СХОЖІСТЬ ОБ’ЄКТІВ: НАСЛІДУВАННЯ ТА ПОЛІМОРФІЗМ

Питання 7.3

Базове наслідування

- Технічно, кожен клас, який Ви створюєте, використовує наслідування.
  - Всі класи Python є підкласами (породженими класами) спеціального класу object.
  - Якщо явно не наслідуємо від іншого класу, автоматично встановлюється успадкування від object.
  - Можна записати це явно

```
class MySubClass(object):
    pass
```

  - Суперклас (батьківський клас) – це клас, від якого відбувається наслідування.
  - Підклас (subclass, породжений клас) – це клас, що наслідує від суперкласу.

Як застосовується на практиці?

- Доповнення функціональності вже існуючого класу.
  - Приклад: простий менеджер контактів, який зберігає імена та e-mail-адреси людей.
  - У класі контакти зберігаються у списку (class variable)

```
1 class Contact:
2     all_contacts = []
3     def __init__(self, name, email):
4         self.name = name
5         self.email = email
6         Contact.all_contacts.append(self)
```

- Список all_contacts є частиною оголошення класу, тому спільний для всіх екземплярів класу.
  - Список лише один, доступ до нього: Contact.all_contacts.
  - Менш очевидний доступ: self.all_contacts для будь-якого екземпляру класу Contact.
  - Якщо поля (змінної) об'єкту немає, компілятор звернеться до класу.

Нехай деякі з контактів – постачальники товару, і їх треба впорядкувати

```
class Supplier(Contact):
    def order(self, order):
        print("Якби це була реальна система, ми відправили б"
              "'{}' замовлення до '{}'".format(order, self.name))
```

```
>>> c = Contact("Some Body", "somebody@example.net")
>>> s = Supplier("Sup Plier", "supplier@example.net")
>>> print(c.name, c.email, s.name, s.email)
Some Body somebody@example.net Sup Plier supplier@example.net
>>> c.all_contacts
[<__main__.Contact object at 0xb7375ecc>,
 <__main__.Supplier object at 0xb7375f8c>]
>>> c.order("I need pliers")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Contact' object has no attribute 'order'
>>> s.order("I need pliers")
If this were a real system we would send 'I need pliers' order to
'Sup Plier '
```

Можемо додати метод order() у клас Contact.

- Проте це дасть можливість замовити товар від усіх контактів.
- Замість цього створимо новий клас Supplier, який працює як Contact, проте з додатковим методом order() :

Розширення функціональності

- Наслідування дає змогу розширяти функціонал вбудованих класів.

```
1 class ContactList(list):
2     def search(self, name):
3         '''Повертає всі контакти, які містять у назві шукане значення'''
4         matching_contacts = []
5         for contact in self:
6             if name in contact.name:
7                 matching_contacts.append(contact)
8         return matching_contacts
9 
10 class Contact:
11     all_contacts = ContactList()
12     def __init__(self, name, email):
13         self.name = name
14         self.email = email
15         self.all_contacts.append(self)
16 
17 c1 = Contact("John A", "johna@example.net")
18 c2 = Contact("John B", "johnb@example.net")
19 c3 = Contact("Jenna C", "jennac@example.net")
20 print([c.name for c in Contact.all_contacts.search('John')])
```

```
['John A', 'John B']
```

Як змінився вбудований синтаксис?

- Створення порожнього списку [] – скорочений синтаксис для list():
  - >>> [] == list()
    True

- Тип даних list – це клас, який можна розширювати. А сам list наслідує object:
  - >>> isinstance([], object)
    True

Ще один приклад

- Можна розширити (extend) клас dict:

```
1 class LongNameDict(dict):
2     def longest_key(self):
3         longest = None
4         for key in self:
5             if not longest or len(key) > len(longest):
6                 longest = key
7         return longest
8
9 longkeys = LongNameDict()
10 longkeys['hello'] = 1
11 longkeys['longest yet'] = 5
12 longkeys['hello2'] = 'world'
13 print(longkeys.longest_key())
```

```
longest yet
```

Переозначення (Overriding) та функція super()

