# תכנות מונחה עצמים בפייתון

תכנות מונחה עצמים הוא מתודולוגיה תכנותית שמפרידה בין חלקי קוד לאובייקטים שמתקשרים בניהם.   
הרעיון של תכנות מונחה עצמים הוא פירוק התוכנית לחלקים עצמיים שמתקשרים בניהם כך שלא נצטרך למחזר קוד, כלומר כל שינוי שמשותף לכמה חלקים בקוד יתבצע במקום אחד במקום בכל חלק בנפרד.  
הגישה מנסה לחקות את העולם האמתי בכך שהיא מציגה תכונות והתנהגויות משותפות במבנה אחד.  
כאשר הקוד מאורגן לפי אובייקטים המייצגים עצמים, הדבר מאפשר שימוש חוזר בתוכנה, עם אפשרות טובה להרחיב את הקוד גם בתכוניות אחרות, כמו כן מעבר טבעי יותר בין התכנון של הקוד ומימוש שלו.   
כבר בשפת c נראים ניצנים לשיטה עם פיתוח משתנה מטיפוס struct שניתן להגדיר לו "מהות" (מה הוא בא לייצג) ותכונות, למשל בן אדם- יש לו שם, גובה, מוצא, טמפרמנט וכו'   
בשפות שממשיכות את c ניתן גם להגדיר למבנה שיטות, כלומר איך האובייקט מתנהג, למשל אדם יש לו את השיטה "להגיד שלום", "ללכת", "להשתעל", "להוציא את הילד מהגן" וכו'.  
בג'אווה ובפייתון תכנות מונחה עצמים מיוצג במחלקות שהן התבנית של העצם, דהיינו התכונות והתנהגויות המשותפות לכל האובייקטים מאותו המבנה.  
למחלקות יכולות להיות: שדות(fields) מאפייני המחלקה כלפי פנים, תכונות(properties) המגדירים מאפיינים של המחלקה כלפי חוץ, ושיטות (methods) שהן פונקציות הפועלות של משתני המחלקה או מגדירות את התנהגות העצם.  
אובייקט הוא בעצם דוגמא(אינסטנס) לעצם מטיפוס המחלקה, ניקח למשל את הדוגמא שהצגנו מקודם- אדם, לאדם יש תכונות כמו שם, גובה, מוצא שלרוב אפשר לראות כלפי חוץ.   
יש לו גם שדות כמו מצב נפשי, מצב בריאותי וכו' שעלולים לשנות את מצבו החיצוני, אבל אינם גלויים כלפי חוץ.  
ויש לו גם שיטות שמתארות את ההתנהגות שלו או פועלות על המשתנים אחרים, למשל בנאדם שמצבו הבריאותי לא תקין יכול להפעיל איזו שיטה שתשנה את גוון עורו וכו'.  
אובייקט הוא דוגמא לטיפוס מהמחלקה(instance), אם המחלקה מייצגת "בן אדם" , אז אובייקט הוא למשל "אורנית" או "בני" וכו'.  
  
*מאפייני השיטה-*המאפיינים המרכזיים של השיטה הם : כימוס(encapsulation), הפשטת נתונים(data abstraction), ירושה (inheritance) ורב צורתיות (polymorphism) .  
  
כימוס- מהמילה כמוס כלומר מוסתר(כמו סוד כמוס לפרה ולסוס), הוא מצב בו כל אובייקט שומר מצב פרטי במחלקה, כך שלאובייקטים אחרים אין גישה ישירה למצב הזה, הם יכולים רק לקרוא לשיטות מרשימה של שיטות ציבוריות.  
אז האובייקט מנהל את המצבים של עצמו דרך שיטות, ואף מחלקה אחרת לא יכולה לגעת באותן שיטות אלא אם ניתן לה רשות.  
נניח יש לנו מחלקה של חתול ומחלקה של בן אדם, והמחלקות מתקשרות בניהן.   
לחתול נניח יכולים להיות שדות כמו אנרגיה, מצב רוח, וכו', וכמו כן יש לו שיטות פרטיות כמו "לייל" או "להקיא כדור פרווה".  
המחלקה של הבן אדם לא יכולה להפעיל את המתודה של החתול "לייל", אבל היא יכולה לבצע מתודה של בן אדם שיכולה לעורר את המתודה "לייל" של החתול, כמו "ללטף" או "לבעוט".  
  
