

מתודות קסם

זוכרים את הדוגמא מהפרק על הכימוס בפייתון עם המחלקות A ו-B? מתי שהפעלנו את הפונקציה `dir()` על המחלקה B היינו אמורים לראות רק מתודות ושדות של B שהגדרנו, אבל למרבה ההפתעה קיבלנו שם רשימה של תכונות שיש למחלקה שבכלל לא ידענו על קיומן:

```
print(dir(B))
```

```
['_A_private_function', '_B_private_function', '__class__', '__delattr__', '__dict__', '__dir__',
'__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattr__', '__gt__', '__hash__', '__init__',
'__init_subclass__', '__le__', '__lt__', '__module__', '__ne__', '__new__', '__reduce__',
'__reduce_ex__', '__repr__', '__setattr__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__', '__weakref__',
'public_function']
```

המכנה המשותף לכל התכונות האלה הוא שהן מתחילות בשני קווים תחתונים ומסתיימות בשני קווים תחתונים. אז מה אלו התכונות האלה?

המתודות האלו נקראות "מתודות קסם" או dunder methods (double underscores) והן אינן נועדו לשימוש ישיר אלא הן מתעוררות בצורה עקיפה.

למעשה יצא לנו כבר לראות כמה שדות ומתודות כאלו, למשל המתודה `__init__()` היא סוג של מתודת קסם שמאתחלת אובייקט מטיפוס מחלקה כלשהי, והיא מופעלת אוטומטית כאשר יוצרים אינסטנס חדש למחלקה. לרוב משתמשים במתודות קסם כדי לדרוס אופרטורים, למשל כדי לדרוס את האופרטור '+' נדרוס את המתודה `__add__(self,other)` או עבור אופרטור '=' נדרוס את `__eq__(self,other)`. אך למעשה יש עוד הרבה סוגים של מתודות קסם מלבד אופרטורים. במסמך הבא נראה כמה מהשימושים הבולטים של מתודות הקסם:

1. אופרטורים

כפי שכבר ציינו קודם למתודות קסם יש את האפשרות לדרוס אופרטורים. שלא כמו ב-C++ או C# המתודות שמגדירות את סוג אופרטור אינן כייצוג שלו בפועל:

אופרטור	מתודה
+	<code>__add__(self,other)</code>
-	<code>__sub__(self,other)</code>
*	<code>__mul__(self, other)</code>
//	<code>__floordiv__(self, other)</code>
/	<code>__truediv__(self, other)</code>
%	<code>__mod__(self, other)</code>
**	<code>__pow__(self, other[, modulo])</code>
<	<code>__lt__(self, other)</code>
<=	<code>__le__(self, other)</code>
==	<code>__eq__(self, other)</code>
!=	<code>__ne__(self, other)</code>
>=	<code>__ge__(self, other)</code>
>	<code>__gt__(self, other)</code>
>>	<code>__lshift__(self, other)</code>
<<	<code>__rshift__(self, other)</code>
&	<code>__and__(self, other)</code>
	<code>__or__(self, other)</code>
^	<code>__xor__(self, other)</code>

אם מוסיפים לחתימת המתודות את האות 'i' לפני השם האופרטור ניתן לדרוס את ה'syntactic sugar' אופרטור עם



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

השמה, למשל עבור '+' נדרוס את המתודה `__iadd__(self,other)`, או בשביל '-' את `__isub__(self,other)`.
ובשביל הפעלת אופרטור מימין, למשל: `5+obj` נוסיף את האות `r` לתחילת שם המתודה: `__radd__(self,other)`

נדגים עם המחלקה הבאה:

בנינו מחלקה שמקבלת ביטויים בעברית ומחזירה את הערך הגימטרי שלהם.
במחלקה דרסנו שלושה אופרטורים- חיבור, חיסור וכפל :

```
class Gymatria:

    _aleph_beth = None

    def __init__(self,expression:str) -> None:
        self._expr = expression
        self._expr_value = Gymatria.get_value(expression)

    @property
    def expr_value(self)->int:
        return self._expr_value
    @property
    def expr(self) -> str:
        return self._expr

    def __add__(self , other) -> int:
        return self.expr_value + other.expr_value

    def __sub__(self , other) -> int:
        return abs(self.expr_value - other.expr_value)

    def __mul__(self , other) -> int:
        return self.expr_value * other.expr_value

    def __repr__(self) -> str:
        return f"{self.expr} זה בגימטריה: {self.expr_value}"

    @classmethod
    def get_aleph_beth(cls):
        if cls._aleph_beth == None:
            cls._set_aleph_beth()
        return cls.aleph_beth

    @classmethod
    def get_value(cls,expression:str) -> int:
        aleph_beth = cls.get_aleph_beth()
        expr_value = 0
        for ot in expression:
            if ord('א') <= ord(ot) <= ord('ת'):
                expr_value += aleph_beth[ot]
        return expr_value
```



