UNIVERSITÀ
DI PARMA

oop: ereditarietà

Alberto Ferrari

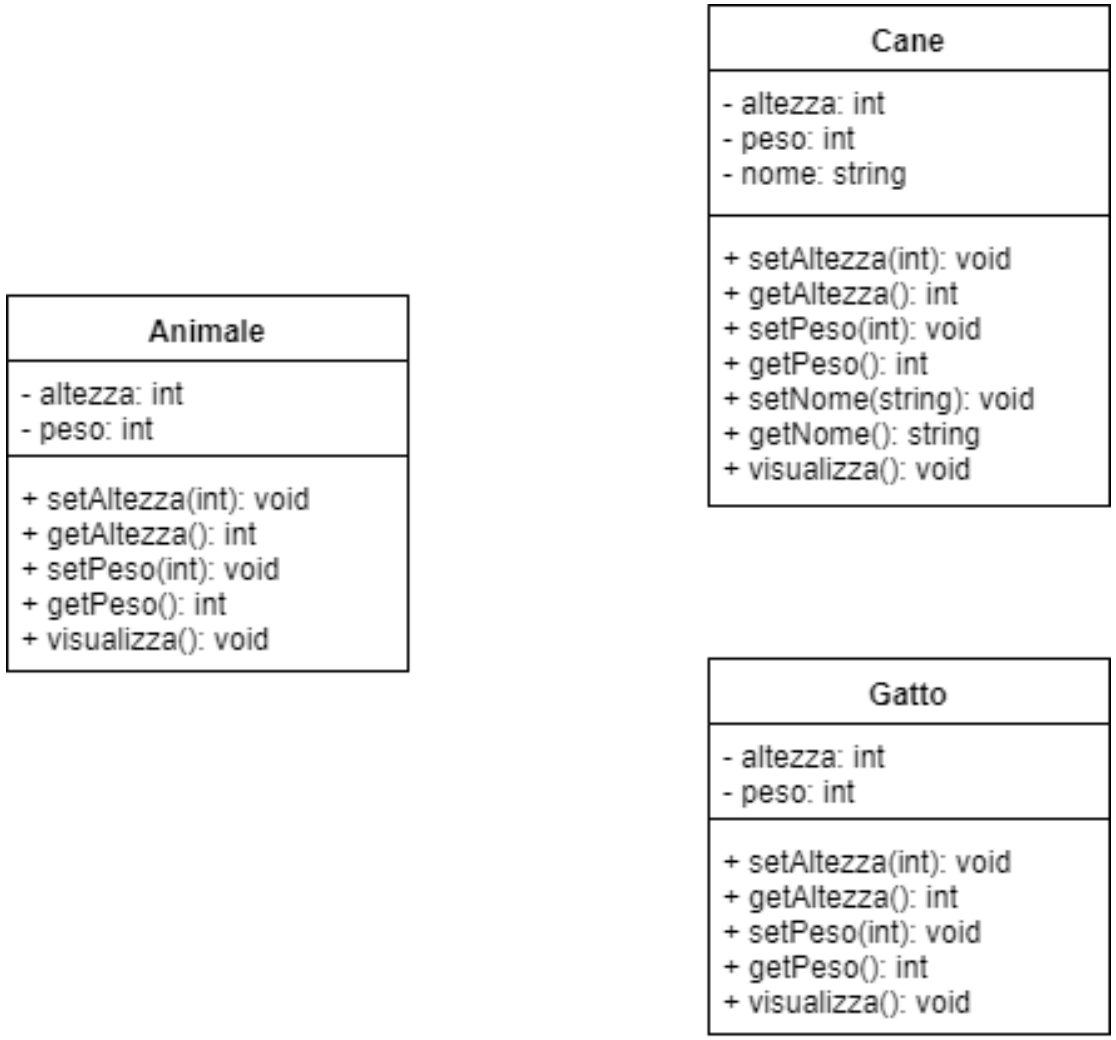
ereditarietà

- l'***ereditarietà*** permette di definire nuove classi partendo da classi sviluppate in precedenza
- una nuova classe (**classe derivata**) viene creata a partire da una classe esistente (**classe base**)
- la classe derivata viene definita esprimendo solamente le ***differenze*** che essa possiede rispetto alla classe base
- la classe derivata **eredita** le variabili membro e le funzioni membro della classe base