פישוט- אפשר לראות את הפישוט כהמשך טבעי לכימוס.  
בעיצוב של תוכנית מונחת עצמים, תוכניות לעיתים קרובות גדולות מאוד, ואובייקטים מופרדים מתקשרים בניהם הרבה, אז לתחזק קוד בסיס כזה למשך שנים עם שינויים לאורך הדרך הוא מסובך.  
פישוט הוא רעיון שנועד להקל על הבעיה הזו.  
מימוש הפשטה אומר שכל אובייקט אמור לחשוף רק מנגנון ברמה גבוה לשימוש בו.  
המנגנון הזה אמור להסתיר פרטי מימוש פנימיים, ואמור לחשוף רק פעולות שרלוונטיות למשתמש או לאובייקטים אחרים.  
ניקח לדוגמא טלוויזיה , היא עושה הרבה מאחורי הקלעים, אבל כל מה שאנחנו עושים בשביל להשתמש בה הוא ללחוץ על כפתורים בשלט.  
אנחנו מצפים שהמנגנון הזה יהיה פשוט לשימוש ושישמר לאורך זמן.  
  
ירושה- אובייקטים הרבה פעמים זהים מאוד אך אינם זהים לחלוטין.  
כדי שנוכל לשמור על מבנה זהה בין האובייקטים אך עם שינויים בניהם נשתמש בירושה.  
כשמחלקה יורשת ממחלקה אחרת היא בעצם לוקחת את כל המאפיינים של המחלקה המורישה, ומוסיפה לה מאפיינים משלה.  
למשל ניקח את המושג עוף יש עופות שיכולות לעוף לשחות או לקרוא "קוקוריקו", ויש גם עופות שאין להם אף אחת מהשיטות האלה, אך המשותף למשפחת העופות זה שיש להם כנפיים מקור והם מתרבים בהטלת ביצים.   
אם התוכנית שלנו תצטרך להשתמש באובייקט תרנגולת, ברווז וברבור אנחנו יכולים ליצור היררכיית ירושה כך שהברבור ירש מהברווז, והברווז והתרנגולת ירשו ממחלקת "עוף", ואז כל מחלקה תוסיף מה שרלוונטי לה לתכונות שהיא יורשת מהן.  
  
פולימורפיזם- מקור המילה מיוונית ופרושה רב צורתיות.  
אנחנו כבר הבנו את הרעיון של ירושה ויודעים את הכוח שלה, אבל לפעמים כל מחלקה שיורשת תכונה או שיטה מסוימת מפרשת אותה אחרת ממה שהמחלקה המורישה מפרשת אותה למשל אם למחלקת אדם יש תכונה "מקום מגורים", ומתודה "להגיד שלום" אם ניצור אינסטנס של בן אדם מישראל ואחד מספרד כל אחד יפרש את המאפיינים האלה אחרת, לאחד יקראו נגיד יוסי ולשני חוליו ,אחד יגיד "שלום" והשני "hola" וכו'.  
פולימורפיזם מאפשר להשתמש במחלקה בדיוק כמו במחלקת האב שלה, כלומר יש לה בדיוק את אותם שדות, אבל כל מחלקת יורשת שומרת על המאפיינים האלה כפי ראות עיניה.   
הפולימורפיזם נותן דרך שבה נוכל לשמור כמה אינסטנסים של מחלקות שונות אך יורשות מאותה מחלקת אב בתוך מקום אחד ולהשתמש בשיטה או תכונה ממחלקת האב כפי שהמחלקות היורשות ממשות אותן, מבלי לחשוש לשגיאות.

