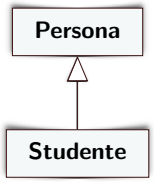
Riuso Di Classi

- Spesso si ha bisogno di classi simili
  - Si vuole cioè **riusare** classi esistenti per implementare attributi e metodi leggermente diversi
- **Non** è pratico copiare la classe originaria e modificarne attributi o metodi, si avrebbe una proliferazione di classi e tanto lavoro per il programmatore
- Il riuso delle classi esistenti deve avvenire
  - Senza dover modificare codice esistente (e funzionante)
  - In modo semplice per il programmatore

Ereditarietà Classi

- Attraverso l'ereditarietà è possibile
  - Definire una nuova classe indicando solo cosa ha in più rispetto ad una classe esistente: ovvero attributi e metodi nuovi, e modificando i metodi esistenti
- Esempio: una classe `Persona` ha `nome` e `cognome` (più vari metodi)
- La classe `Studente` dovrebbe avere tutto ciò che `Persona` ha (attributi e metodi) e nuovi attributi e metodi
- `Studente` aggiunge `esami`, `voti`, etc.
- La classe `Studente` eredita da `Persona`

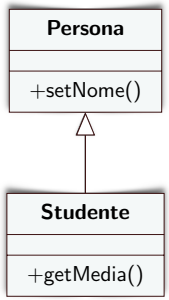



```
public class Studente extends Persona { ... }
```

- `Studente` è sottoclasse di `Persona` e `Persona` è superclasse di `Studente`

Ereditarietà Classi

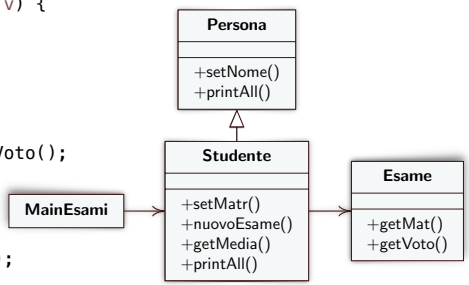
- La sottoclasse
  - Eredita tutti i metodi e gli attributi della superclasse e può usarli come se fossero definiti localmente
  - Aggiunge altri metodi
  - Può ridefinire i metodi della superclasse
  - Non può eliminare metodi o attributi della superclasse
- Esempio: la classe `Studente`
  - Può usare tutti i metodi della classe `Persona`, es. `setNome()`
  - Può aggiungere metodi, es. `getMedia()`




```java
public class Persona {
  private String nome, co;
  public void setNome(String n, String c) {
    nome = n; co = c;
  }
  public void printAll() {
    System.out.println(nome + " " + co);
  }
}
```

```java
public class Studente extends Persona {
  private String matr;
  private List<Esame> esami = new ArrayList<>();
  public void setMatr(String m) { matr = m; }
  public void nuovoEsame(String m, int v) {
    Esame e = new Esame(m, v);
    esami.add(e);
  }
  public float getMedia() {
    if (esami.isEmpty()) return 0;
    float sum = 0;
    for (Esame e : esami) sum += e.getVoto();
    return sum / esami.size();
  }
  public void printAll() {
    super.printAll();
    System.out.println("matr: " + matr);
    for (Esame e : esami)
      System.out.println(e.getMat() + ": " + e.getVoto());
    System.out.println("media: " + getMedia());
  }
}
```

```java
public class Esame {
  private String mat;
  private int voto;
  public Esame(String n,int v){
    mat = n;  voto = v;
  }
  public String getMat() {
    return mat;
  }
  public int getVoto() {
    return voto;
  }
}
```



Ereditarietà

- Visibilità
  - Ciò che è `private` è visibile solo alla classe, non alla sottoclasse
  - Ciò che è `public` è visibile a tutti, anche alla sottoclasse
  - Ciò che è `protected` è visibile alle sottoclassi ma non a tutte le altre classi
- Il nome della sottoclasse deve comunicare a quale classe è simile e come è diversa
  - Classi che servono come radici di una gerarchia devono avere nomi concisi, altrimenti si può dare un nome più lungo

Interfacce

- In Java una interfaccia riprende il concetto di interfaccia di sistemi orientati ad oggetti
  - Non fornisce una implementazione per i metodi
  - Permette di definire un tipo
  - Elenca le signature dei metodi `public` (senza corpo dei metodi)
  - Posso solo dichiarare i metodi
  - Niente attributi non inizializzati, niente costruttori

```
public interface IAccount {
   public void setBalance();
}
```


