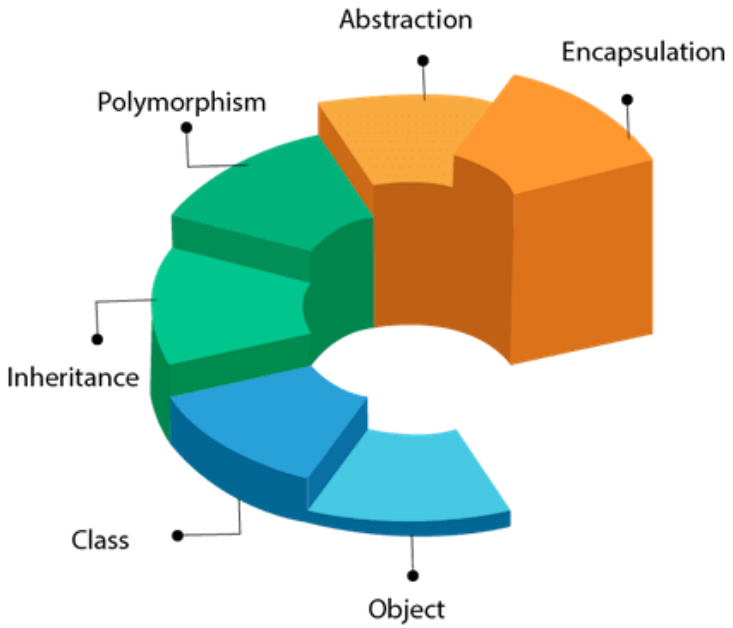
Object Oriented Programming

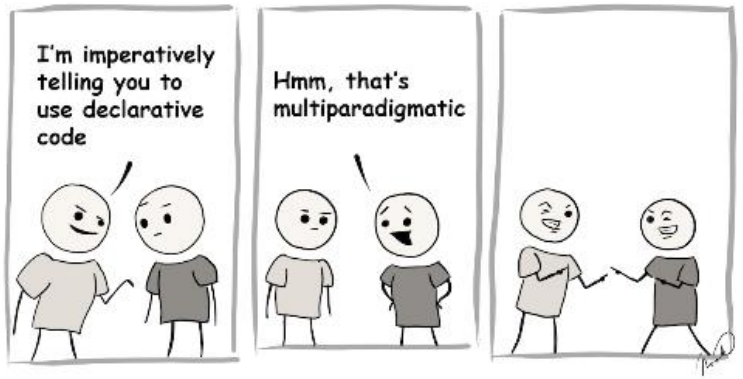


Object Oriented Programming

- paradigmi di programmazione
  - OOP
- oggetto
- classe
  - attributi
  - costruttore
  - metodi

paradigma di programmazione

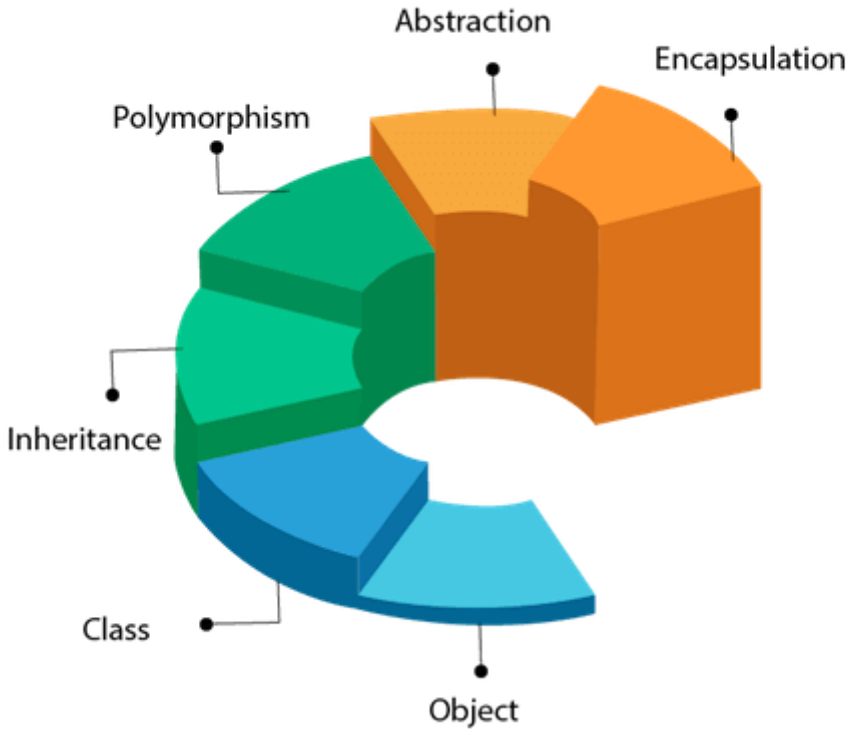
- il ***paradigma di programmazione*** definisce il modo in cui il programmatore concepisce il programma
- i vari paradigmi si ***differenziano***
- per le ***astrazioni*** usate per rappresentare gli elementi di un programma (funzioni, oggetti, variabili …)
- per i ***procedimenti*** usati per l'elaborazione dei dati (assegnamento, iterazione, gestione del flusso dei dati ...)



