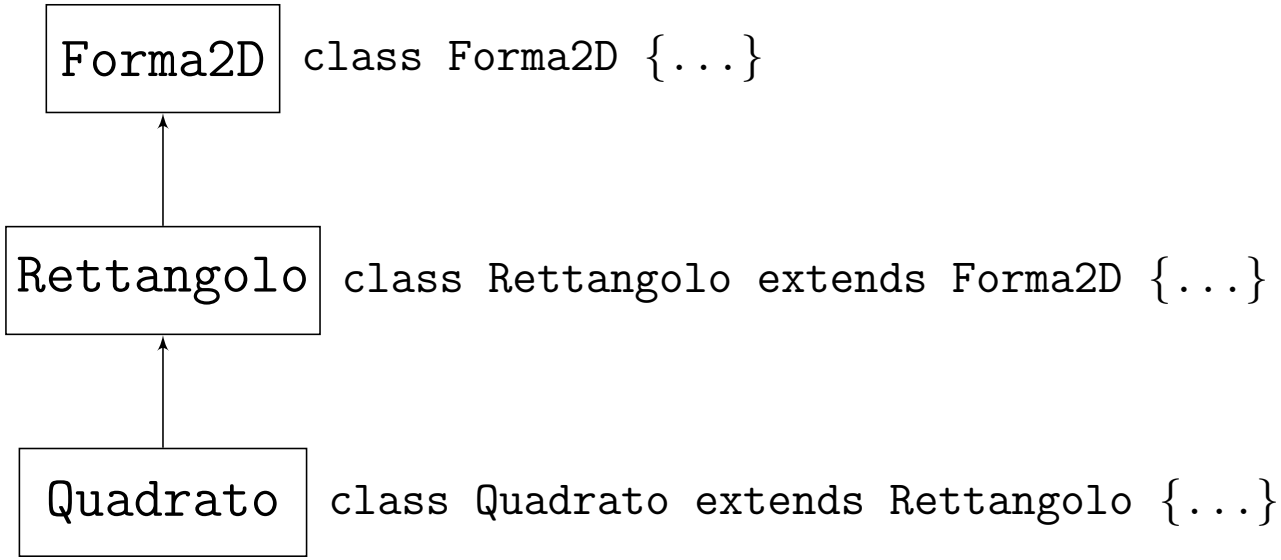
Ereditarietà

- Sintassi

  `class` *nome_Sotto-classe* `extends` *nome_Super-classe*
  blocco

- Esempio

```
class Quadrato extends Rettangolo {
  // corpo della classe
}
```



Costruttori ed ereditarietà

- Costruttore di classe derivata
  - Per prima cosa invoca costruttore classe padre
    - Usa parola chiave `super` con parametri appropriati
  - Se invocazione non inclusa, Java include automaticamente invocazione costruttore di default (senza parametri)
    - Se costruttore di default non presente in super-classe: errore di compilazione

- Esempio corretto

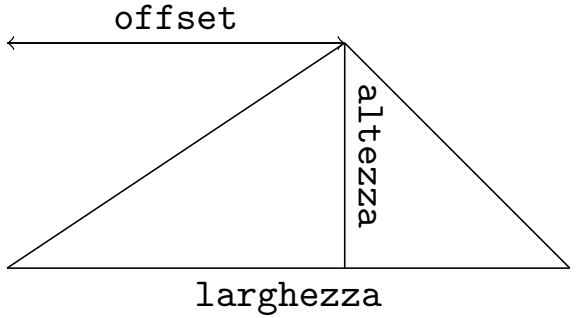
```
class Forma2D {
  double larghezza;
  double altezza;
  Forma2D(double l, double a) {
    larghezza = l;
    altezza = a;
  }
}
class Rettangolo extends Forma2D {
    Rettangolo() {
        super( 0,0 );
    }
    Rettangolo(double l, double a) {
        super( l,a );
    }
}
```

- Esempio sbagliato

```
class Forma2D {
  double larghezza;
  double altezza;
  Forma2D(double l, double a) {
    larghezza = l;
    altezza = a;
  }
}
class ErroreRettangolo1 extends Forma2D {
  ErroreRettangolo1( double l,double a ) {
      System.out.println( "Costruzione rettangolo" );
      super( l,a );
  }
}
class ErroreRettangolo2 extends Forma2D {
  ErroreRettangolo2(  ) {
      super(  );
  }
}
class ErroreRettangolo3 extends Forma2D {
}
```

Variabili di istanza, metodi ed ereditarietà

- Classe figlia eredita variabili d'istanza di classe padre
- Classe figlia può aggiungere ulteriori variabili d'istanza
- Esempio




```
class Triangolo extends Forma2D {
  int offset;
  Triangolo(double l,double a,double o) {
    super( l,a );
    offset = o;
  }
}
```