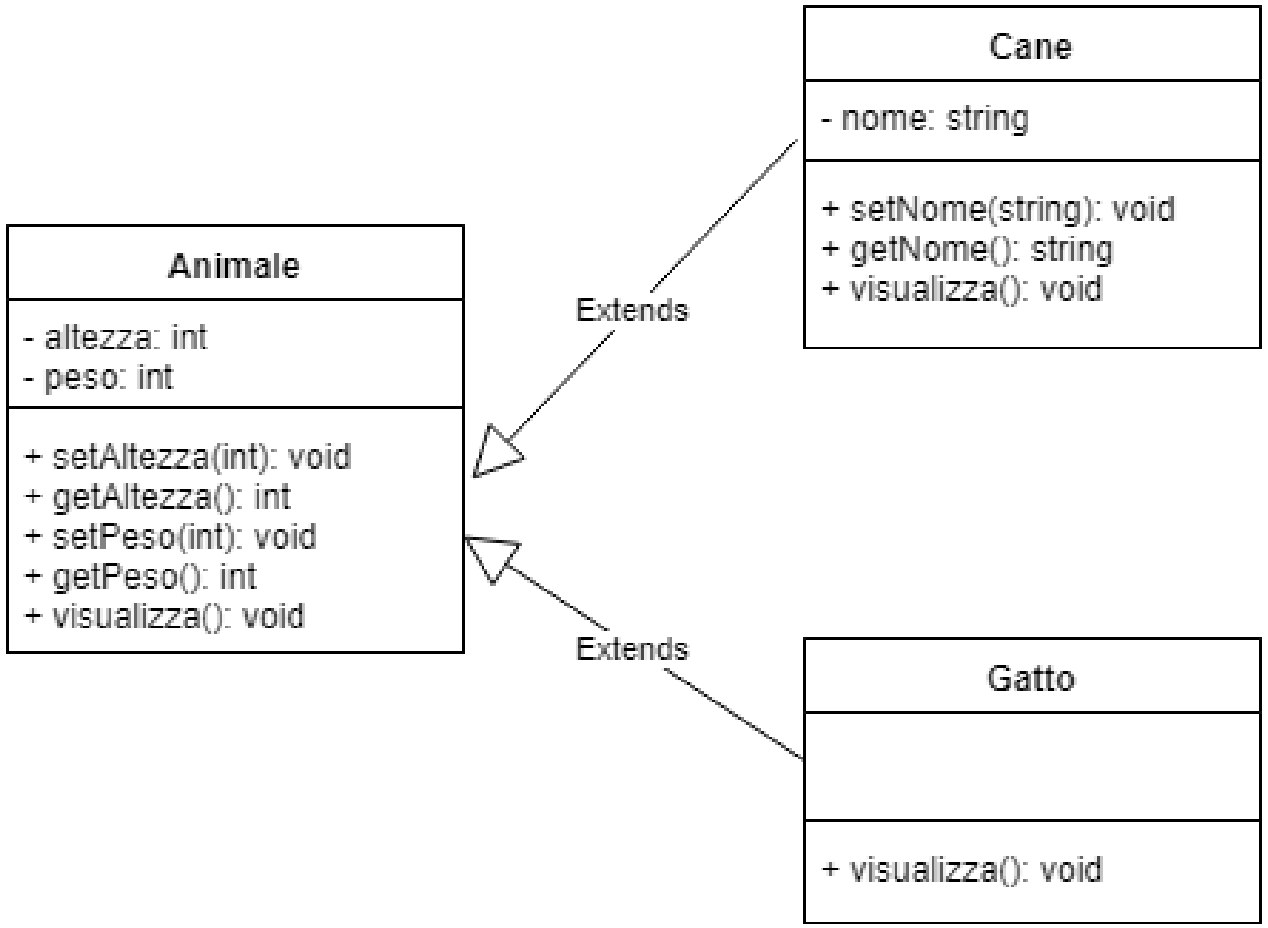
estenzione e ridefinizione

- la classe derivata può **aggiungere** variabili membro e funzioni membro
- la classe derivata può ***cambiare la definizione*** di una funzione membro ereditata
- possiamo avere ereditarietà per
  - ***estensione***
    (***aggiunta*** di nuove variabili e/o funzioni, *eventualmente overloading*)
  - ***ridefinizione***
    (***overriding*** di funzioni)