paradigmi

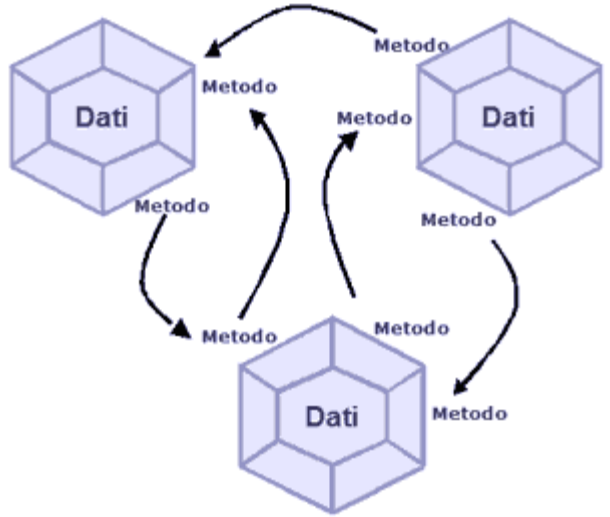
- paradigma ***imperativo***
  - programmazione procedurale (‘60)
  - programmazione strutturata (‘60-’70)
- programmazione orientata agli ***eventi***
  - *interfacce grafiche*
- programmazione ***logica***
  - *intelligenza artificiale*
- programmazione ***funzionale***
  - *applicazioni matematiche e scientifiche*
- programmazione ***orientata agli oggetti***

programmazione orientata agli oggetti



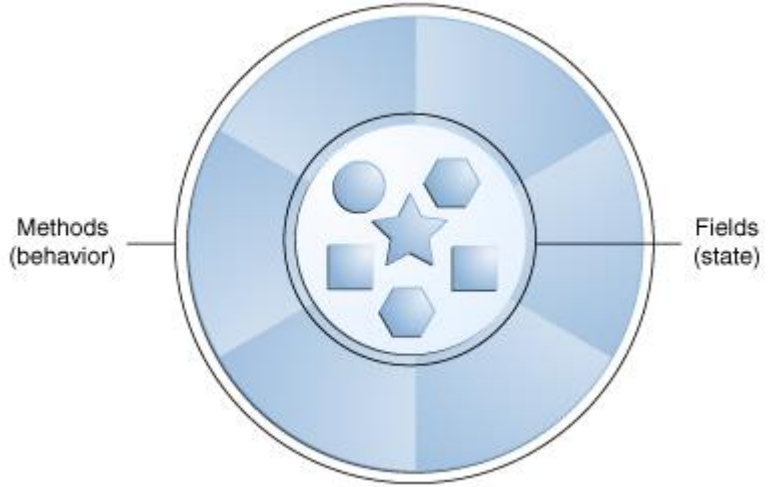
Object Oriented Programming

- la ***programmazione orientata agli oggetti***
  (***OOP***, ***O***bject ***O***riented ***P***rogramming)
  permette di definire oggetti software in grado di interagire gli uni con gli altri attraverso lo scambio di messaggi