Classi Astratte

- Una classe astratta è una classe parzialmente implementata. Alcuni metodi sono implementati, altri no (e quest'ultimi sono `abstract`)
- Un metodo `abstract` (senza implementazione) è utile poiché
  - Altri metodi della stessa classe (implementati) possono invocarlo
  - I client si aspettano di poterlo invocare
  - Forza le sottoclassi (concrete) ad implementare il metodo `abstract`
- La classe astratta non può essere istanziata

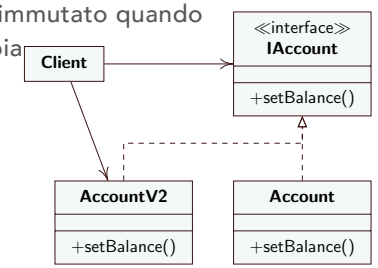
```
public abstract class Libro {
   private String autore;
   public abstract void insert();
   public String getAutore() {
      return autore;
   }
}
```


Classi Ed Interfacce

- Una classe può implementare un'interfaccia, ovvero, la classe fornisce un'implementazione dei metodi definiti dall'interfaccia
- Non è possibile istanziare interfacce
- Tramite l'interfaccia i client sanno cosa possono invocare. Per istanziazioni di oggetto e invocazioni di metodo, si può usare una qualsiasi delle implementazioni disponibili per l'interfaccia
- Un client che usa un'interfaccia rimane immutato quando l'implementazione dell'interfaccia cambia

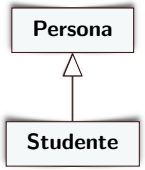
```
public class AccountV2 implements IAccount {
   public void setBalance() {  }
}

public class M {
   public void main(String[] args) {
      IAccount a = new AccountV2();
      a.setBalance();
   }
}
```



Compatibilità Fra Tipi

- L'ereditarietà permette di definire una classificazione di tipi. Una sottoclasse è un sottotipo compatibile con la superclasse, ovvero una sottoclasse è anche ciò che è la superclasse
- Esempio, si abbia `Studente` sottoclasse di `Persona`
  - Il tipo `Studente` è compatibile con il tipo `Persona`
  - La classe `Studente` fa tutto ciò che fa `Persona`, ed altre cose oltre quelle che fa `Persona`
- Una sottoclasse può prendere il posto della superclasse
- Esempio: si può usare un'istanza di `Studente` al posto di una di `Persona`. Dove compare `p.setNome()` con `p` di tipo `Persona` posso sostituire `s.setNome()` con `s` di tipo `Studente`
- Attenzione non vale il contrario, non si può usare la superclasse dove si usava la sottoclasse

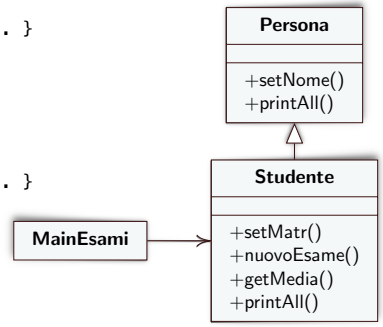



```java
public class Persona {
  public void setNome(String n, String c) { ... }
  public void printAll() { ... }
}

public class Studente extends Persona {
  public void setMatr(String m) { ... }
  public void nuovoEsame(String m, int v) { ... }
  public float getMedia() { ... }
  public void printAll() { ... }
}

public class MainEsami {
  public static void main(String[] args) {
    Studente s = new Studente();
    s.setNome("Alan", "Rossi");   // metodo della superclasse di s
    s.setMatr("M12345");
    s.nuovoEsame("Italiano", 8);  // metodo della classe di s
    s.printAll();                 // metodo della classe di s

    s.nuovoEsame("Fisica", 7);
    Persona p = s;   // p e' dichiarato di tipo Persona
    p.printAll();    // a runtime p punta all'istanza s
  }
}
```