הגדרת מחלקה בפייתון-

כל מחלקה מתחילה במילה השמורה class אחרי יבוא שם המחלקה (שמקובל לכתוב אותו ב-CapitalizedWords), נקודתיים ובבלוק מתחת את מימוש המחלקה:

class MyClass:

    pass

אתחול מחלקה והגדרת המאפיינים שלה יעשה בפונקציית הבנאי, בשפות כמו ג'אווה או c++ שם המתודה הוא כשם המחלקה, בפייתון מציינים את הבנאי ב- \_\_init\_\_ (שני קווים תחתונים ברישא ובסיפא), הסימון של פונקציות עם שני קווים תחתונים בהתחלה ובסוף הוא חשוב, בהמשך נדבר יותר על סוג הפונקציות האלה.   
הבנאי אמור לקבל משתנה מסוג self , ואת המשתנים שהוא אמור לאתחל.  
הפרמטר self הוא בעצם האובייקט שפועלים עליו, כלומר קבלת האינסטנס של האובייקט כפרמטר.   
בג'אווה ודומותיה למשתנה קוראים this, והוא אומנם לא מוגדר בחתימת הפונקציה כאחד הפרמטרים, אך מאחורי הקלעים הוא נשלח גם לפונקציה, גם בפייתון לא נשלח את האובייקט כארגומנט ביצירת אינסטנס חדש זה, יעשה אוטומטית כשיוצר האובייקט, אבל עדיין צריך להגדיר את הפרמטר בחתימה המתודה.  
ההכרזה על המשתני העצם של האינסטנס בפייתון תעשה במתודת הבנאי:

class Dog:

    def \_\_init\_\_(self, name, age, gender='male'):

        self.name = name

        self.age = age  
 self.gender = gender

rexi = Dog('Rexi' ,3)

משתני העצם של האינסטנס יכולים להשתנות בין אובייקטים שונים מאותו טיפוס מחלקה, יכול להיות שיש כלב שקוראים לו גופי בן 2 וכלבה אחרת שקוראים לה עזית בת 5.  
לעומת זאת יש מה שנקרא משתני מחלקה או תכונות מחלקה, שהם תכונות שאמורות להיות משותפות לכל האובייקטים מטיפוס המחלקה.   
נהוג להצהיר על משתני המחלקה מתחת לחתימת המחלקה, והם חייבים לקבל ערך ישר עם הצהרתם (אחרת נקבל שגיאת NameError) .   
כשנוצר אובייקט מטיפוס המחלקה, תכונות המחלקה נוצרות אוטומטית ומקבלות את ערכן המאותחל.   
*הערה:* תכונות המחלקה הן אומנם תכונות שמשותפות לכל אובייקט מטיפוס המחלקה, אך הן לא סטטיות, כלומר אם נשנה את התכונה באחד האינסטנסים הוא ישתנה רק באותו אינסטנס ולא בכל השאר:

class Dog:

    species = "Canis familiaris"

    def \_\_init\_\_(self, name, age, gender = 'male'):

        self.name = name

        self.age = age

        self.gender = gender

rexi = Dog("Rexi", 3)

kookoo = Dog("Kookoo", 0.5)

kookoo.species = "Gallus gallus"

print(f"Kookoo species: {kookoo.species}")

print(f"Rexi species: {rexi.species}")

בפייתון אין מילה שמורה למשתנים קבועים כמו final או const   
*שאלה למחשבה:* איך הכל זאת ניתן להגדיר משתנה קבוע בפייתון?   
  
**מתודות-**בדוגמאות שהצגנו למעלה הצגנו שלאובייקט יכולים להיות שדות שמיצגים תכונות ויכולות להיות מתודות שמייצגות את התנהגות של האובייקט.  
מתודות האינסטנס הן מתודות שמגדירות את האינסטנס הספציפי מטיפוס המחלקה, מה הכוונה? לכל אינסטנס של מחלקה יכול להיות את הפירוש שלו לתכונות המחלקה כפי שראינו לעיל בדוגמא של לאסי וגופי.  
למתודות שבהם אנו צריכים את פירוש האינסטנס לתכונות נקרא מתודת האינטנס, במילים אחרות אם אנחנו משתמשים בפרמטר self של המחלקה אנחנו משתמשים במתודת אינסטנס.  
כאמור מתודות אינסטנס מוגדרות כמו פונקציות רק שהפרמטר הראשון שלהן הוא self :

class Dog:

    species = "Canis familiaris"

    def \_\_init\_\_(self, name, age):

        self.name = name

        self.age = age

    # Instance method

    def description(self):

        return f"{self.name} is {self.age} years old"

    # Another instance method

    def speak(self, sound):

        return f"{self.name} says: {sound}"

rexi = Dog("Rexi", 3)

print(rexi.speak("I'm a dog, I can't speak!"))