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

```

@classmethod
def ot_sofit(cls, ot: str) -> bool:
    cls.otiot_sofiot = ['ז', 'ד', 'ה', 'ו', 'ם']
    if ot in cls.otiot_sofiot:
        return True
    return False

@classmethod
def _set_aleph_beth(cls) -> None:
    ot_num = ord('א')
    cls.aleph_beth={}
    val = 1
    for i in range(27):
        cls.aleph_beth[chr(ot_num+i)] = val
        if not cls.ot_sofit(chr(ot_num+i)):
            if 90 >= val >= 10:
                val+=10
            elif val >= 100:
                val+= 100
            else: val+=1

```

המחלקה שומרת כמשתנה סטטי מילון עם הערכים של כל אות באל"ף בי"ת העברית (באותיות הסופיות שוות למקבילות הלא סופיות שלהן במקרה זה), מקבלת ביטוי שומרות אותו ואת ערכו הגימטרי. הרצנו את התוכנית על הביטויים הבאים וזה מה שקיבלנו:

```

aba = Gymatria('אבא')
aima = Gymatria('אמא')

print(aba)
print(aima)
print(f'בגימטריה אבא+אמא = {aima+aba}')
print(f'בגימטריה אבא-אמא = {aima-aba}')
print(f'בגימטריה אבא*אמא = {aima*aba}')

```

```

4 אבא בגימטריה זה:
42 אמא בגימטריה זה:
46 אבא+אמא בגימטריה =
38 אבא-אמא בגימטריה =
168 אבא*אמא בגימטריה =

```



2. אתחול והריסה של אובייקט-

בכל פעם שנוצר אינסטנס חדש של אובייקט שתי מתודות נקראות, האחת כבר יצא לנו להכיר והיא המתודה `__init__`, והשנייה היא מתודה שנקראת עוד לפני והיא `__new__`. בשפות כמו ג'אווה ו-C++ וכדו' אנחנו מכירים את המילה השמורה `new` כמגדירה לתוכנית להקצות זיכרון עבור אובייקט חדש מטיפוס המחלקה, בפיתון השימוש ב-`new` הוא קצת שונה, המתודה אמורה להיות מתודת מחלקה (`class method`), כלומר אמורה לקבל כפרמטר משתנה מסוג `cls`, ואמורה אוטומטית להחזיר את האובייקט בזמן האתחול. במילים אחרות המתודה `__new__` נקראת כדי ליצור את האינסטנס עצמו והמתודה `__init__` כדי לאתחל אותו בערכים. ברמת העיקרון אין בכלל צורך במתודה `__init__`, ניתן להגדיר ולהוסיף לאובייקט תכונות גם בלי שיהיו חלק מהגדרת המחלקה:

```
class Empty:
    pass
empty = Empty()
empty.something = "something"
print(empty.something)
```

something

אפילו יותר מזה ניתן להוסיף למחלקות קיימות מתודות חדשות בן אם לכל המחלקה בין אם רק לאובייקט ספציפי:

```
Gymatria.__iadd__ = lambda self, other: Gymatria(self.expr + " " + other.expr)
aba += aima
print(aba)
```

אבא אמא בגימטריה זה: 46

כשמשמשים במתודה `__init__` בעצם מאתחלים את השדות של האובייקט מרגע יצירתו, כך שמראש נקבל אותו עם תכונות מוכנות, אבל בשביל שהמתודה תיקרא אוטומטית היא צריכה לקבל אובייקט מטיפוס המחלקה (היא אמורה לקבל `self`) ומי שמספק לה את ה-`self` אמורה להיות המתודה `__new__` שאמורה להחזיר אינסטנס מטיפוס המחלקה, אם `__new__` לא תספק אינסטנס כזה לא תופעל המתודה `__init__`:

```
class AmIEmpty(Empty):
    def __new__(cls):
        print("__new__ method was executed")
        return None

    def __init__(self):
        print("__init__ method was executed")

    def a_method(self):
        print("a_method was executed")
```

```
am_i_empty = AmIEmpty()
```