Considerazioni

- La classe `Studente` eredita tutto ciò che ha `Persona`, inoltre ridefinisce il metodo `printAll()` (ovvero fa override), quindi modifica il comportamento di `printAll()` ereditato
  - `super.printAll()` permette di chiamare `printAll()` di `Persona` da `Studente`, `super` permette di accedere ai metodi della superclasse
- Nella classe `MainEsami`, la variabile `p` è di tipo `Persona`, ma punta a un'istanza di `Studente`
  - Chiamando su `p` il metodo `printAll()`, sarà eseguito `printAll()` di `Studente`
  - Su `p` non si può chiamare `nuovoEsame()`, poiché il tipo di `p` a compile time (`Persona`) non ha `nuovoEsame()`
  - Quindi, il compilatore non può far chiamare `nuovoEsame()` su `p` (nonostante `p` punterà a runtime ad un'istanza di `Studente`)

Diagramma UML Di Sequenza

- Esempio di creazione di un'istanza della classe `Studente`

```java
public class MainEsami {
  public static void main(String[] args) {
    Studente s = new Studente();
  }
}
```

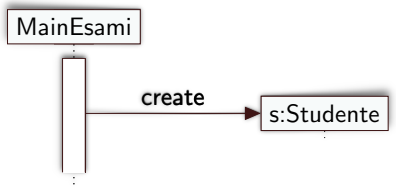


Diagramma UML Di Sequenza

- Esempio di chiamata di metodo su un'istanza di `Studente`

```
public class MainEsami {
  public static void main(String[] args) {
    Studente s = new Studente();
    s.setNome("Alan", "Rossi");   // chiama metodo di s
  }
}
```

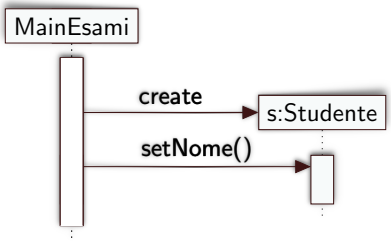


Diagramma UML Di Sequenza

- Esempio di chiamate di metodo a cascata

```
public class MainEsami {
  public static void main(String[] args) {
    Studente s = new Studente();
    s.nuovoEsame("Italiano", 8);
  }
}
```

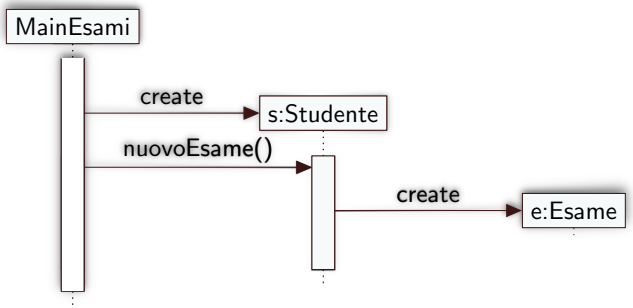
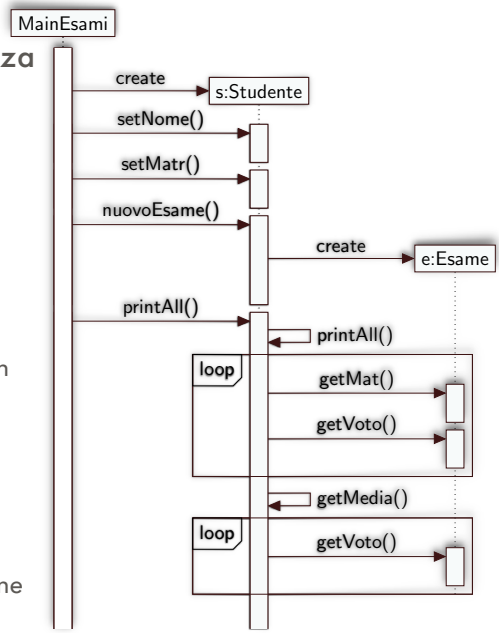


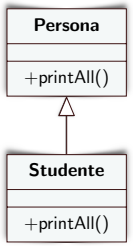
Diagramma UML Di Sequenza

- Mostra interazioni fra oggetti
- L'asse temporale è inteso in verticale verso il basso
- In alto in orizzontale ci sono vari oggetti
- In ciascuna colonna se l'oggetto esiste è indicato con una linea tratteggiata, detta linea della vita, e se è attivo con una barra di attivazione
- Una chiamata di metodo è indicata da una freccia piena che va dalla barra di attivazione di un oggetto ad un altro



Late Binding E Polimorfismo

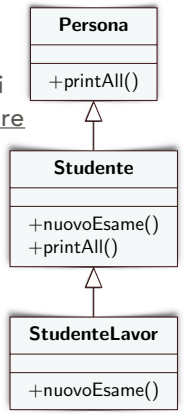
```
public void m() {
   Persona p = new Persona();
   Studente s = new Studente();
   Persona px;
   if (i > 10)
      px = p;
   else
      px = s;
   px.printAll();
}
```