print(rexi.description())  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
Rexi says I'm a dog, I can't speak!  
Rexi is 3 years old

מתודות המחלקה הן מתודות שמוגדרות לכלל טיפוסי המחלקה ללא תלות בהגדרת משתני עצם של המחלקה, בדוגמא שלנו- לא אכפת לנו אם לכלב קוראים רקסי לאסי גופי וכו' ,המתודה באה להגדיר תכונה שמשותפת לכלל הכלבים.   
לחתימה של מתודת מלקה נוסיף ופרמטר cls שהוא מצביע על המחלקה ולא על האינסטנס בקריאת המחלקה, ומשום כך המתודות לא יכולות לשנות את משתני האינסטנס, אך הן יכולות לשנות את משתני המחלקה וגם אז השינוי יעשה רק באותו האינסטנס שקרא למתודה:

class Dog:

    species = "Canis familiaris"

    def \_\_init\_\_(self, name, age , gender='male'):

        self.name = name

        self.age = age

        self.gender= gender

    def mutation(cls, new\_species):

        cls.species = new\_species

catdog\_mutation= Dog("Experiment X",0.2,gender='unknown')

catdog\_mutation.mutation('Felis silvestris')

guffy= Dog('Guffy',2)

print(f"Experiment X species: {catdog\_mutation.species}")

print(f"Guffy species: {guffy.species}")  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
Experiment X species: Felis silvestris  
Guffy species: Canis familiaris

אבל אם נשתמש בקשטן @classmethod המתודה כבר לא תתבצע על האינסטנס שקרא למתודה אלא על כלל ההאינסטנסים של המחלקה:

class Dog:

    species = "Canis familiaris"

    def \_\_init\_\_(self, name, age , gender='male'):

        self.name = name

        self.age = age

        self.gender= gender

    @classmethod  
 def contagious\_mutation(cls, new\_species):  
 cls.species = new\_species  
 print('>:-) whahaha')  
 print('You have infected all the dogs in the world!')

guffy= Dog('Guffy',2)  
catdog\_mutation= Dog("Experiment X",0.2,gender='unknown')

catdog\_mutation.contagious\_mutation('Felis silvestris')

print(f"Experiment X species: {catdog\_mutation.species}")

print(f"Guffy species: {guffy.species}")  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
>:-) whahaha  
You have infected all the dogs in the world!  
Experiment X species: Felis silvestris  
Guffy species: Felis silvestris

ויש עוד סוג של מתודות והן מתודות סטטיות.  
מתודות סטטיות לא מקבלות פרמטר מיוחד (self או cls) והן לא נועדו לשינוי האינסטנס או תכונה של המחלקה.  
למחלקות סטטיות אנחנו מוסיפים את הקשטן @staticmethods כדי לסמן למפרש שהמתודה לא משמשת לשינוי המחלקה, אלא לשימוש כללי תחת שם המחלקה.  
לרוב זה שימושי כדי לתת namespace לקבוצת מתודות תחת שם של אובייקט אחד מבלי ליצור אינסטנס שלו:

class Maze:

    @staticmethod

    def get\_predetermined\_maze():

        return  f"""

            # # # # # # # # # # # # # # #

            # S                     #   #

            #         #             #   #

            # # # #             #   #   #

            #                   #   #   #

            #               # # # # #   #

            #                           #

            #                           #

            # # # # # #       # # # #   #

            #                         E #

            # # # # # # # # # # # # # # #

        """

    @staticmethod

    def maze\_solver(maze:str)-> str:

        #TODO: implement maze solver using BFS

        pass

    @staticmethod

    def maze\_generator()->str:

        #TODO: implement the maze generator using prim

        pass

ירושה ורב צורתיות בפייתון-

כפי שאמרנו קודם ירושה היא אחת המאפיינים של תכנות מונחה עצמים.   
בפייתון ירושה מתבצעת ע"י הוספה של סוגריים ובתוכם שם המחלקה שמהן המחלקה יורשת, נקודותיים ומימוש רגיל של מחלקה.  
מחלקה יכולה לרשת מכמה מחלקות, ולא כמו בג'אווה אין הגבלה למספר המחלקות שניתן לרשת מהן.  
כל מחלקה נוספת שיורשים ממנה מוספת כפי שמוסיפים פרמטרים לפונקציה, ע"י ',':

class Kid1(Parent1):  
class Kid1(Parent1, Parent2):  
class Kid1(Parent1, Parent2, Parent3):  
class Kid1(Parent1, Parent2, Parent3, Parent4):  
class Kid1(Parent1, Parent2, Parent3, Parent4, Parent5):