- Наслідування доречне для додавання нової поведінки, проте як змінити вже існуючу?
  - Наш клас Contact дозволяє лише ім'я та e-mail.
  - Задамо атрибут phone для контакту; якщо хочемо ініціалізувати його при створенні об'єкту, переозначимо __init__().
  - Переозначення – це заміна тіла методу суперкласу на нове в межах підкласу (subclass).
  - Спеціального синтаксису не потрібно, новий метод автоматично викликатиметься замість методу суперкласу.

```
class Friend(Contact):
    def __init__(self, name, email, phone):
        self.name = name
        self.email = email
        self.phone = phone
```

- Версія з переозначенням (Класи Contact та Friend мають дубльований код)

```
class Friend(Contact):
    def __init__(self, name, email, phone):
        super().__init__(name, email)
        self.phone = phone
```

Переозначити можна будь-який метод

- super() не працює у старих версіях Python.
  - У Python 2 буде викликатись super(EmailContact, self).__init__().
  - Зауважте, що першим аргументом є назва дочірнього класу, а клас перед object.
- Виклик super() можна здійснити в будь-якому та будь-де в методі.
  - Робити його першим рядком методу не потрібно.
  - Наприклад, потрібно перевірити або маніпулювати вхідними параметрами до обгортання (форвардингу) їх у суперклас.

Множинне наслідування (Multiple inheritance)

- Підклас, що успадковує від кількох батьківських класів, має доступ до їх функціональності.
  - На практиці багато експертів рекомендують не використовувати.
- Найпростіша та найкорисніша форма множинного наслідуваннння – ***домішки (mixin)***.
  - Домішка є суперкласом, який не пристосований до самостійного існування, проте має наслідуватись іншими класами, щоб надати додаткову функціональність.

```
1  class Contact:
2      all_contacts = []
3      def __init__(self, name, email):
4          self.name = name
5          self.email = email
6          Contact.all_contacts.append(self)
7
8  class MailSender:
9      def send_mail(self, message):
10         print("Sending mail to " + self.email)
11         # Тут додається логіка для e-mail
12
13 class EmailableContact(Contact, MailSender):
14     pass
15
16 e = EmailableContact("John Smith", "jsmith@example.net")
17 print(Contact.all_contacts)
18 e.send_mail("Hello, test e-mail here")
```

- Наприклад, хочемо додати в клас Contact можливість відправки e-mail у self.email.
- Надсилання e-mail – поширена задача, яку можемо захотіти використати для багатьох інших класів.
- Клас EmailableContact опирається на класи Contact і MailSender, використовуючи множинне наслідування.
- Ініціалізатор Contact досі додає новий контат до списку, а домішка може відправляти повідомлення на self.email.

```
[<__main__.EmailableContact object at 0x0000027EAE895B38>]
Sending mail to jsmith@example.net
```

Які альтернативні способи реалізації?

- ***Використовувати одиночне наслідування (single inheritance).***
  - Додати функцію send_mail() у підклас.
  - Недолік: дублювання функціоналу e-mail для всіх інших класів, що потребують e-mail.
- ***Створити окрему функцію для відправки повідомлення.***
  - викликати її з коректною електронною адресою (параметр функції).
- ***Використовувати композицію замість наслідування.***
  - Наприклад, EmailableContact може містити об'єкт MailSender замість наслідування класу.
- ***Застосувати monkey-patching для класу Contact, щоб мати метод send_mail() після створення класу.***
  - Визначається функція, яка приймає self-аргумент та встановлює його в якості атрибуту для існуючого класу.

Проблеми множинного наслідування

- Нехай існує кілька суперкласів.
  - Як дізнатись, який із них викликати?
  - Як дізнатись, у якому порядку викликати їх?
- Додамо домашню адресу (вулиця, місто, країна та ін.) у клас Friend.
  - Можна передати кожен рядок як параметр у метод __init__() класу Friend.
  - Можна зберегти рядки в кортежі чи словнику, а потім передати в __init__() одним аргументом.
  - Можна створити новий клас Address, щоб інкапсулювати ці рядки, а потім передати екземпляр цього класу в метод __init__().
    - Перевага: можна прописати додаткову поведінку.
    - Це приклад композиції.
    - Потім такий клас можна аналогічно застосувати для інших сутностей: будівель, організацій тощо.