esempio (senza ereditarietà)



esempio (con ereditarietà)



le classi della gerarchia in C++ Animale.h e Animale.cpp


```
#ifndef ANIMALE_H
#define ANIMALE_H
class Animale {
 public:
   Animale(int = 0 ,int = 0);
   int getAltezza() { return altezza; }
   void setAltezza(int val) {altezza=val;}
   int getPeso() { return peso; }
   void setPeso(int val) { peso = val; }
   void visualizza() const;
  private:
   int altezza;
   int peso;
};
#endif // ANIMALE_H
```

```
#include "Animale.h"
#include <iostream>

using namespace std;

Animale::Animale(int a, int p):
                    altezza(a), peso(p) {}

void Animale::visualizza() const {
    cout << "altezza " << altezza
         << " peso " << peso << endl;
}
```

le classi della gerarchia in C++ Cane.h Cane.cpp

```
#ifndef CANE_H
#define CANE_H
#include <Animale.h>
#include <string>
using namespace std;
class Cane : public Animale {
  public:
    Cane(int=0, int=0,
         string nome="Pluto");
    string getNome() { return nome; }
    void setNome(string val) { nome=val; }
    void visualizza() const;
  private:
    string nome;
};
#endif // CANE_H
```

```
#include "Cane.h"
#include<iostream>

using namespace std;

Cane::Cane(int a, int p, string n ):
            Animale(a, p) {
        setNome( n );
}
void Cane::visualizza() const {
    cout << "Sono un cane di nome: "
    << nome ;
    Animale::visualizza();
}
```

le classi della gerarchia in C++ Gatto.h Gatto.cpp


```
#ifndef GATTO_H_INCLUDED
#define GATTO_H_INCLUDED
#include <Animale.h>
#include <string>

using namespace std;
class Gatto : public Animale
{
    public:
        Gatto( int = 0 , int = 0);
        void visualizza() const;
    private:
};

#endif // GATTO_H_INCLUDED
```

```
#include "Gatto.h"
#include<iostream>

using namespace std;

Gatto::Gatto(int a, int p ): Animale(a, p)
{ }
void Gatto::visualizza() const
{
    cout << "Sono un gatto ";
    Animale::visualizza();
}
```

costruttori nelle classi derivate

- un costruttore della classe base ***non viene ereditato***
- può essere ***invocato*** nella definizione del costruttore della classe derivata per inizializzare le variabili ereditate
- se non è invocato, il costruttore di ***default*** della classe base viene invocato ***automaticamente***

```
Cane::Cane(int a, int p, string n ): Animale(a, p)
{
        setNome( n );
}
```

uso dei membri privati della classe base

- i ***membri privati*** della classe base ***non sono referenziabili*** nelle definizioni delle funzioni membro della classe derivata
  - verrebbe violato il principio di ***incapsulamento***
- le funzioni membro della classe derivata possono accedere alle variabili membro private della classe base tramite le funzioni ***accessor*** e ***mutator*** *(se presenti)*
- le ***funzioni membro private*** della classe base ***non*** sono ***accessibili*** *(di fatto non sono ereditate)*

il qualificatore protected

- una variabile o funzione membro qualificata come ***protected*** può essere referenziata nelle funzioni membro di una classe derivata
- le variabili membro ***protected*** agiscono come se fossero ***protected*** in ogni classe derivata
- molti ritengono che l'uso di variabili membro *protected* ***comprometta*** l'***incapsulamento***
- è buona norma utilizzare protected ***solo*** quando assolutamente ***necessario***

ridefinizione (overriding) e sovraccarico (overloading)

- una funzione ***ridefinita*** in una classe derivata ha lo ***stesso numero e tipo di parametri*** della funzione della classe base (***overriding***)
- una funzione ***sovraccaricata*** in una classe derivata ha un ***diverso numero e/o tipo di parametri*** rispetto alla funzione della classe base e la classe derivata ha entrambe le funzioni (***overloading***)

accesso a una funzione della classe base ridefinita nella classe derivata

- una classe derivata può ridefinire una funzione della classe base
- è possibile invocare su un oggetto della classe derivata la ***versione*** della funzione data nella ***classe base***
- si utilizza l'operatore ::, che in questo caso è ***obbligatorio***, altrimenti la funzione chiamante continuerebbe in realtà a chiamare se stessa generando un loop

```
void Gatto::visualizza() const
{
    cout << "Sono un gatto ";
    Animale::visualizza();
}
```

relazione “is a”