__new__ method was executed



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

היינו מצפים שגם המתודה `__init__` תופעל עם יצירת אובייקט חדש מטיפוס `AmIEmpty` אבל משום ש `__new__` לא החזירה אינסטנס שעליו ניתן להוסיף משתנים לא יתקיים, ואפילו יותר מזה אם ננסה להפעיל את המתודה `a_method` של המחלקה תיזרק שגיאה:

```
am_i_empty.a_method() # => AttributeError
```

```
-----
AttributeError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-11-0bb7bf48eb32> in <module>
----> 1 am_i_empty.a_method() # => AttributeError
AttributeError: 'NoneType' object has no attribute 'a_method'
```

לעומת זאת אם `__new__` כן תחזיר אובייקט מטיפוס המחלקה:

```
class AmIEmpty(Empty):
    def __new__(cls):
        print("__new__ method was executed")
        return super(Empty, cls).__new__(cls)

    def __init__(self):
        print("__init__ method was executed")

    def a_method(self):
        print("a_method was executed")
```

```
am_i_empty = AmIEmpty()
am_i_empty.a_method()

__new__ method was executed
__init__ method was executed
a_method was executed
```

בדומה ל-`C++`, גם בפייתון יש מה שנקרא `destructor` שמוחק את התוכן של המשתנה מהמערכת עם הפונקציה `:del`

```
x = [1,2]
print(x)
del x
print(x) #=> NameError

[1, 2]
```

```
-----
NameError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-3-867c6f943e95> in <module>
      2 print(x)
      3 del x
----> 4 print(x) #=> NameError
NameError: name 'x' is not defined
```



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

זה עוזר בעיקר מתי שרוצים להגדיר שאין שימוש לאובייקט מסויים יותר בתוכנית, או כאשר רוצים למחוק מתודה או שדה של אובייקט\מחלקה:

```
del Gymatria.__repr__
print(aba)
print(aba.expr)
print(aba.expr_value)
```

```
<__main__.Gymatria object at 0x000000005638668>
```

אבא אמא

46

המתודה `__repr__` מגדירה מחרוזת מייצגת לאובייקט, בהמשך נדבר עליה יותר ומה ההבדל בינה לבין המרה ל-`str`.

בניגוד למחשבה המקובלת המתודות `__del__()` לא נקראת ע"י הפונקציה `del`, אלא ע"י `garbage collector` ברגע שהוא אוסף את כל המשתנים מסוג המחלקה, ועדיף להימנע ממימושה אלא אם אתם חייבים כדי להגדיר משהו לסוף התוכנית, או כדי לבחון מתי ה-`garbage collector` מוחק את האובייקט.

3. פונקציות אונריות על משתנים-

לפייתון יש כמה פונקציות אונריות בנויות מראש, למשל הפונקציה `floor()` מביאה את הערך התחתון של המשתנה, או הפונקציה `abs()` שמביאה את הערך המוחלט של האובייקט. כשפונקציות אלה נקראות הן משתמשות במתודות קסם של המחלקה עם שם דומה.

מה היא עושה	מתודה
נקראת עם הפונק' <code>abs()</code>	<code>__abs__(self)</code>
אמורה להחזיר את הערך החיובי של המשתנה	<code>__pos__(self)</code>
אמורה להחזיר את הערך השלילי של המשתנה	<code>__neg__(self)</code>
ערך תחתון נקראת עם <code>math.floor</code>	<code>__floor__(self)</code>
ערך עליון נקראת עם <code>math.ceil</code>	<code>__ceil__(self)</code>
נקראת עם <code>math.trunc</code>	<code>__trunc__(self)</code>
נקראת עם הפונק' <code>round()</code>	<code>__round__(self,n)</code>
נקראת עם האופרטור <code>~</code>	<code>__invert__(self)</code>

4. המרות (CASTING)

המרות לאובייקטים מטיפוס אחר עושים בדרכים עם פונקציית המרה, למשל כדי להפוך מספר אי-רציונלי לאינטגר נשתמש בפונקציה `int()` על המספר. הפונקציה קוראת למתודות קסם `__int__()` של המחלקה `float` וכך יודעת איך להמיר את המספר.