Проте наслідування теж робочий варіант

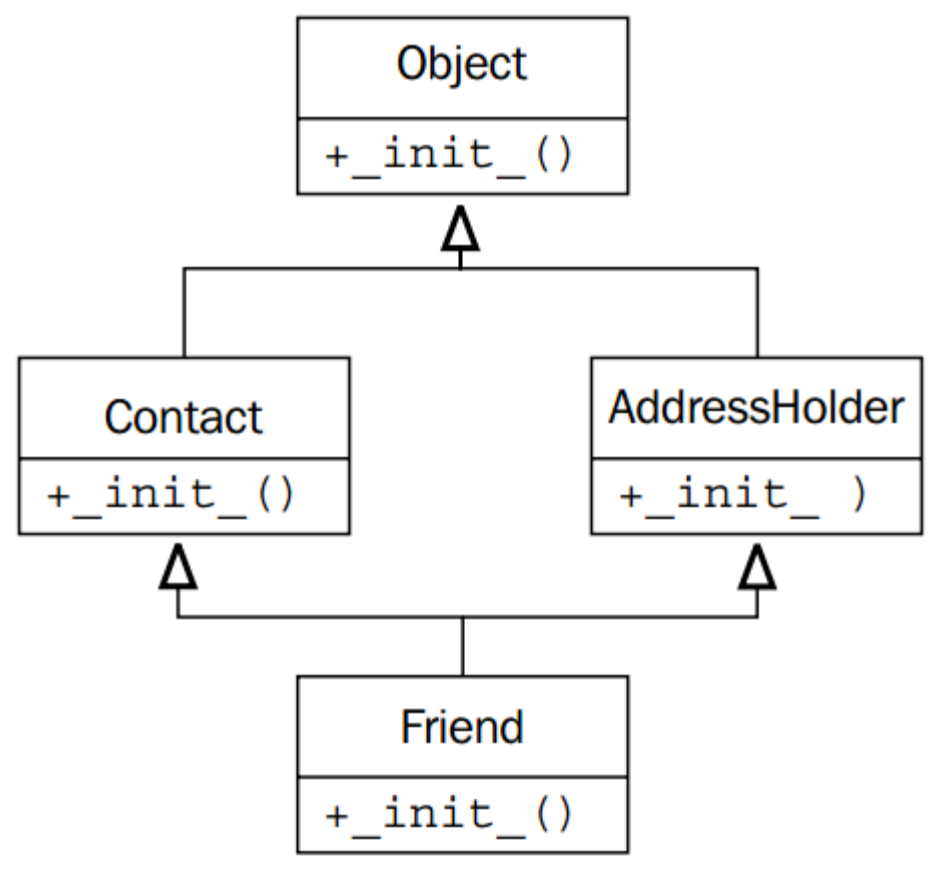
- Додамо новий клас AddressHolder для зберігання адреси

```
class AddressHolder:
    def __init__(self, street, city, state, code):
        self.street = street
        self.city = city
        self.state = state
        self.code = code
```

- Проблемна частина: тепер маємо два батьківських методи __init__(), обидва з яких потрібно ініціалізувати.

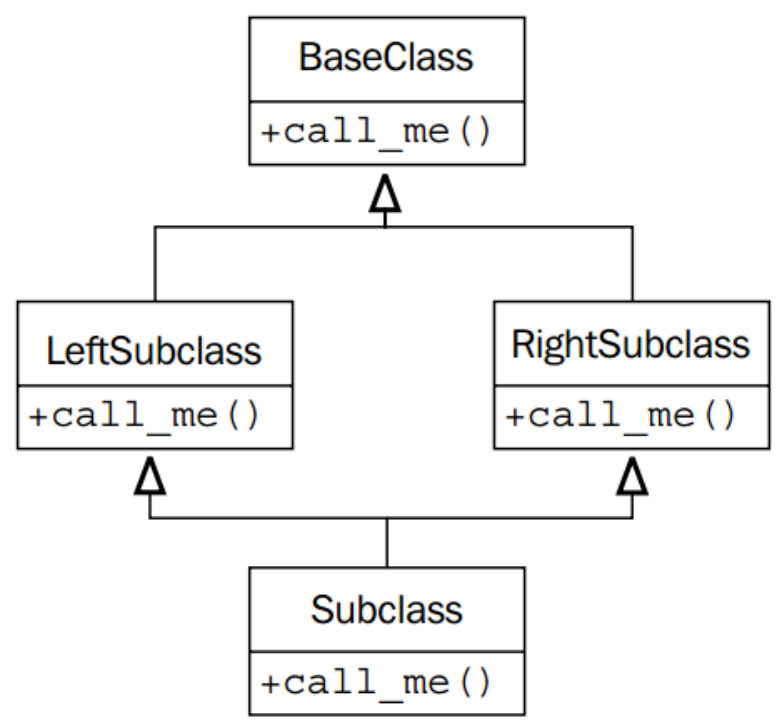
```
class Friend(Contact, AddressHolder):
    def __init__(self, name, email, phone,street, city, state, code):
        Contact.__init__(self, name, email)
        AddressHolder.__init__(self, street, city, state, code)
        self.phone = phone
```