oggetto

- analisi della realtà e definizione del ***dominio applicativo***
  - evidenziare informazioni essenziali eliminando quelle non significative per il problema
- un ***oggetto*** rappresenta un oggetto fisico o un concetto del dominio
  - memorizza il suo ***stato*** interno in campi privati (attributi dell'oggetto)
    - concetto di ***incapsulamento*** (black box)
  - offre un insieme di ***servizi***, come ***metodi*** pubblici (comportamenti dell'oggetto)
- realizza un ***tipo di dato astratto***
  - (ADT - *Abstract Data Type*)



astrazione

- ***astrazione***
  - ***evidenziare*** alcune ***proprietà***, ritenute ***significative***, relative ad un determinato fenomeno osservato
  - ***escludendone*** altre considerate ***non rilevanti*** per la sua comprensione
- astrazione → creazione di ***modelli***
  - nella OOP i modelli sono rappresentati dalle ***classi***
- ***Object Oriented Analysis***
  - modellare la realtà di interesse in un sistema software attraverso l'astrazione

esempio: automobile di Mario

- nome dell'oggetto: «AutoDiMario»
- classe: ***Automobile***
- ***attributi***
  - velocità_massima → 220
  - velocità_attuale → 120
  - tipo_freni → tamburo
- ***metodi***
  - accelera(n) → aumenta velocità nKm/h
  - frena()

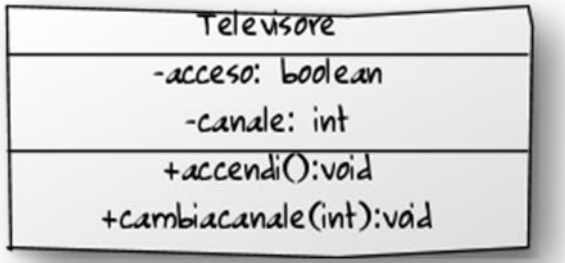
classi e oggetti

- ogni oggetto ha una ***classe*** di origine (*è* ***istanziato*** *da una classe*)
- la classe definisce la stessa ***forma iniziale*** (attributi e metodi) a tutti i suoi oggetti
- ma ogni oggetto
  - ha la sua ***identità***
  - ha uno stato e una locazione in memoria distinti da quelli di altri oggetti
    - sia istanze di classi diverse che della stessa classe

classi e tipi di dato

- una classe è a tutti gli effetti un ***tipo di dato***
  (come gli interi e le stringhe e ogni altro tipo già definito)
- un tipo di dato è definito dall'insieme di ***valori*** e dall'insieme delle ***operazioni*** che si possono effettuare su questi valori
- nella programmazione orientata agli oggetti è possibile
  - utilizzare tipi di dato esistenti
  - definirne di nuovi tramite le classi
- i nuovi tipi di dato si definiscono ***ADT*** *(Abstract Data Type)*

diagramma delle classi



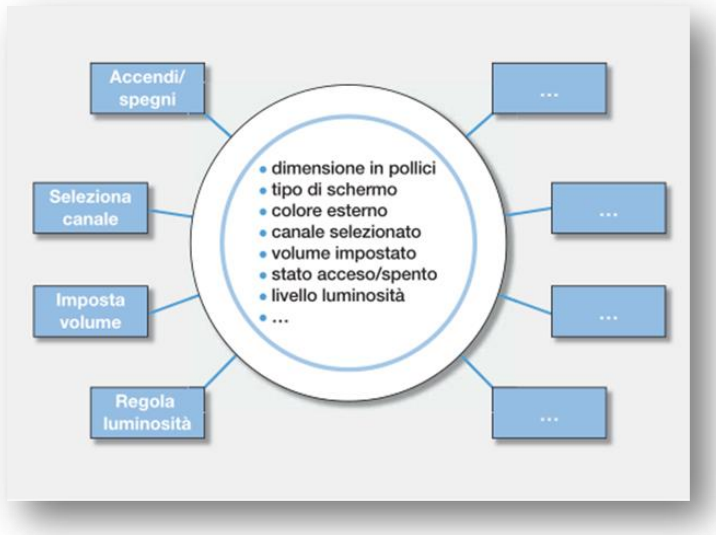
- la prima sezione contiene il ***nome*** della classe
- la seconda sezione definisce i suoi ***attributi***
- la terza i ***metodi*** (le operazioni) che si possono compiere sull'oggetto