- Classe derivata può aggiungere nuovi metodi non inclusi in classe padre
- Esempio

```
class Rettangolo extends Forma2D {
  Rettangolo() {
    super( 0,0 );
  }
  Rettangolo( double l,double a ) {
    super( l,a );
  }
  double area() {
    return larghezza*altezza;
  }
  double perimetro() {
    return 2*(larghezza+altezza);
  }
}
```

- Classe derivata può riscrivere metodi di classe padre
- Esempio

```
class Quadrato extends Rettangolo {
  Quadrato() {
  }
  Quadrato(double l) {
    super( l,l );
  }
  double perimetro() {
    return 4*larghezza;
  }
}
```

- Per invocare metodo di classe padre: usare parola chiave super seguita da punto e nome metodo sovrascritto
- Non confondere sovrascrittura con sovraccaricamento

Tipi di dato ed ereditarietà

- Consequenza di ereditarietà: oggetto può avere più di un tipo
  - Tipo classe derivata
  - Tipo classe padre
  - Se classe padre è derivata, numero di tipi aumenta
- Oggetto di classe derivata usabile quando è ammesso usare oggetto di classe padre
  - Analogo a tipi primitivi
- Esempio
  - Metodo di classe `A` con parametro formale di tipo classe `B`
  - Argomento può essere oggetto di classe `C` derivata da `B`
- Catena di ereditarietà include classe antenata di tutte le classi: classe `Object`

- Possibile assegnare a variabile di classe padre oggetto di classe derivata
  - Analogo a tipi primitivi
  - Esempio

```
Rettangolo r;
Quadrato q = new Quadrato( 3 );
r = q;
```

- Non possibile il contrario
  - Analogo a tipi primitivi
  - Esempio

```
Rettangolo r = new Rettangolo( 3,2 );
Quadrato q;
q = r;
```

Classi astratte

- Una **classe astratta** è una classe dichiarata `abstract`
  - Una classe astratta può includere metodi astratti
  - Una classe astratta NON può essere instanziata
  - Una classe astratta può essere estesa

- Un **metodo astratto** è un metodo dichiarato senza implementazione, cioè senza parentesi graffe e seguito da ;

```
abstract int mioMetodo( int i, double j );
```

- Se una classe include metodi astratti, allora la classe stessa deve essere astratta

- Se una classe astratta viene estesa, la classe derivata tipicamente fornisce implementazioni di tutti i metodi astratti; se non lo fa, anche la classe derivata deve essere astratta

Classi astratte

- Esempio di classe astratta:

```
abstract class Forma2D {
    double larghezza;
    double altezza;

    Forma2D(double l, double a) {
        larghezza = l;
        altezza = a;
    }

    abstract double area();
    abstract double perimetro();
}
```

- Il costruttore `Forma2D` può essere usato dalle classi derivate

Interfacce

- Un'interfaccia è una sorta di *contratto* che definisce come diverse classi dovranno interagire
- Tecnicamente, un'interfaccia è un tipo, simile ad una classe, che può contenere solo:
  - firme di metodi e costanti
- Un'interfaccia NON può contenere dettagli implementativi:
  - metodi implementati e variabili di istanza
- Sintassi interfaccia:
  `interface` *`nome_interfaccia`*
  `blocco`
- Sintassi implementazione interfaccia:
  `class` *`nome_classe`* `implements` *`nome_interfaccia`*
  `blocco`

Interfacce: esempio

```
interface Forma2D_Interfaccia {
   // Constanti: es. PI_GRECO = 3.14

   double area ();
   double perimetro ();
}

class Rettangolo implements Forma2D_Interfaccia {
   double larghezza;
   double altezza;

   Rettangolo(double l, double a)
      {larghezza = l; altezza = a;}

   double area(){return larghezza*altezza;}
   double perimetro(){return 2*(larghezza+altezza);}
}
```

Modificatori

- Influiscono su modo con cui si può accedere e su comportamento di componente modificata

	campo	**metodo**	**classe**
`public`	√	√	√
`private`	√	√	
`static`	√	√	
`final`	√	√	√