Схема наслідування та проблеми такого підходу



- Суперклас може явно не ініціалізуватись, якщо знехтуємо явним викликом ініціалізатора.
  - Цей приклад може інколи «падати» в поширених сценаріях роботи.
  - Наприклад, вставка даних в БД, з якою немає зв'язку.
- Можливість кількаразового виклику суперкласу object.
  - Батьківський клас двічі **set up**.
  - У деяких ситуаціях об'єкт такого класу може викликати катастрофу.
  - Уявіть, що намагаєтесь двічі підключитись до БД у кожному запиті.
- Базовий клас краще викликати лише один раз
  - Порядок виклику методів можна адаптувати на льоту, змінюючи атрибут __mro__ (Method Resolution Order) для класу.
  - Додаткова інформація тут.

Схожий приклад



- Приклад показує, як кожний переозначений метод call_me() напряму викликає одноіменний батьківський метод.

```
1  class BaseClass:
2      num_base_calls = 0
3      def call_me(self):
4          print("Calling method on Base Class")
5          self.num_base_calls += 1
6
7  class LeftSubclass(BaseClass):
8      num_left_calls = 0
9      def call_me(self):
10         BaseClass.call_me(self)
11         print("Calling method on Left Subclass")
12         self.num_left_calls += 1
13
14 class RightSubclass(BaseClass):
15     num_right_calls = 0
16     def call_me(self):
17         BaseClass.call_me(self)
18         print("Calling method on Right Subclass")
19         self.num_right_calls += 1
20
21 class Subclass(LeftSubclass, RightSubclass):
22     num_sub_calls = 0
23     def call_me(self):
24         LeftSubclass.call_me(self)
25         RightSubclass.call_me(self)
26         print("Calling method on Subclass")
27         self.num_sub_calls += 1
```

Робота з цими класами

```
29 s = Subclass()
30 s.call_me()
31
32 print(s.num_sub_calls, s.num_left_calls,
33       s.num_right_calls, s.num_base_calls)
```

- Результати виводу – базовий клас викликається двічі:

```
Calling method on Base Class
Calling method on Left Subclass
Calling method on Base Class
Calling method on Right Subclass
Calling method on Subclass
1 1 1 2
```

  - Це призведе до неявних проблем, наприклад, подвійного внеску грошей на депозит.

Внесемо зміни

```
1 class BaseClass:
2     num_base_calls = 0
3     def call_me(self):
4         print("Calling method on Base Class")
5         self.num_base_calls += 1
6
7 class LeftSubclass(BaseClass):
8     num_left_calls = 0
9     def call_me(self):
10        super().call_me()
11        print("Calling method on Left Subclass")
12        self.num_left_calls += 1
13
14 class RightSubclass(BaseClass):
15    num_right_calls = 0
16    def call_me(self):
17        super().call_me()
18        print("Calling method on Right Subclass")
19        self.num_right_calls += 1
20
21 class Subclass(LeftSubclass, RightSubclass):
22    num_sub_calls = 0
23    def call_me(self):
24        super().call_me()
25        print("Calling method on Subclass")
26        self.num_sub_calls += 1
```

- Хочемо тільки викликати «наступний» метод в ієрархії класів, а не «батьківському» методі.
  - Фактично, метод next() може не відноситись до батьківського чи дочірнього класу щодо поточного класу.
  - Допомагає ключове слово super.

```
Calling method on Base Class
Calling method on Right Subclass
Calling method on Left Subclass
Calling method on Subclass
1 1 1 1
```