http://www.draw.io

classe Automobile

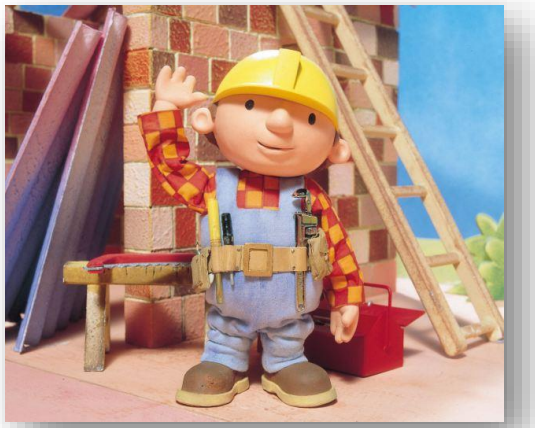
incapsulamento (information hiding)

- ***nascondere*** il funzionamento interno
  (la struttura interna)
- fornire un'***interfaccia*** esterna che permetta l'utilizzo senza conoscere la struttura interna



Python – self - __init__

- costruzione di oggetti (***istanziazione***)
- **`__init__`**: metodo ***costruttore***
- eseguito ***automaticamente*** alla creazione di un oggetto
  - *instantiation is initialization*
- **`self`**: primo parametro di tutti i metodi
  - non bisogna passare un valore esplicito
  - rappresenta l'oggetto di cui si chiama il metodo
  - permette ai metodi di accedere ai campi



Python definizione della classe

```
class Automobile:

    def __init__(self, vm: int, va: int, freno: str):
        '''
        vm velocità massima
        va velocità attuale
        freno tipo freno
        '''
        self._vm = max(vm,0)
        self._va = max(va,0)
        if freno == 'tamburo':
            self._freno = 'tamburo'
        else:
            self._freno = 'disco'
```

Python metodi

```
    def accelera(self,km: int):
        ''' aumenta la velocià di km chilometri orari'''
        if km <= 0:
            return
        self._va += km
        if self._va > self._vm:
            self._va = self._vm

    def frena(self):
        ''' dipende dal tipo dei freni '''
        if self._freno == 'disco':
            self._va -= 20
        else:
            self._va -= 10
        self._va = max(self._va,0)
```

```
    def to_tuple(self) -> tuple:
        return self._vm, self._va, self._freno

    def to_string(self) -> str:
        s = 'velocità massima: ' + str(self._vm)
        s += ' velocità attuale: ' + str(self._va)
        s += ' freni a ' + self._freno
        return s
```

oggetti e classi

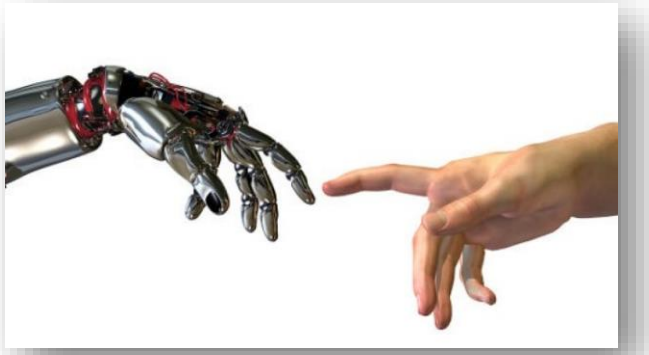
- da una ***classe*** possono essere istanziati (creati) ***più oggetti***
- tutti con gli ***stessi attributi***
  - ma ognuno ha una sua ***valorizzazione*** degli attributi
- tutti hanno lo stesso ***comportamento***
  - rispondono ai messaggi attivando i ***metodi*** della classe