נהוג לכנות את המחלקה המורישה מחלקת אב, והמחלקה היורשת מחלקת בן.   
בעת ההורשה כל שדה או מתודה שיש למחלקת האב מועתקת למחלקת הבן בשלמותה (כולל המימוש שלה).  
ניתן לזהות האם מחלקה מסוימת יורשת ממחלקה אחרת ע"י הפונקציה issubclass() ,ואם האובייקט הוא אינסטנס של מחלקה מוסיימת עם הפונקציה isinstance() :

class Vehicle:

    pass

class Car(Vehicle):

    pass

volvo = Car()

#isinstance

print(f"is volvo an instance of Car? {isinstance(volvo, Car)}")

print(f"is volvo an instance of Vehicle? {isinstance(volvo, Vehicle)}")

#issubclass

print(f"is Vehicle a subclass of Car? {issubclass(Vehicle, Car)}")

print(f"is Car a subclass of Vehicle? {issubclass(Car, Vehicle)}")  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
is volvo an instance of Car? True  
is volvo an instance of Vehicle? True  
is Vehicle a subclass of Car? False  
is Car a subclass of Vehicle? True

נשים לב שאינסטנס של מחלקת הבן הוא גם אינסטנס של מחלקת האב.   
למעשה כל האובייקטים בפייתון, כמו ב- C# ,הם אינסטנסים של המחלקה object ויורשים ממנה:

 issubclass(int, object) #--> True  
 isinstance(int, object) #--> True

לפעמים נרצה לשנות תכונה של מחלקת האב במחלקת הבן, למשל נניח יש לנו מחלקה שקוראים לה 'מדינה' ויש לה תכונות כמו שפה, עיר בירה, מספר תושבים וכו'. אלה תכונות שמשותפות לכלל המדינות, אם ניקח את ארה"ב למשל השפה המדוברת במדינה היא אנגלית (לרוב), מספר התושבים כ-שלוש מאות מליון נפש, עיר הבירה: "ושינגטון די סי" וכו', אבל התכונות הן של ארה"ב בלבד, אם ניקח את ישראל התכונות יהיו שונות לחלוטין.  
במקרים כאלה נרצה לעשות דריסה של תכונות של מחלקת האב, ולהתאימן למחלקת הבן.   
בפייתון הדריסה היא פשוט כתיבה של אותה מתודה או תכונה שוב, ולא להתבלבל עם הסימון @override של ג'אווה, בג'אווה הסימון הוא annotation למתודה, בפייתון ה-'@' מסמן קשטן, **ואין** קשטן override:

class Country():

    def capital(self):

        return "{} is the the capital of {}"

    def language(self):

        return "{} is the the language of {}"

    def population(self):

        pass

class Usa(Country):

    def capital(self):

       return super().capital().format("Washington, D.C.","USA")

    def language(self):

        return super().language().format("English","USA")

    def population(self):

        return '~328,239,523'

usa= Usa()

print("USA:")

print(f"Capital: {usa.capital()}")

print(f"language: {usa.language()}")

print(f"population: {usa.population()}")

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
USA:  
Capital: Washington, D.C. is the the capital of USA  
language: English is the the language of USA  
population: ~328,239,523

הפונקציה super() מאפשרת להשתמש בתכונות של מחלקת האב. כפי שנראה בדוגמא השתמשנו בפונקציה כדי לקבל את המימוש של מחלקת האב למתודות שמייצגות את השפה של המדינה והבירה שלה, ואז עם הפונקציה format שינינו את המבנה הקיים של המחרוזת שיתאים לארה"ב.