Різні набори аргументів

- У методі __init__() класу Friend спочатку викликали __init__() для обох батьківських класів, з *різними наборами аргументів*:
  - Contact.__init__(self, name, email)
  - AddressHolder.__init__(self, street, city, state, code)
- Не обов'язково відомо, super з якого класу спробує виконати ініціалізацію першим.
  - Потрібна можливість передачі додаткових аргументів, щоб наступні виклики super (в інших підкласах) отримували правильні аргументи.
  - Якщо перший виклик super() передає аргументи name та email в Contact.__init__, а в Contact.__init__ потім теж викликається super(), він повинен мати можливість передавати аргументи, пов'язані з адресою, в «наступний» метод – AddressHolder.__init__().
- На жаль, вирішення цієї проблеми потрібно планувати з самого початку.
  - Необхідно проектувати так, щоб список параметрів базового класу приймав (accept) keyword arguments для будь-яких параметрів, що не вимагаються кожною реалізацією підкласу.
  - Також потрібно забезпечити вільне прийняття методом неочікуваних аргументів та їх передачу до виклику super(), якщо вони необхідні подальшим у порядку наслідування методам.

Синтаксис функцій у Python надає для цього всі інструменти, проте код дещо ускладнюється

```
1  class Contact:
2      all_contacts = []
3      def __init__(self, name='', email='', **kwargs):
4          super().__init__(**kwargs)
5          self.name = name
6          self.email = email
7          self.all_contacts.append(self)
8
9  class AddressHolder:
10     def __init__(self, street='', city='', state='', code='', **kwargs):
11         super().__init__(**kwargs)
12         self.street = street
13         self.city = city
14         self.state = state
15         self.code = code
16
17 class Friend(Contact, AddressHolder):
18     def __init__(self, phone='', **kwargs):
19         super().__init__(**kwargs)
20         self.phone = phone
```

- Які аргументи передавати в Friend.__init__?
  - Тут зазвичай використовують docstring.
- Навіть ця реалізація неефективна, якщо хочемо повторно використовувати змінні в батьківських класах.
  - Коли передаємо змінну **kwargs у super(), словник не включає жодну змінну, які були включені при явній передачі аргументів.
  - Наприклад, у Friend.__init__() виклик super() не має phone у словнику kwargs.
  - Якщо інший клас потребуватиме параметр phone, необхідно ***забезпечити його передачу*** в словник.
  - Якщо забудемо, суперклас не повідомить про помилку, а просто ***присвоїть значення за умовчанням*** (тут порожній рядок).

Способи забезпечення передачі значення

- Припустимо, що клас Contact потребує ініціалізації з параметром phone, а класу Friend також буде потрібний доступ до нього.

- Можемо зробити наступне:
  - ***Не включати phone як явний аргумент.*** Залиште його у словнику kwargs. Клас Friend може переглянути словник – kwargs['phone'].
  - ***Зробити phone явним аргументом, проте оновити словник kwargs*** перед передачею його в super(): kwargs['phone'] = phone.
  - ***Зробити phone явним аргументом, проте оновити словник kwargs*** за допомогою методу kwargs.update(). Корисно, якщо є кілька аргументів для оновлення. Створити словник для передачі в update() можна за допомогою конструктора dict(phone=phone), або {'phone': phone}.
  - ***Зробити phone явним аргументом, проте передати його явно:*** super().__init__(phone=phone, **kwargs).