gli oggetti

- gli oggetti sono le ***entità*** di un programma che ***interagiscono*** tra loro per raggiungere un obiettivo
- vengono ***creati*** (istanziati) in fase di esecuzione
- ognuno di essi fa parte di una categoria (una ***classe***)
- ogni classe può creare ***più oggetti***, ognuno dei quali, pur essendo dello stesso tipo, è ***distinto*** dagli altri
- un oggetto è una ***istanza*** di una classe

creazione di un oggetto

- per creare un oggetto si effettua una ***istanziazione*** di una classe
- in questa fase viene riservato uno spazio di memoria per conservare i valori degli attributi dell'oggetto che si sta creando (per mantenere memorizzato lo stato dell'oggetto)



interazione tra gli oggetti

- per comunicare gli oggetti utilizzano i metodi scambiandosi messaggi l'uno con l'altro
- quando si invoca un metodo l'oggetto reagisce eseguendo il metodo opportuno
- l'invocazione dei metodi può richiedere parametri di qualsiasi tipo compresi quindi oggetti della stessa o di altre classi
- un oggetto può passarne un altro attraverso un metodo, o addirittura potrà passare se stesso
- un messaggio ha la seguente sintassi:

```
<nomeOggetto>.<nomeMetodo>(<parametri>)
```

oggetti

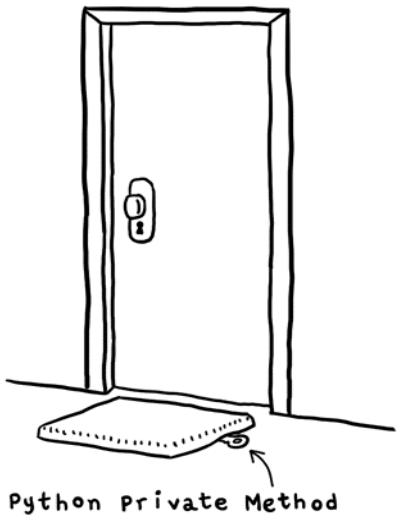
```
from automobile import Automobile

mario = Automobile(220,120,'tamburo')
print(mario.to_tuple())
print(mario.to_string())
mario.accelera(5)
print(mario.to_string())
mario.accelera(500)
print(mario.to_string())
for i in range(25):
    mario.frena()
    print(mario.to_string())
```

definizioni

- ***campi***: memorizzano i ***dati caratteristici*** di una istanza
  - ogni pallina ha la sua posizione (x, y) e la sua direzione (dx, dy)
- ***parametri***: ***passano valori*** ad un metodo
  - se alcuni dati necessari non sono nei campi
- ***variabili locali***: memorizzano ***risultati parziali***
  - generati durante l'elaborazione del metodo
  - nomi ***cancellati*** dopo l'uscita dal metodo
- ***variabili globali***: definite ***fuori*** da tutte le funzioni
  - usare sono se strettamente necessario

incapsulamento

- l'**incapsulamento (***information hiding)* è un concetto fondamentale dell'ingegneria del software
- prevede che si possa **accedere** alle informazioni di un oggetto **unicamente attraverso i suoi metodi**
- in ***Python*** l'incapsulamento non è vincolante; per consuetudine attributi privati vengono rappresentati mediante un identificatore che inizia con _ (underscore)
- in ***Java*** l'incapsulamento si avvale dei **modificatori di visibilità** per nascondere gli attributi di un oggetto
  - mettere in atto questa tecnica significa **non avere** mai **attributi** di un oggetto di tipo **public**, salvo eccezioni particolari per costanti o attributi di classe da gestire in base al caso specifico



accesso agli attibuti

- ***information hiding***
  - gli attributi sono definiti ***privati*** (convenzione nome inizia con _)
- metodi accesors (***getter***)
  - permettono l'accesso 'in lettura' agli attributi privati
- metodi mutators (***setter***)
  - permettono l'accesso 'in scrittura' agli attributi privati

```
• def __init__(self, a):
      ## private varibale in Python
      self.__a = a

  ## getter method to get the properties
  def get_a(self):
      return self.__a

  ## setter method to change the value 'a'
  def set_a(self, a):
      self.__a = a
```