סדר ביצוע מתודות-   
נניח יש לנו מחלקה A מחלקה B עם שם של מתודה משותפת, ומחלקה C שיורשת משתי המחלקות הראשונות,  
מבין שתי המחלקות המתודה של מי מבניהן תופעל?

class A:

    def my\_name(self):

        print("My name is class A")

class B:

    def my\_name(self):

        print("My name is class B")

class C(A,B):

    pass

C().my\_name()

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
My name is class A

המתודה my\_name() של המחלקה C הפעילה דווקא את המתודה של המחלקה A ולא את שם המחלקה .B  
הסיבה היא די פשוטה לפייתון יש מערכת MRO (Method Resolution Order) שמבצעת את המתודות לפי סדר הירושה, ובהיקרא למתודה של המחלקה היורשת המערכת עובר על כל האובייקטים מהם ירשה המחלקה לפי סדר הירושה ובודקת מי המחלקה הראשונה שיש לה את המתודה שנקראה.   
כך במקרה שלנו המחלקה A היא הראשונה בסדר הירושה לכן המתודה שלה בוצעה בסוף.  
האם ניתן לעקוף את ה-MRO של פייתון? ואם נרצה להשתמש במתודות של כלל המחלקות?  
ניתן לעקוף ואף להשתמש בפונקציה של מחלקות אחרות עם ע"י קריאה לאובייקט מטיפוס המחלקה והפעלת המתודה דרכו עם הוספת ארגומנט self:

class C(A,B):

    def my\_name(self):

        B.my\_name(self)

        A.my\_name(self)

C().my\_name()  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
My name is class B  
My name is class A

מתי העסק מתחיל להסתבך? כאשר אנחנו משתמשים בירושה משתי מחלקות שיורשות מאותה מחלקת אב.   
נתסכל על הדוגמא הבאה:

class DomesticatedAnimel(object):

    def use(self):

        return "the {} is used for {}"

class Horse(DomesticatedAnimel):

    def use(self):

        return super().use().format(self.\_\_class\_\_.\_\_name\_\_, "riding and freight and racing")

class Donkey(DomesticatedAnimel):

    def use(self):

        use\_str= super().use().format(self.\_\_class\_\_.\_\_name\_\_, "riding and freight")

        use\_str+=" ,did I tell that I'm a donkey?"

        return use\_str

class Mule(Donkey,Horse):

    pass

print("Horse:")

print(Horse().use())

print("Donkey:")

print(Donkey().use())

print("Mule:")

muly= Mule()

print(muly.use())

בדוגמא לעיל יש מחלקה שמייצגת חיות מבויתות עם מתודה אחת "שימוש" .  
ממנה יורשים שתי מחלקות: "סוס" ו-"חמור" ולשתיהן יש מימוש שונה למתודה –הסוס משמש למשא, רכיבה ומרוצים, והחמור משמש רק למשא ורכיבה, אך הוא גם חמור והוא לא זוכר אם הוא הציג את עצמו(מסתבר), אז הוא מזכיר את זה.   
משתי המחלקות יורשת מחלקת "פרד" (כלאיים של סוס וחמור).  
לכאורה ההדפסה שנצפה לקבל מהפונקציה Mule.use() היא כמו ההדפסה של החמור כי הוא הראשון בסדר הירושה, אבל קורא כאן דבר מעניין:

Horse:   
the Horse is used for riding and freight and racing   
Donkey:   
the Donkey is used for riding and freight ,did I tell that I'm a donkey?   
Mule:   
the Mule is used for riding and freight and racing ,did I tell that I'm a donkey?