Поліморфізм

- Різна поведінка залежно від обраного для використання підкласу без явного вказування цього підкласу.
  - Уявіть програму-медіаплеєр, якій потрібно завантажувати об’єкт AudioFile, а потім його відтворювати.
  - Додамо в об’єкт метод play(), який відповідає за розпакування або виділення аудіо та його передачу на звукову карту чи динаміки.
  - Найпростіший виклик такого методу: audio_file.play()
  - Проте процес розпаковки значно відрізняється залежно від типу файлу.
  - .wav-файли зберігаються нестисненими, а файли .mp3, .wma, .ogg мають абсолютно різні алгоритми стиснення.
- Спростимо проект за допомогою наслідування та поліморфізму.
  - Кожен тип файлу можна представити окремим підкласом AudioFile, наприклад, WavFile, MP3File.
  - Кожен з цих класів матиме свій метод play(), проте реалізуватись буде по-різному.
  - Об’єкту media player не потрібно знати, до якого підкласу AudioFile будемо звертатись; він викликає play() та поліморфно дозволяє об’єкту попіклуватись про фактичні деталі відтворення аудіо.

```python
class MyAudioFile:
    def __init__(self, filename):
        if not filename.endswith(self.ext):
            raise Exception("Invalid file format")
        self.filename = filename

class MyMP3File(MyAudioFile):
    ext = "mp3"
    def play(self):
        print("відтворення {} в форматі mp3".format(self.filename))

class MyWavFile(MyAudioFile):
    ext = "wav"
    def play(self):
        print("відтворення {} в форматі wav".format(self.filename))

class MyOggFile(MyAudioFile):
    ext = "ogg"
    def play(self):
        print("відтворення {} в форматі ogg".format(self.filename))


ogg = MyOggFile("myfile.ogg")
ogg.play()
mp3 = MyMP3File("myfile.mp3")
mp3.play()
not_an_mp3 = MyMP3File("myfile.ogg")
```

- Усі аудіо файли перевіряють коректність розширення в процесі ініціалізації.
  - Якщо назва файлу не закінчується коректно, викидається виняток.
  - Відсутність фактичного зберігання посилання на змінну ext в AudioFile не усуває можливість отримати доступ до нього в підкласі.

```
відтворення myfile.ogg в форматі ogg
відтворення myfile.mp3 в форматі mp3
Traceback (most recent call last):

  File "<ipython-input-10-3b3c912a01fc>", line 1, in <module>
    runfile('C:/Users/spuasson/Desktop/untitled11.py', wdir='C:/Users/spuasson/Desktop')

  File "C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-packages\spyder\utils\site\sitecustomize.py", line 710, in runfile
    execfile(filename, namespace)

  File "C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-packages\spyder\utils\site\sitecustomize.py", line 101, in execfile
    exec(compile(f.read(), filename, 'exec'), namespace)

  File "C:/Users/spuasson/Desktop/untitled11.py", line 29, in <module>
    not_an_mp3 = MyMP3File("myfile.ogg")

  File "C:/Users/spuasson/Desktop/untitled11.py", line 4, in __init__
    raise Exception("Invalid file format")

Exception: Invalid file format
```

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Наступне питання: Об’єктно-орієнтоване програмування в дії

Абстрактні базові класи

- Сказати, чи відповідає клас необхідному «протоколу» не завжди просто, тому Python представляє абстрактні базові класи (ABC).
  - Вони визначають набір методів та властивостей, які класу потрібно реалізувати (implement) для того, щоб вважатись duck-type екземпляром цього класу.
  - Клас може розширяти абстрактний базовий клас, щоб створювати свої екземпляри, проте повинен реалізувати всі абстрактні методи.
- На практиці створювати нові абстрактні класи потрібно рідко, проте можна знайти випадки, коли потрібно реалізувати екземпляри вже існуючих абстрактних базових класів.

Використання абстрактного базового класу

- Більшість абстрактних базових класів, що існують у Python Standard Library, знаходяться в модулі collections.
  - Один з найпростіших – клас Container.

```
In [11]: from collections import Container

In [12]: Container.__abstractmethods__
Out[12]: frozenset({'__contains__'})
```

  - У ньому є лише один абстрактний метод, який необхідно реалізувати: __contains__().

```
In [13]: help(Container.__contains__)
Help on function __contains__ in module collections.abc:

__contains__(self, x)
```

  - __contains__() потребує один аргумент – значення, яке користувач очікує знайти в контейнері.

Цей метод реалізується в list, str та dict

- Проте можна також визначити простий контейнер, який tells us whether a given value is in the set of odd integers:

```
1 from collections import Container
2
3 class OddContainer:
4     def __contains__(self, x):
5         if not isinstance(x, int) or not x % 2:
6             return False
7         return True
8
9 odd_container = OddContainer()
10 print(isinstance(odd_container, Container))
11 print(issubclass(OddContainer, Container))
```

- Результати виводу:
  - True
  - True