in Python tutto è un oggetto

```
n = 15                              # viene istanziato l'oggetto n della classe int
print('tipo di n ',type(n))                              # type funzione
print('rappresentazione binaria di n ',bin(n))   # bin funzione
print('cifre binarie di n ',n.bit_length())      # bit_length metodo
```

```
tipo di n <class 'int'>
rappresentazione binaria di n 0b1111
cifre binarie di n 4
```

```
f = 3.25                                                    # f oggetto della classe float
print('tipo di f ',type(f))                                 # type funzione
print(f.as_integer_ratio(),'frazione generatrice di',f)   # as_integer_ratio metodo
```

```
tipo di f <class 'float'>
(13, 4) frazione generatrice di 3.25
```

Classi in Java

```
public class Automobile {

    private int vm;                 // velocità massima
    private int va;                 // velocità attuale
    private String freno;           // tipo freno

    public Automobile(int vm, int va, String freno) {
        this.vm = Math.max(vm,0);
        this.va = Math.max(va,0);
        if (freno.equals("tamburo"))
            this.freno = "tamburo";
        else
            this.freno = "disco";
    }
```

```
    public void accelera(int km){ // aumenta la velocià di km chilometri orari
        if (km <= 0)
            return;
        this.va += km;
        if (this.va > this.vm)
            this.va = this.vm;
    }

    public void frena(){  // dipende dal tipo dei freni
        if (this.freno.equals("disco"))
            this.va -= 20;
        else
            this.va -= 10;
        this.va = Math.max(this.va,0);
    }

    public String toString(){
        String s = "velocità massima: " + this.vm;
        s += " velocità attuale: " + this.va;
        s += " freni a " + this.freno;
        return s;
    }

}
```

```
public class AutomobileMain {

    public static void main(String[] args) {
        Automobile mario = new Automobile(220,120,"tamburo");
        System.out.println(mario.toString());
        mario.accelera(5);
        System.out.println(mario);
        mario.accelera(500);
        System.out.println(mario);
        for (int i = 0; i < 25; i++) {
            mario.frena();
            System.out.println(mario);
        }
    }

}
```

dunder methods (metodi speciali)

- metodi predefiniti utilizzati implicitamente da Python
- il loro nome inizia e finisce con due trattini bassi (underscore)
- ci si riferisce a questi metodi come ***dunder methods*** dove ***dunder*** sta per ***double underscore***
- esempi:
  - il metodo dunder init (**`__init__`**) viene automaticamente invocato al momento della creazione di un oggetto
  - il metodo **`__str__`** fornisce una rappresentazione sotto forma di stringa degli attributi dell'oggetto
    - viene chiamato automaticamente dalla funzione **`print`**

dunder methods (1)

- **`object.__del__(self)`**
  - called when the instance is about to be destroyed. This is also called a finalizer or (improperly) a destructor.
- **`object.__lt__(self, other)`**
- **`object.__le__(self, other)`**
- **`object.__eq__(self, other)`**
- **`object.__ne__(self, other)`**
- **`object.__gt__(self, other)`**
- **`object.__ge__(self, other)`**
  - the correspondence between operator symbols and method names is as follows: x<y calls x.__lt__(y), x<=y calls x.__le__(y), x==y calls x.__eq__(y), x!=y calls x.__ne__(y), x>y calls x.__gt__(y), and x>=y calls x.__ge__(y).

dunder methods (2)