- un ***oggetto*** di una classe ***derivata*** può essere usato ***ovunque*** può essere usato un ***oggetto*** della classe ***base***
- un oggetto di una classe derivata ha ***più di un tipo***
- ***Cane is a Animale***

funzioni che non vengono ereditate

- oltre alle funzioni membro private ***non vengono ereditati***
  - ***costruttori***
  - ***distruttori***
  - ***costruttori di copia***
  - ***operatori di assegnamento***
- se non vengono definiti vengono creati quelli di ***default***

relazioni tra oggetti

- relazione "***is a***"
  - esempio: un Gatto ***is a*** Animale
- relazione "***has a***"
  - esempio: an Computer ***has a*** Processore

Cerchio

```
class Cerchio{
  public:
    Cerchio(double =1, int= 0, int =0 );
    …
    double circonferenza();
    double area();
  private:
    double raggio;
    int x;
    int y;
};
```

```
#define M_PI
3.14159265358979323846264338327950288

Cerchio::Cerchio(double r,int vx,int vy):
raggio(r), x(vx), y(vy)
{}

double Cerchio::circonferenza()
{
    return 2*M_PI*raggio;
}

double Cerchio::area()
{
    return M_PI*pow(raggio,2);
}
```

Cilindro *is a* Cerchio

```
class Cilindro : public Cerchio
{
  public:
   Cilindro(double=1,int=0,int=0,
            double=1);
   double getAltezza() { return altezza; }
   void setAltezza(double v) {altezza= v;}
   double supTotale();
  private:
   double altezza;
};
```

```
Cilindro::Cilindro(double r, int vx,
                   int vy, double h)
          :Cerchio(r,vx,vy)
{
  altezza = h;
}

double Cilindro::supTotale()
{
  return area()*2+circonferenza()*altezza;
}
```

Cilindro *has a* Cerchio

```
class Cilindro
{
  public:
    Cilindro(Cerchio , double = 1);
    double getAltezza() {return altezza;}
    void setAltezza(double v){altezza= v;}
    double supTotale();
  private:
    Cerchio base;
    double altezza;
};
```

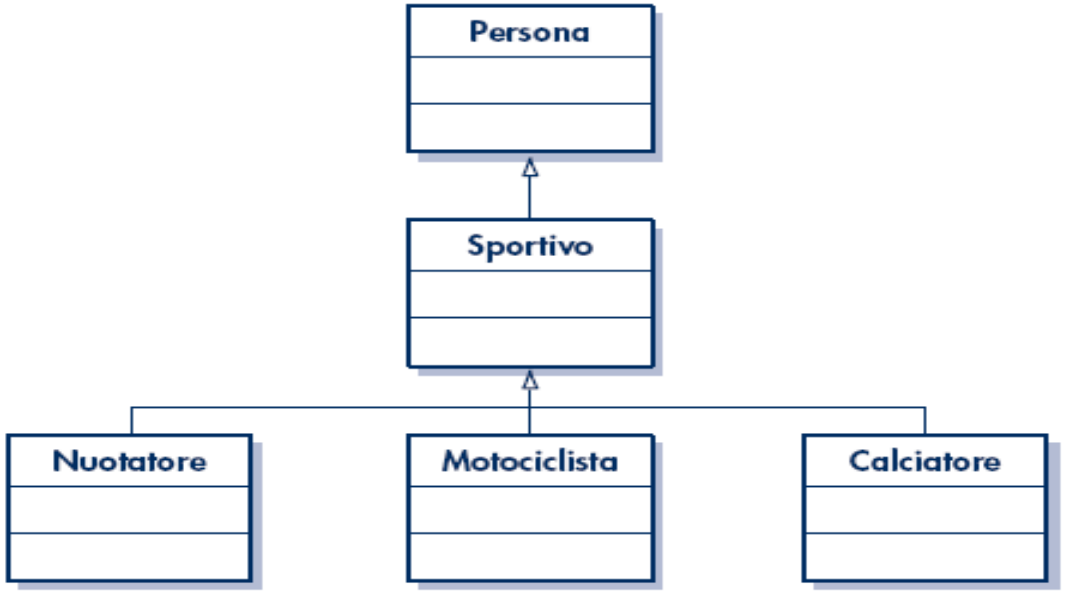
```
Cilindro::Cilindro(Cerchio c, double h)
          : base(c), altezza(h) {}

double Cilindro::supTotale()
{
  return base.area()*2
         +base.circonferenza()*altezza;
}
```