לכל סוג של המרה יש פונקציית קסם עם שם דומה.

נחזור לדוגמא של הגימטריה ונוסיף לה את ההמרות הבאות-המרה למספר (`float`-ו-`int`) והמרה למחרוזת:

```
Gymatria.__int__ = lambda self: self.expr_value
Gymatria.__str__ = lambda self: f"{self.expr} זה בגימטריה {self.expr_value}"
Gymatria.__float__ = lambda self: float(self.expr_value)
```

```
print(str(aba))
print(int(aba))
print(float(aba))
```

אבא אמא בגימטריה זה: 46



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

46

46.0

__str__ ו- __repr__ -

בפייתון יש שתי פונקציות שלכאורה עושות אותו דבר - `repr()` ו- `str()`. המתודה `__repr__` אמורה להחזיר למשתמש צורה ייצוגית של אובייקט כאשר הוא מנסה להכניס את האובייקט לאיזשהו קובץ output כגון הדפסה או לקובץ `log`. המתודה `__str__` אמורה להמיר את האובייקט לייצוג של מחרוזת, ולמעשה כשאין מימוש ל- `__str__` אבל יש ל- `__repr__` המתודה שממירה תתנהג כמו המתודה המייצגת, במילים אחרות `__str__ == __repr__` (אך לא להפך), אבל אם מימשנו את `__str__` האובייקט שיוצג בהדפסה יהיה של המתודה הנ"ל, אך לא בכל מקרה: נחזור לדוגמא עם הגימטרייה, מחקנו מקודם את המתודה `__repr__` שלה, אבל הוספנו מתודה `__str__`, בואו נחזיר את המתודה אך עם שינוי קטן מהמתודה `__str__` ונבדוק האם בכל מצב הפונקציה הממירה תיקרא:

```
Gymatria.__repr__ = lambda self: f"{self.expr} == {self.expr_value}"
shalom = Gymatria("שלום")
print(shalom)
gymatria_list = [shalom, Gymatria("עולם")]
print(gymatria_list)
```

שלום בגימטריה זה: 376

[שלום == 376, עולם == 146]

מתי שהדפסנו רק מילה אחת היא הודפסה לפי המתודה `__str__`, אבל כשהדפסנו את האובייקט כחלק מאוסף הוא הודפס לפי הייצוג שלו במתודה `__repr__`. המטרה של המתודה `__repr__` היא להיות חד משמעית (unambiguous), ונשתמש בה כדי לזהות באיזה אובייקט משתמשים. איך יודעים שאנחנו מספיק 'חד משמעיים'? אם אפשר להתמש בפונקציה `eval()` על המודה `__repr__` ולקבל אובייקט מטיפוס המחלקה. נחזור לדוגמא לעיל ונשנה את המתודה `__repr__` בהתאם:

```
Gymatria.__repr__ = lambda self: f"Gymatria({self.expr!r})"
print(gymatria_list)
olam = eval(repr(gymatria_list[1]))
print(olam)
```

[Gymatria('שלום'), Gymatria('עולם')]

עולם בגימטריה זה: 146

שימו לב ששינוי את המתודה כך שתוכל לספק יצירת אובייקט גימטרייה חדש במידה שנעשה על המחרוזת איבולוציה. תזכורת: הפונקציה `eval()` מקבלת מחרוזת וממירה אותו לקוד פייתון ממשי (עושה על המחרוזת 'איבולוציה'). **הערה:** הסימון `!r` הוא סימון פורמט מיוחד שמחזיר את המשתנה אחרי שהפעילו עליו `repr()`, היינו צריכים את זה כדי להתמודד עם מקרים שונים של מחרוזות, למשל אם היינו עושים אובייקט גימטרייה שקוראים לו 'צה"ל' אז אנחנו משתמשים ב- " ובמחרוזת של ' ' , ואם היינו יוצרים אובייקט עם המילה " וכו' " היינו צריכים להשתמש במחרוזת של " " .

```
gymatria_list.append(Gymatria('צה"ל'))
gymatria_list.append(Gymatria("וכו"))
```



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

```
print(gymatria_list)
```

```
[Gymatria('שלוש'), Gymatria('עולם'), Gymatria('לצה"ל'), Gymatria("וכו'...")]
```

השימוש ב-`__str__` הוא בעיקר לתת תצוגה יפה יותר של האובייקט עבור משתמשי הקצה, או עבור המרות של תוכן האובייקט למחרת.