- **`object.__add__(self, other)`**
- **`object.__sub__(self, other)`**
- **`object.__mul__(self, other)`**
- **`object.__and__(self, other)`**
- **`object.__xor__(self, other)`**
- **`object.__or__(self, other)`**
  - these methods are called to implement the binary arithmetic operations (+, -, *, &, ^, |)

variabili di istanza e variabili di classe

- ogni oggetto (istanza di una classe) dispone di ***attributi*** che sono propri di se stesso
  - gli attributi di un oggetto sono chiamati ***variabili di istanza***
  - per accedere alle variabili di istanza si utilizza il riferimento ***self***
- le ***variabili di classe*** sono attributi ***condivisi*** da tutte le istanze della classe
  - per accedere alle variabili di classe si utilizza il nome della classe

variabili di classe esempio

```
class Gatto:
    numero_gatti = 0

    def __init__(self,nome: str):
        ''' costruttore '''
        self.nome = nome
        Gatto.numero_gatti += 1
        print('ora esiste il gatto',self.nome)

    def __del__(self):
        ''' distruttore '''
        Gatto.numero_gatti -= 1
        print('ora non esiste più il gatto',self.nome)
```

```
g1 = Gatto('micio')
print('gatti presenti:',Gatto.numero_gatti)
g2 = Gatto('fufi')
print('gatti presenti:',Gatto.numero_gatti)
del g1
print('gatti presenti:',Gatto.numero_gatti)
del g2
print('gatti presenti:',Gatto.numero_gatti)
```

```
ora esiste il gatto micio
gatti presenti: 1
ora esiste il gatto fufi
gatti presenti: 2
ora non esiste più il gatto micio
gatti presenti: 1
ora non esiste più il gatto fufi
gatti presenti: 0
```

aggregazione - composizione

- un attributo di un oggetto è un oggetto di un'altra classe
- esempio:
  - Punto: punto sul piano cartesiano
  - Segmento: gli estremi sono due punti

classe Punto

```
class Punto:

    def __init__(self, x: float, y: float):
        self._x = x
        self._y = y

    def coordinate(self) -> (float, float):
        return self._x, self._y

    def __str__(self) -> str:
        return "(" + str(self._x) + "," + str(self._y) + ")"

    def sposta(self, dx: float, dy: float):
        self._x += dx
        self._y += dy
```

classe Punto (segue)

```
    def distanza_origine(self) -> float:
        '''
        restituisce la distanza del punto dall'origine degli assi
        '''
        return (self._x**2 + self._y **2) ** 0.5

    def distanza_punto(self, p: 'Punto') -> float:
        '''
        restituisce la distanza dal punto p
        '''
        dx = self._x - p._x
        dy = self._y - p._y
        return (dx ** 2 + dy ** 2) ** 0.5
```

istanziazione di punti (oggetti della classe Punto)

```
p1 = Punto(1,1)
print('punto p1',p1)
print("distanza di p1 dall'origine degli assi",p1.distanza_origine())
p1.sposta(1,2)
print('dopo lo spostamento p1',p1)
print("distanza di p1 dall'origine degli assi",p1.distanza_origine())
p2 = Punto(5,7)
print('punto p2',p2)
print('distanza fra p1 e p2',p1.distanza_punto(p2))
```

```
punto p1 (1,1)
distanza di p1 dall'origine degli assi 1.4142135623730951
dopo lo spostamento p1 (2,3)
distanza di p1 dall'origine degli assi 3.605551275463989
punto p2 (5,7)
distanza fra p1 e p2 5.0
```

classe Segmento

```
from Punto import Punto

class Segmento:

    def __init__(self, a: Punto, b: Punto):
        self._a = a
        self._b = b

    def lunghezza(self) -> float:
        return self._a.distanza_punto(self._b)

    def __str__(self) -> str:
        return "estremo a = " + str(self._a) + " estremo b = " + str(self._b)
```

oggetti delle classi Punto e Segmento

```
p1 = Punto(1,1)
print('punto p1',p1)
print("distanza di p1 dall'origine degli assi",p1.distanza_origine())
p1.sposta(1,2)
print('dopo lo spostamento p1',p1)
print("distanza di p1 dall'origine degli assi",p1.distanza_origine())
p2 = Punto(5,7)
print('punto p2',p2)
print('distanza fra p1 e p2',p1.distanza_punto(p2))
s = Segmento(p1,p2)
print(s)
print('lunghezza=',s.lunghezza())
p1._x = 0
print('lunghezza=',s.lunghezza())
```