- `printAll()` invocato su `px` può assumere il comportamento definito in `Persona` o quello definito in `Studente`
- Il compilatore riconosce che `printAll()` è definito per `px` (qualunque sia l'istanza puntata)
- A runtime si decide quale `printAll()` eseguire, ovvero si ha late binding, ed il comportamento di `printAll()` è polimorfo

Polimorfismo

- Nei sistemi ad oggetti possono esistere metodi con lo stesso nome e la stessa signature (in classi diverse)
- Quando si usa l'ereditarietà e sono stati definiti metodi con lo stesso nome, la chiamata ad un metodo può avere effetti diversi, ovvero il comportamento è polimorfo




```
Studente s;
// ...
s.nuovoEsame("Maths", 8);
s.printAll();
```

- La variabile `s` potrebbe tenere il riferimento ad un'istanza di `Studente` o di `StudenteLavor`, quale metodo `nuovoEsame()` sarà chiamato è deciso a runtime, in base all'istanza. Lo stesso vale quando si ha una variabile di tipo `Persona` e per il metodo `printAll()`

Polimorfismo

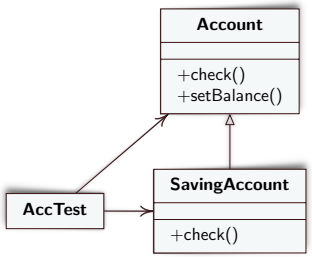
- Il polimorfismo è una caratteristica fondamentale dei sistemi ad oggetti
- Il late binding è tipico dei sistemi in cui esiste il polimorfismo
- Senza polimorfismo dovremmo inserire uno switch sul chiamante per valutare la classe di ciascuna istanza e chiamare il metodo corrispondente a tale classe

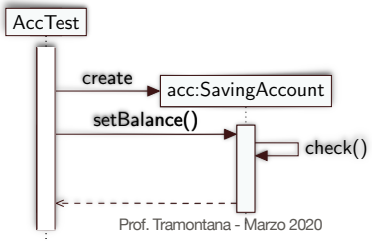
Sottoclassi E Dispatch

```
public class Account {
   protected float balance;
   public void setBalance(float amount) {
      System.out.println("in account set-balance“);
      if (check(amount))
         balance = amount;
   }
   public boolean check(float amount) {
      System.out.println("in account check");
      return (balance + amount) >= 0;
   }
}

public class SavingAccount extends Account {
   public boolean check(float amount) {
      System.out.println("in saving-account check");
      return (balance + amount) >= 1000;
   }
}

public class AccTest {
   public static void main(String[] args) {
      Account acc = new SavingAccount();
      acc.setBalance(1234);
   }
}
```





Dispatch

- Quale versione di `check()` è chiamata da `setBalance()`?
  - Quando un metodo (`setBalance()`) è chiamato su un oggetto, viene controllato il suo tipo a runtime (`SavingAccount`)
  - Si cerca il metodo `setBalance()` sul tipo a runtime: non trovato
  - Se non trovato, si cerca la superclasse: `Account`
  - Se trovato si esegue: `Account.setBalance()`
  - Questo chiama `check()`, si cerca come prima
  - Quindi si cerca prima su `SavingAccount`: trovato
  - Si esegue `SavingAccount.check()`

Tipi Di Variabili E Tipi A Runtime

- A compile time, si dichiara una variabile di un certo tipo, ed il tipo determina quali operazioni, quali signature, si possono usare. Tale tipo può essere una classe o un'interfaccia
- A runtime, l'oggetto riferito dalla variabile ha una sola implementazione che è sempre una classe, non un'interfaccia. Il tipo a runtime di un oggetto non cambia mai
- Una variabile di un tipo può tenere il riferimento ad un'istanza del sottotipo (la classe `Studente` è sottotipo di `Persona`)

```
Persona p = new Studente();
```

- Tramite cast forzo l'istanza `p` di tipo `Persona` sulla variabile `s` del sottotipo `Studente`

```
Studente s = (Studente) p;
```

- OK per il compilatore, OK a runtime solo se l'istanza `p` è del tipo di `s`
- Con `s = (Studente) new Persona()` si avrebbe a runtime `ClassCastException`