Modificatori di accesso

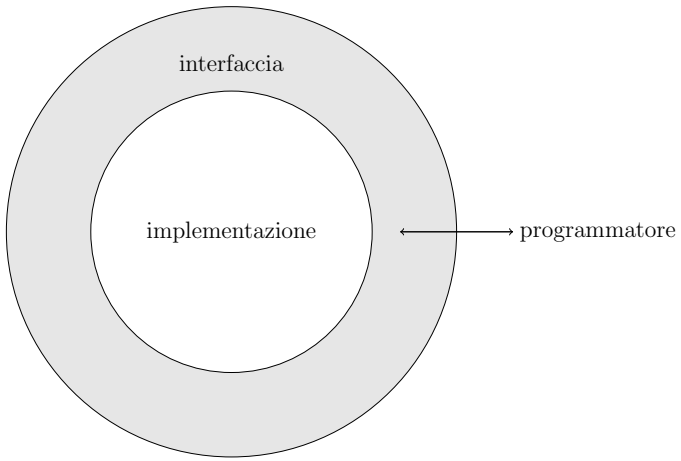
- `public`: nessuna restrizione su chi può utilizzare classi, variabili o metodi

```
public class A {
  public int x;
  public int getX() {
    return x;
  }
}
class B {
  public static void main(String[] args) {
    A a = new A( );
    a.x = 3;
    System.out.println( a.getX( ) );
  }
}
```

- private: non accessibili fuori dalla classe

```
class CampiMetodiPrivati {
  private int campo;
  CampiMetodiPrivati(int inCampo) {
    campo = inCampo;
  }
  private int valoreDefault() { return 100; }
  public void setCampoDefault() {
    campo = valoreDefault( );
  }
  public int getCampo() { return campo; }
}
class TestCampiMetodiPrivati {
  public static void main( String[] args ) {
    CampiMetodiPrivati s = new CampiMetodiPrivati(10);
    s.campo = s.valoreDefault(  );
    s.setCampoDefault(  );
    System.out.println( s.getCampo(  ) );
  }
}
```

- Incapsulamento



  - Commento prima di definizione classe
  - Variabili di istanza `private`
  - Metodi accessori e mutatori `public`
  - Metodi `public` per altre azioni basilari
  - Commento prima di intestazione metodi pubblici
  - Privato qualsiasi metodo di supporto a quelli pubblici

Modificatori di comportamento

- `static`: metodi e variabili appartengono a tutta la classe e non richiedono oggetto per essere utilizzati
  - Per questo, metodo `main` statico e pubblico
- Si usa nome di classe (oltre a nome di oggetto)
  - Esempio
    - `System.out`
    - `Math.random()`

Il gioco dell'oca

- Classe `Oca`
  - Due variabili di istanza
    - Tabellone: array unidimensionale con penalità e premi
    - Array delle posizioni dei giocatori

```
class Oca {
  int[] tabellone = { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 20, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 0, 33, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 35, 0, 0, 0, 0, 19, 0, 0,
    0, 48, 0, 0, 15, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 0, 0, 0, 40, 0, 0, 0,
    0, 0, 0, 8, 0, 0 };
  int[] posizione;
  ...
}
```

- Classe `Oca`
  - Costruttore pubblico con parametro il numero dei giocatori
    - Sfasamento di indici

```
public Oca(int ng) {
  posizione = new int[ng];
  for (int i = 0; i<ng; i = i+1) {
    posizione[i] = 1;
  }
}
```

- Classe `Oca`
  - Metodo privato `run` che simula una partita

```
private void run() {
  int ng = posizione.length;
  int turno = -1;
  boolean finito = false;
  while (!finito) {
    turno = (turno+1)%ng;
    finito = muoviGiocatore( turno );
  }
  System.out.println( "Vince "+(turno+1) );
}
```

- Classe `Oca`
  - Metodo privato `muoviGiocatore` per muovere giocatore e verificare se ha vinto
    - Usa metodo statico `random` della classe `Math`

```
private boolean muoviGiocatore(int t) {
  int dado = 1+(int) (Math.random( )*6);
  posizione[t] += dado;
  if (posizione[t]>tabellone.length) {
    posizione[t] = 2*tabellone.length-posizione[t];
  }
  if (tabellone[posizione[t]-1]>0) {
    posizione[t] = tabellone[posizione[t]-1];
  }
  return (posizione[t]==tabellone.length);
}
```

- Classe `Oca`
  - Metodo `main`
    - Usa argomenti da linea di comando

```
public static void main(String[] args) {
  if (args.length!=1) {
    System.out.println( "Uso: java Oca <ng>" );
    System.exit( 0 );
  }
 int ng = (new Integer( args[0] )).intValue( );
 Oca o = new Oca( ng );
 o.run();
}
```

Final

- `final`
  - Variabili: non possono essere modificate (in pratica, costanti)
  - Metodi: non possono essere sovrascritti
    - Metodo `private`: metodo finale
  - Classi: non possono essere usate come super-classe
    - Tutti i metodi implicitamente finali
    - Esempio: classe `System`