אפשר לומר שגם ההדפסה שקיבלנו היא סוג של כלאיים בין המתודה של הסוס והמתודה של החמור- מסתבר שהפרד משמש לרכיבה למשא ולמרוצים והוא גם שכחן כמו החמור ומזכיר לנו שהוא חמור.   
למה זה?   
הסיבה היא כי אנחנו משתמשים במחלקה "חיות מבויתות" עבור שתי מחלקות הבסיס של הפרד- כשמחלקה יורשת ממחלקה אחרת היא יורשת ממנה לא רק את המתודות אלא גם את כל המחלקות ממנה מחלקת האב יורשת, לכן כשהפרד יורש מהחמור ומהסוס הוא אוטומטית יורשת גם ממחלקת חיות הבית.  
כשמשתמשים במתודה "שימוש" של מחלקת האב, סדר הפעלת המתודות של פייתון מחפש את המחלקה הראשונה ממנה יורש ה"פרד" ,שגם לה יש את השימוש במתודה הזו והיא אינסטנס של "חיות מבויתות" , במקרה הנ"ל זאת המחלקה "חמור", אבל המתודה בחמור משתמשת במתודה של מחלקת האב שלה שהיא "חיות מבויתות".   
אז מה שעושה ה-MRO זה לחפש את המחלקה הבאה מבין במחלקות שיורש מהן ה"פרד" ,שמשתמשת באותה המתודה וצאצא של המחלקה "חיות מבויתות" מנקודת הנחה שהיא מחלקת האב, היות והמחלקה הבאה היא המחלקה- "סוס" תופעל המתודה "שימוש" של הסוס.  
היא גם מפעילה את המתודה של האב "חיות מבויתות" כשהיא קוראת ל-super(), לכן ה-MRO יחפש את המחלקה הבאה ברשימה שיש לה את המתודה ויורשת מ-"חיות מבויתות" (אינסטנס של "חיות מבויתות"), ובמקרה זה המחלקה "חיות מבויתות" ,ואז סוף סוף תופעל המתודה של המחלקה תחזור אחורה למחלקה "סוס" שיחזיר את ערכו למחלקה "חמור" שיחזיר את הערך למחלקה "פרד" וחד גדיא חד גדיא.   
בשביל לראות את זה טוב יותר נוסיף לכל אחת מהמחלקות במימוש של המתודה "שימוש" הדפסה בתחילת המתודה, שמירה של המחרוזת במשתנה, הדפסה של יצאה מהמחלקה והחזרה של המחרוזת:

class DomesticatedAnimel(object):

    def use(self):

        print("in DomesticatedAnimel")

        print("bye bye domesticated animal ")

        return "the {} is used for {}"

class Horse(DomesticatedAnimel):

    def use(self):

        print("in Horse")

        use\_str= super().use().format(self.\_\_class\_\_.\_\_name\_\_,"riding and freight and racing")

        print("bye bye horse")

        return use\_str

class Donkey(DomesticatedAnimel):

    def use(self):

        print("in Donkey")

        use\_str= super().use().format(self.\_\_class\_\_.\_\_name\_\_, "riding and freight")

        use\_str+=" ,did I tell that I'm a donkey?"

        print("bye bye donkey")

        return use\_str

class Mule(Donkey,Horse):

    pass

print("Mule:")

muly= Mule()

print('\n',muly.use())  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
Mule:   
in Donkey   
in Horse   
in DomesticatedAnimel   
bye bye domesticated animal   
bye bye horse   
bye bye donkey   
  
the Mule is used for riding and freight and racing ,did I tell that I'm a donkey?

אם רוצים לראות את סדר הפעלת המתודות של מחלקה מסוימת אפשר להשתמש במשתנה \_\_mro\_\_ שמציג איזו מחלקה מגיעה קודם בסדר הירושה:

Mule.\_\_mro\_\_  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
(\_\_main\_\_.Mule,

\_\_main\_\_.Donkey,

\_\_main\_\_.Horse,

\_\_main\_\_.DomesticatedAnimel,

object)

כימוס ואבסטרקציה בפייתון:

כפי שאמרנו בהקדמה, כימוס הוא אחד המאפיין הראשיים של תכנות מונחה עצמים, והוא מאפשר לנו הסתרה של שדות ומתודות שלא קשורות ישירות לייעוד המחלקה מהמשתמש.  
למה בכלל צריך להסתיר מידע המשתמש?   
ניקח את הדוגמא הבאה, יש לנו מחלקה שסופרת מספר אנשים שבחרו המועמד מסוים במחלקה "קלפי".   
אם יהיה למשתמש גישה למשתנה הוא יכול לשנות את מספר האצבעות למועמד מסוים:

class BallotBox:

    def \_\_init\_\_(self, parties):

        self.candidates = parties

        self.voters = {}

    def add\_a\_vote(self, voter\_id,candidate):

        """Adds new vote to the ballot box """

        if(not voter\_id in self.voters) and (candidate in self.candidates):

            self.candidates[candidate] +=1

            self.voters[voter\_id] = True

            print("Thank you for voting :-)")

        else : print("Voter has already voted >:-(")

    def mina\_zemach(self):