5. ניהול גישה לתכונות-

בדוגמאות לעיל נתנו את האפשרות להוסיף תכונות חדשות למחלקה כחומר ביד היוצר, אבל מה אם לא נרצה שהמשתמש יוסיף תכונות, או שנרצה לקבוע כיצד יראו התכונות שאנחנו מחזירים אותם\ מוחקים אותם. ניתן לעשות זאת ע"י המתודות `__getattr__`, `__setattr__`, שממשות כעוד תחליף ל `getter` ו- `setter`:

```
class MutableDefault:
    ''' Saves any value is provided
        or initiates to "default" '''
    def __init__(self, *args, **kwargs):
        if args: self.attr1 = args
        else: self.attr1 = 'default'
        if kwargs: self.attr2 = kwargs
        else: self.attr2 = 'default'
    def __getattr__(self, name: str):
        try: self.__dict__[name]
        except: return None
    def __setattr__(self, name, value):
        if name == 'attr1' and self.attr1 == None:
            self.__dict__[name] = value
        elif name == 'attr2' and self.attr2 == None:
            self.__dict__[name] = value
        else: raise Exception(f"self.{name} already exists")

stam = MutableDefault(d = 1)
print(stam.attr1)
stam.all = lambda self: print(f"{self.attr1} , {self.attr2}") # => Exception
stam.attr1 = (1,2,3) #=> Exception
```

הפונקציה לא מאפשרת להוסיף אובייקטים או לשנות ערכים מעבר למה שנתנו לה בהתחלה.



6. ניהול משאבים (CONTEXT MANAGER) -

בהרבה שפות תכנות, השימוש במשאבים כמו קבצים או מסדי נתונים הוא מאוד נפוץ. אך משאבים אלה מוגבלים לשימוש, לכן הבעיה המרכזית שלהם היא לוודא ששחררנו את המשאבים לאחר שימושם, אחרת עלולה להיווצר דליפה שיכולה להאט את המערכת או לגרום לקריסתה. זה יכול להיות מאוד שימושי אילו היה לנו איזשהו מנגנון שידע לפתוח את המשאבים ולסגור אותם אוטומטית בסוף השימוש. בפייתון כבר יצא לנו לראות מנגנון כזה והוא שימוש במילה השמורה with, אך עדיין לא ראינו איך הוא עובד בפועל. ישנן שתי מתודות קסם מיוחדות בפייתון שמגדירות את המצב של האובייקט בכניסה אליו, והמצב ביציאה ממנו, והן `__enter__` ו-`__exit__`. המתודה `__enter__` מחזירה את המשאב שאמור להיות מנוהל, והמתודה `__exit__` אמורה לנהל את סגירת המשאב ולהחזיר `None`. המתודות האלו מופעלות בתחילת שימוש ב-`with` (`__enter__`) ובסיום הב्लוק של ה-`with` (`__exit__`):

```
class ContextManager():
    def __init__(self):
        print('init method called')
    def __enter__(self):
        print('enter method called')
        return self
    def __exit__(self, exc_type, exc_value, exc_traceback):
        print('exit method called')
```

```
with ContextManager() as manager:
    print('with statement block')
```

```
init method called
enter method called
with statement block
exit method called
```

שימו לב שקודם נוצר האובייקט ואח"כ המתודה `__enter__` מחזירה אותו ל-`with`. (הדוגמא לעיל מ- [geeksforgeeks](https://www.geeksforgeeks.org/))

7. פעולות על קבוצות -

לכל פונקציה בנויה מראש בפייתון קיימת מתודת קסם שניתן לדרוס כדי להגדיר התנהגות בקריאה לאותה פונקציה. גם לפונקציות ואופרטורים שפועלים על קבוצות ניתן להגדיר התנהגות, למשל עבור הפונקציה `len()` אפשר לממש את המתודה `__len__()`, ועבור האופרטור `[]` אפשר לממש את `__getitem__` ו-`__setitem__`. להמחשה בנינו מחלקה (חלקית) של רשימה מקושרת שיכולה לקבל אובייקטים מטיפוס `Node`:

```
from typing import Type
node = Type[Node]
class Node:
    def __init__(self, data = None, next = None, prev = None):
        self.data = data
        self.next = next
        self.prev = prev
    def __repr__(self):
```