Eccezioni

- Consentono di gestire situazioni anomale che si possono verificare durante l'esecuzione
- Quando Java VM si trova in una situazione anomala
  - Sospende il programma
  - Crea un oggetto della classe corrispondente all'anomalia
  - Passa il controllo a un gestore di eccezioni (implementato dal programmatore)
    - Se il programmatore non ha previsto nessun gestore, interrompe il programma e stampa il messaggio di errore
- Programmatore gestisce anomalia tramite costrutto `try-catch`
  - Monitora porzione di programma
  - Specifica cosa fare in caso si verifichi anomalia in porzione di programma monitorata

La gerarchia delle eccezioni

- La classe `Exception` descrive eccezione generica
  - Situazioni anomale più specifiche: descritte da sottoclassi di `Exception`
- Costrutto `try-catch` può gestire più tipi di eccezione contemporaneamente
  - Vari gestori (ovvero `catch`) controllati in sequenza
  - Eseguito (solo) il primo `catch` che prevede un tipo di eccezione che è superclasse dell'eccezione che si è verificata
    - Meglio non mettere `Exception` per prima
- Eccezioni si dividono in
  - Checked: il compilatore richiede che ci sia un gestore
    - Esempio: `FileNotFoundException`
    - Quelle definite dal programmatore
  - Unchecked: il gestore non è obbligatorio
    - Esempio: `ArrayIndexOutOfBoundsException`
    - Sottoclasse di `RuntimeException`

Lanciare eccezioni

- Comando `throw`: consente di lanciare un'eccezione quando si vuole
  - Si può usare classe Exception, sua sottoclasse già definita, o sua sottoclasse definita da programmatore
  - `throw` seguito da un oggetto, solitamente costruito al momento (tramite `new`)
  - Costruttore di eccezione può ricevere parametri
    - Esempio: stringa di descrizione
- Utilizzo di `throw` dentro a un metodo: interrompe il metodo in caso di situazioni anomale
  - Chi invoca il metodo dovrà preoccuparsi di implementare un gestore delle eccezioni possibilmente sollevate
  - Evitare valori di ritorno dei metodi che servono solo a dire se l'operazione è andata a buon fine
- Metodo che contiene dei comandi `throw` deve elencare eccezioni sollevate
  - Parola chiave `throws`

Pacchetti

- Meccanismo che consente di raggruppare le classi
  - Libreria Standard di Java organizzata in pacchetti
    - `String`: classe del pacchetto `java.lang`
    - `FileReader`: classe del pacchetto `java.io`
- Pacchetto riunisce classi logicamente correlate tra loro
  - `java.lang`: classi fondamentali del linguaggio Java (come `String`)
  - `java.util`: classi di frequente utilizzo (come `Random`)
  - `java.awt` e `java.swing`: classi per costruire interfacce grafiche
- Programma complesso: raggruppamento in pacchetti consente di fare ordine
  - Nel caso del MasterMind
    - `core`: classi che costituiscono nucleo del programma
    - `gui`: classi che realizzano interfaccia grafica
    - `player`: classi di giocatori
    - `exception`: classi delle possibili eccezioni

Definizione e struttura dei pacchetti

- Comando `package` all'inizio del file Java
  - Esempio: `package core;`
- File java delle varie classi salvati in diverse directory che corrispondono ai vari pacchetti
  - Compilatore produce errore se i file non sono nelle directory giuste
  - Nessun pacchetto: default corrispondente alla directory principale
- Pacchetti possono essere ulteriormente raggruppati, formando struttura gerarchica
  - Raggruppamento tramite prefisso nel nome del pacchetto
    - Nel caso del MasterMind: prefisso `it.unifi.mastermind`
  - Prefisso si riflette in struttura delle directory

Pacchetti e visibilità

- `private`: utilizzabile solo all'interno della stessa classe
- senza modificatore: utilizzabile solo nel pacchetto che contiene la classe
- `protected`: utilizzabile nel pacchetto che contiene la classe, e in tutte le classi che ereditano da essa
- `public`: utilizzabile ovunque

File di testo: lettura

- File contenenti caratteri
  - Esistono anche file binari
- Loro gestione fa uso di classi in pacchetto `java.io`
- Modo più semplice
  - Creare un oggetto di tipo `FileReader`
    - Richiede il nome del file nel costruttore
    - `FileReader fr = new FileReader(‘‘config.txt’’);`
    - Può generare `FileNotFoundException`
  - Collegare al lettore di file un `BufferedReader`
    - Richiede il lettore di file nel costruttore
    - `BufferedReader in = new BufferedReader(fr);`
    - Fornisce metodo `readLine` per leggere una riga alla volta
    - `String line = in.readLine();`
    - Può generare `IOException`
  - Chiudere il lettore alla fine
    - `in.close();`