ereditarietà protetta e privata

- ***ereditarietà protetta***: i membri pubblici della classe base sono protetti nella classe derivata quando sono ereditati
- ereditarietà privata: nessun membro della classe base può essere referenziato nella classe derivata
  - la relazione “is a” non è valida
  - sono raramente usate

gerarchia di classi

- l'ereditarietà può estendersi a più livelli generando quindi una ***gerarchia di classi***
- una classe derivata può, a sua volta, essere base di nuove sottoclassi
- ***Sportivo*** è *sottoclasse* di ***Persona*** ed è *superclasse* di ***Nuotatore***, ***Motociclista*** e ***Calciatore***
- nella parte alta della gerarchia troviamo le ***classi generiche***, scendendo aumenta il ***livello di specializzazione***



ereditarietà multipla

- una classe derivata può avere ***più di una classe base***
- possono esserci situazioni ***ambigue***
- richiede una ***conoscenza approfondita*** del linguaggio
- in ***alcuni linguaggi*** (es Java) ***non è ammessa*** l'ereditarietà multipla

esempio: ereditarietà multipla

```
class MiaData {
  public:
    MiaData();
    MiaData(int anno,int mese,int giorno);
    … (getter e setter) …
    void stampa() const;
  private:
    int anno;
    int mese;
    int giorno;
};
```

```
class MiaOra {
  public:
    MiaOra();
    MiaOra(int minuto, int secondo);
    … (getter e setter) …
    void stampa() const;
  private:
    int minuto;
    int secondo;
};
```

esempio: ereditarietà multipla

```
class MiaDataOra : public MiaData,
                   public MiaOra
{
  public:
    MiaDataOra();
    MiaDataOra(int anno,int mese,
        int giorno, int ora, int minuto,
        std::string giornoSett);
 … (getter e setter) …
        void stampa() const;
    private:
        std::string giornoSett;
};
```

```
MiaDataOra::MiaDataOra(): MiaData(), MiaOra() {
    this->giornoSett = "domenica";
}

MiaDataOra::MiaDataOra(int anno, int mese,
            int giorno, int ora, int minuto,
            std::string giornoSett) {
    MiaData(anno,mese,giorno);
    MiaOra(ora,minuto);
    this->giornoSett = giornoSett;
}

void MiaDataOra::stampa() const {
    MiaData::stampa();
    MiaOra::stampa();
    std::cout << "giorno settimana = "
              << giornoSett;
}
```

oggetti di superclasse e sottoclasse

- un ***oggetto*** di tipo ***sottoclasse*** è contemporaneamente e ***automaticamente*** anche di tipo ***superclasse***
- quando è necessario utilizzare un oggetto di tipo superclasse è ***possibile*** utilizzare un oggetto di tipo ***sottoclasse***
- ***al contrario invece la regola non vale***
- ogni oggetto di tipo ***Sportivo è*** anche un oggetto di tipo ***Persona***
  - *è vero che uno sportivo è una persona*
- ***non è vero il contrario***
  - *una persona non è necessariamente uno sportivo*

puntatori e classi

- è possibile dichiarare un ***puntatore*** ad un oggetto di una ***classe***
- l'operatore ***new*** alloca memoria per l'oggetto e ***chiama il costruttore***
- ***delete*** rilascia la memoria e chiama il ***distruttore*** della classe
- esempio

```
Cerchio *pCerchio;
pCerchio = new Cerchio;
pCerchio = new Cerchio(10.5, 45, 30);
…
delete pCerchio;
```

accesso alle funzioni membro tramite puntatori

- l'operatore ***** (***indirection operator***) ritorna un sinonimo dell'oggetto a cui il suo operando (un puntatore) punta
- tramite questo operatore è possibile ***accedere*** alle funzioni membro dell'oggetto puntato

```
Cerchio *pc1;
pc1 = new Cerchio(10,2,4);
cout << "area " << (*pc1).area() << endl;
cout << "area " << pc1->area() << endl;
```