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

```
return f"Node({self.data})"
```

למחלקה בנינו מתודה `__getitem__` שמגדירה מה הערך המוחזר בהינתן אינדקס מסוים, מתודה `__setitem__` שמגדירה עריכה של משתנה מסוים, ומתודה `Insert` שמכניסה לסוף הרשימה את ה-`Node` שהיא מקבלת כארגומנט, ומחזירה אובייקט מטיפוס `LinkedList`:

```
LinkedList = Type[LinkedList]
class LinkedList:
    def __init__(self) -> None:
        self._head = None
        self._tail = Node(None)
        self._size = 0

    def __len__(self) -> int:
        return self._size

    def __getitem__(self, index:int) -> node:
        if index >= self._size: raise IndexError("invalid input, index out of range")
        temp = self._head
        for i in range(index):
            temp = temp.next
        return temp

    def __setitem__(self, index:int, value:object) -> None:
        #if not isinstance(value, Node): raise ValueError("Not a Node type vlaue")
        self.__getitem__(index).data = value

    def insert(self, new_node :node, index :int = None) -> LinkedList:
        if not isinstance(new_node, Node): raise ValueError("Not a Node type")
        if index == None:
            if self._head == None:
                self._head = new_node
                self._head.next = self._tail
                self._tail.prev = self._head
                self._head.prev = None
            else:
                (self._tail.prev).next, new_node.prev = new_node, self._tail.prev
                self._tail.prev, new_node.next = new_node, self._tail
            self._size += 1
            return self

    def __str__(self) -> str:
        s = " "
        temp = self._head
        while temp != self._tail:
            if temp != self._tail.prev:
                s += f"{temp} -> "
            else: s += f"{temp}"
```



ד"ר סגל הלוי דוד אראל

```

        temp = temp.next
    return s

def __repr__(self) ->str:
    temp = self._head
    s = "LinkedList()"
    while temp != self._tail:
        if temp!= self._tail.prev:
            s="("+s
            s += f".insert({temp})"
            if temp!= self._tail.prev:
                s += ' '

        temp = temp.next
    return s

```

ובאמת אם ננסה להגיע לאינדקס מסוים או לשנות ערך תחת ההגבלות שהצבנו במתודה נראה שאכן הצלחנו:

```

linked_list = LinkedList()
# linked_list[0] = 3  => IndexError
# linked_list[len(linked_list)] => IndexError
for i in range(1,15,2):
    linked_list.insert(Node(i))
print(f"linked_list = {linked_list}")
print(f"linked_list[3] = {linked_list[3]}")
print(f"len(linked_list) = {len(linked_list)}")
lin1 = eval(repr(linked_list))
lin1[0] = "Tom Pythonovitz"
print(lin1)

```

```

linked_list = Node(1) -> Node(3) -> Node(5) -> Node(7) -> Node(9) -> Node(11) -> Node(13) linked_list[3]
= Node(7)
len(linked_list) = 7
Node(Tom Pythonovitz) -> Node(3) -> Node(5) -> Node(7) -> Node(9) -> Node(11) -> Node(13)

```

חוץ מהמתודות האלה ניתן להגדיר גם מחיקה של אובייקט מהמחרוזת עם `__delitem__`:

```

def __delitem__(self , index):
    if index==0:
        self._head = self.__getitem__(index+1)
        self._head.prev = None
    else:
        prev_node = self.__getitem__(index-1)
        next_node = self.__getitem__(index+1)
        prev_node.next , next_node.prev = next_node ,prev_node
    self._size-=1

```



נוסיף המתודה למחלקה ונקבל:

```
print(linl)
del(linl[0])
print(linl)
```

```
Node(Tom Pythonovitz) -> Node(3) -> Node(5) -> Node(7) -> Node(9) -> Node(11) -> Node(13) Node(3) ->
Node(5) -> Node(7) -> Node(9) -> Node(11) -> Node(13)
```

חוץ מהמתודות הנ"ל יש גם מתודות קסם לאיטרטורים, אבל על כך בנושא אחר.

אם אתם רוצים לקרוא עוד בנושא מתודות קסם, אתם יכולים למצוא [כאן](#).