        """Shows the Election poll"""

        print('\nMina Zemach election poll:')

        for key,value in self.candidates.items():

            print(f"The party '{key}' has {value:,} votes")

parties = {

    'Bibi something':0,

    'To right':0,

    'The work':0,

    'Lapid something':0,

    'vigor' : 0

}

ballot\_box = BallotBox(parties)

ballot\_box.candidates['Bibi something'] =1000000

ballot\_box.mina\_zemach()

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
Mina Zemach election poll:   
The party 'Bibi something' has 1,000,000 votes   
The party 'To right' has 0 votes   
The party 'The work' has 0 votes   
The party 'Lapid something' has 0 votes   
The party 'vigor' has 0 votes

משום שנתנו גישה למילון של המחלקה "קלפי" המשתמש יכל לשנות את הערכים של המעמדים.  
בפייתון אין מילה שמורה private למשתנים, במקום מגדירים שם של משתנה עם שני קווים תחתונים בתחילת שמו, זה יחשיב את המשתנה לא שייך למחלקה כאשר קוראים לו בחוץ אבל מתוך המחלקה האובייקט נחשב בדיוק אותו דבר.   
נוכל עכשיו לשנות את שם המשתנה candidates ל- \_\_candidates, ואת ה-voters ל- voters.  
ובאותה שיטה בדיוק נוכל להגדיר גם מתודות פרטיות.   
וכמו שיש משתנים פרטיים ניתן גם להגדיר מתודות פרטיות בצורה זהה- ששם המתודה מתחיל בשני קווים תחתונים.  
ועכשיו שאנחנו יודעים את כל זה בואו נתקן את המחלקה ונוסיף כמה מתודות חדשות:

class BallotBox:

    def \_\_init\_\_(self, parties):

        self.\_\_candidates = parties

        self.\_\_voters = {}

    def add\_a\_vote(self, voter\_id,candidate):

        """Adds new vote to the ballot box """

        if(not voter\_id in self.\_\_voters) and candidate in self.\_\_candidates:

            self.\_\_candidates[candidate] +=1

            self.\_\_voters[voter\_id] = True

            print("Thank you for voting :-)")

        else : print("Voter has already voted >:-(")

    def \_\_the\_greatest\_paty(self):

        """returns the greatest party in the ballot box """

        import operator

        greatest\_party= max(self.\_\_candidates.items(), key=operator.itemgetter(1))[0]

        return greatest\_party

    def mina\_zemach(self):

        """Shows the Election poll"""

        greatest\_party = self.\_\_the\_greatest\_paty()

        print('\nMina Zemach election poll:')

        for key,value in self.\_\_candidates.items():

            # print the greatest party with yellow

            # the colors where taken form:

            # https://svn.blender.org/svnroot/bf-blender/trunk/blender/build\_files/scons/tools/bcolors.py

            if key == greatest\_party:

                print(f"The party '\033[93m{key}\033[0m' has {value:,} votes")

            else: print(f"The party '{key}' has {value:,} votes")

    def add\_a\_candidate(self,name):

        """Adds new party to the ballot box """

        if not name in self.\_\_candidates:

            self.\_\_candidates[name] = 0

        else: print("The party is already running")

parties= {

    'Bibi something':0,

    'To right':0,

    'The work':0,

    'Lapid something':0,

    'vigor' : 0

}

ballot\_box = BallotBox(parties)

ballot\_box.add\_a\_candidate("Halad balad")

ballot\_box.add\_a\_candidate("Haredim la athid")

ballot\_box.add\_a\_vote(voter\_id="1234",candidate='The work')

ballot\_box.add\_a\_vote(voter\_id='22222',candidate='Bibi something')

ballot\_box.add\_a\_vote(voter\_id="1234",candidate='vigor')

#ballot\_box.\_\_candidates['Bibi something'] =1000000 => Error

ballot\_box.mina\_zemach()

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
Thank you for voting :-)   
Thank you for voting :-)   
Voter has already voted >:-(   
Mina Zemach election poll:   
The party 'Bibi something' has 1 votes   
The party 'To right' has 0 votes   
The party 'The work' has 1 votes   
The party 'Lapid something' has 0 votes   
The party 'vigor' has 0 votes   
The party 'Halad balad' has 0 votes   
The party 'Haredim la athid' has 0 votes

טקסט