- ***puntatore->metodo()*** e ***(*puntatore).metodo()*** sono due forme di scrittura equivalenti

funzioni virtual

polimorfismo

polimorfismo e funzioni virtuali

- ***polimorfismo e funzioni virtuali*** sono un meccanismo fondamentale per realizzare ***sistemi estensibili***
  - consentono di trattare gli ***oggetti di tutte le classi*** di una gerarchia come se fossero oggetti della classe base
- il risultato è la scrittura di programmi ***più semplici*** (*meno branching logic*), in cui viene favorito il testing ed il mantenimento del codice

funzioni virtuali

- quando una ***funzione*** membro di una ***classe base*** è dichiarata ***virtual***
- se la funzione è ***chiamata*** tramite un ***oggetto***, la risoluzione del riferimento avviene a ***tempo di compilazione*** (***static binding***) e la funzione chiamata è quella della classe dell'oggetto
- se la funzione è ***chiamata*** tramite un ***puntatore*** il programma sceglie a ***tempo di esecuzione*** la funzione della classe appropriata (***late binding*** o ***dynamic binding***)

esempio

```
class ChessPiece {
  public:
    ChessPiece();
    virtual ~ChessPiece();
    virtual void move();
  private:
    char column;
    int row;
    char color;
    std::string name;
};
…
void ChessPiece::move() {
    std::cout << "No piece" << std::endl;
}
```

```
class Bishop : public ChessPiece {
    public:
        Bishop();
        virtual ~Bishop();
        void move();
    private:
};
…
Bishop::Bishop(){
    setName("Bishop");
}
…
void Bishop::move() {
    std::cout << "Bishop @ " << getColor()
          << "," << getRow() << std::endl;
}
```

binding statico e dinamico

```
int main()
{
    ChessPiece cp;
    Bishop b;
    cp = b;
    cp.move();       // output no piece
    ChessPiece *pPiece;
    pPiece = new Bishop();
    pPiece->move(); // output Bishop @ ...
    return 0;
}
```

- **`cp = b`**
  - assegnamento a una variabile superclasse di una variabile sottoclasse
- **`cp.move()`**
  - static binding
  - eseguito il metodo di ChessPiece
- **`pPiece = new Bishop()`**
  - un puntatore a una superclasse punta a un oggetto di una sottoclasse
- **`pPiece->move()`**
  - dynamic binding
  - eseguito il metodo di Bishop

polimorfismo

- capacità di oggetti appartenenti a classi che derivano da una classe base comune di ***rispondere in modi diversi*** alla chiamata di una certa funzione
- si implementa tramite le ***funzioni virtuali***:
  - alla chiamata di una funzione virtuale tramite un ***puntatore*** alla classe base, il programma sceglie la ridefinizione corretta della funzione nella classe derivata appropriata
- ***aumento di generalità***: è il runtime a doversi occupare delle specificità, non il programmatore
- ***estendibilità***: il codice è scritto indipendentemente dai tipi derivati, nuovi tipi possono essere aggiunti senza dover apportare modifiche a quanto già sviluppato

funzioni virtuali: implementazione

- se una classe ha una o più funzioni membro virtuali il compilatore crea una ***tabella*** che per ogni ***funzione virtuale*** contiene l'***indirizzo*** in memoria del codice della funzione
- quando viene creato un ***oggetto*** della classe, la sua descrizione contiene un ***puntatore alla tabella*** delle funzioni virtuali
- quando una ***funzione virtuale*** viene chiamata usando un ***puntatore*** all'oggetto, il sistema runtime ***usa la tabella*** per decidere ***quale definizione*** della funzione usare
- le funzioni virtuali introducono ***overhead***

classi astratte e funzioni virtuali pure

- se una funzione è ***virtuale pura*** la sua definizione non è necessaria
- una classe con una o più funzioni virtuali pure è detta ***astratta***
- una ***classe astratta*** può essere usata solo come classe base per derivare altre classi, ***non si possono creare oggetti***

```
class ChessPiece {
  public:
    ChessPiece();
    virtual void move() = 0;
  private:
    char column;
    int row;
    char color;
    std::string name;
};
```