



Introduction to Classes in Python

About me



Trayan Iliev

- CEO of IPT – Intellectual Products & Technologies
<http://www.iproduct.org>
- Oracle® certified programmer 15+ Y
- end-to-end reactive fullstack apps with [Java](#), [ES6+](#), [TypeScript](#), [Angular](#), [React](#) and [Vue.js](#)
- 12+ years IT trainer: [Spring](#), [Java EE](#), [Node.js](#), [Express](#), [GraphQL](#), [SOA](#), [REST](#), [DDD](#) & [Reactive Microservices](#)
- Voxxed Days, jPrime, Java2Days, jProfessionals, BGOUG, BGJUG, DEV.BG speaker
- Organizer RoboLearn hackathons and IoT enthusiast

Where to Find The Code and Materials?

<https://github.com/iproduct/intro-python>

Object Oriented Programming – OOP (Alan Key 1993)

- Всичко е някакъв **обект**
- Обработка на данни – чрез обмяна на **съобщения между обекти**
- Всеки обект има своя **памет (състояние)**, която включва други обекти.
- Всеки обект е **екземпляр (instance)** на **клас**
- Класът е хранилище на **поведение** (реализирано чрез **методи**, които задават действия). Всички **екземпляри на даден клас** могат да изпълняват **едни и същи действия**.
- Всички **класове** са организирани в **йерархично дърво**, което представя йерархия на **наследяване на свойства** между класовете
- При проектирането на **класовете** и **обектите** се спазват принципите на **абстракция, капсулация, модулност, йерархичност (наследяване, композиция)** и **полиморфизъм**

OOP Main Concepts

- Всеки **клас** включва **данни (атрибути)** и **функции (методи)**. Понякога говорим за атрибути данни и атрибути методи (функции).
- Всеки обект е **представител (instance)** на **клас** (от един клас могат да се създадат много обекти)
- Всеки вграден **тип данни** е **клас**
- Всяка **константа (елемент)** от тип данни е **обект**
- **Класовете** и **типовете данни** на свой ред са обекти от типа данни (класа **type** или друг **мета-клас**)

SOLID Design Principles of OOP

- **Single responsibility principle** - a class should only have a single responsibility, that is, only changes to one part of the software's specification should be able to affect the specification of the class.
- **Open-closed principle** - software entities should be open for extension, but closed for modification.
- **Liskov substitution principle** - Objects in a program should be replaceable with instances of their subtypes without altering the correctness of that program.
- **Interface segregation principle** - Many client-specific interfaces are better than one general-purpose interface.
- **Dependency inversion principle** - depend upon abstractions, not concretions.

OOP Main Concepts - II

- Всеки **обект** в езика Python има собствена памет, която се съхранява с помощта на структура от данни от тип **речник**
- Всеки елемент от този речник представя отделен **атрибут на обекта** – всеки атрибут на свой ред е **обект**
- Всеки атрибут се представя в речника с двойка **name : val**, където **name** е името на атрибута, а **val** е неговата стойност
- Има два различни вида атрибути: за **данни** и за **поведение (методи)**
- Всеки обект има **поведение**, наследено от класа, което се реализира чрез **методи (функции) дефинирани в класа**.
- Всеки обект в езика Python има **уникален идентификатор**

Classes and Objects

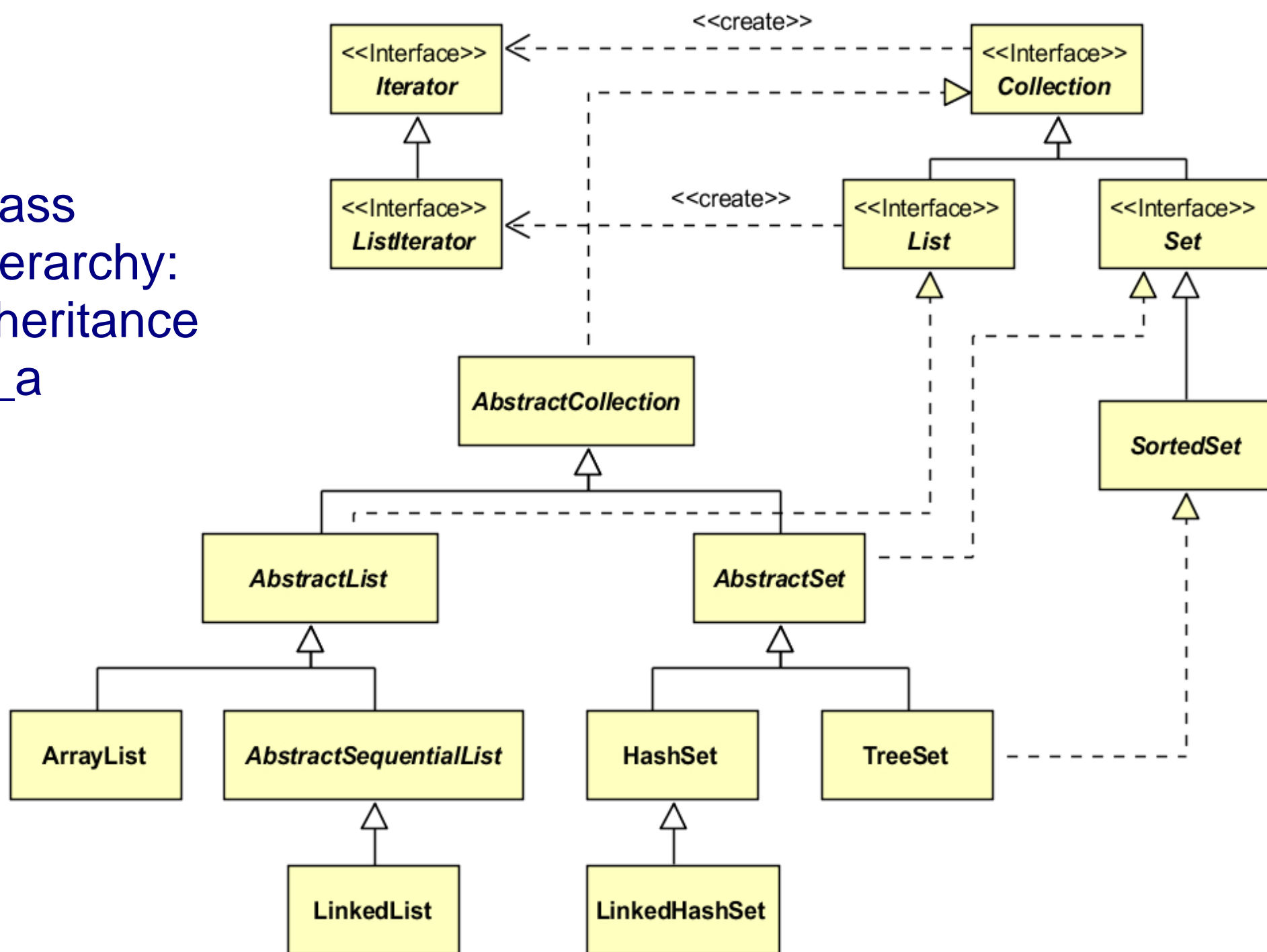
Class – describes common features for a set of objects: **structure**, **behavior** and possible **links to objects** of other classes = **objects type**

- **structure** = attributes, properties, member variables
- **behavior** = methods, operations, member functions, messages
- **relations between classes**: association, inheritance, aggregation, composition – modeled as attributes (references to objects from the connected class)

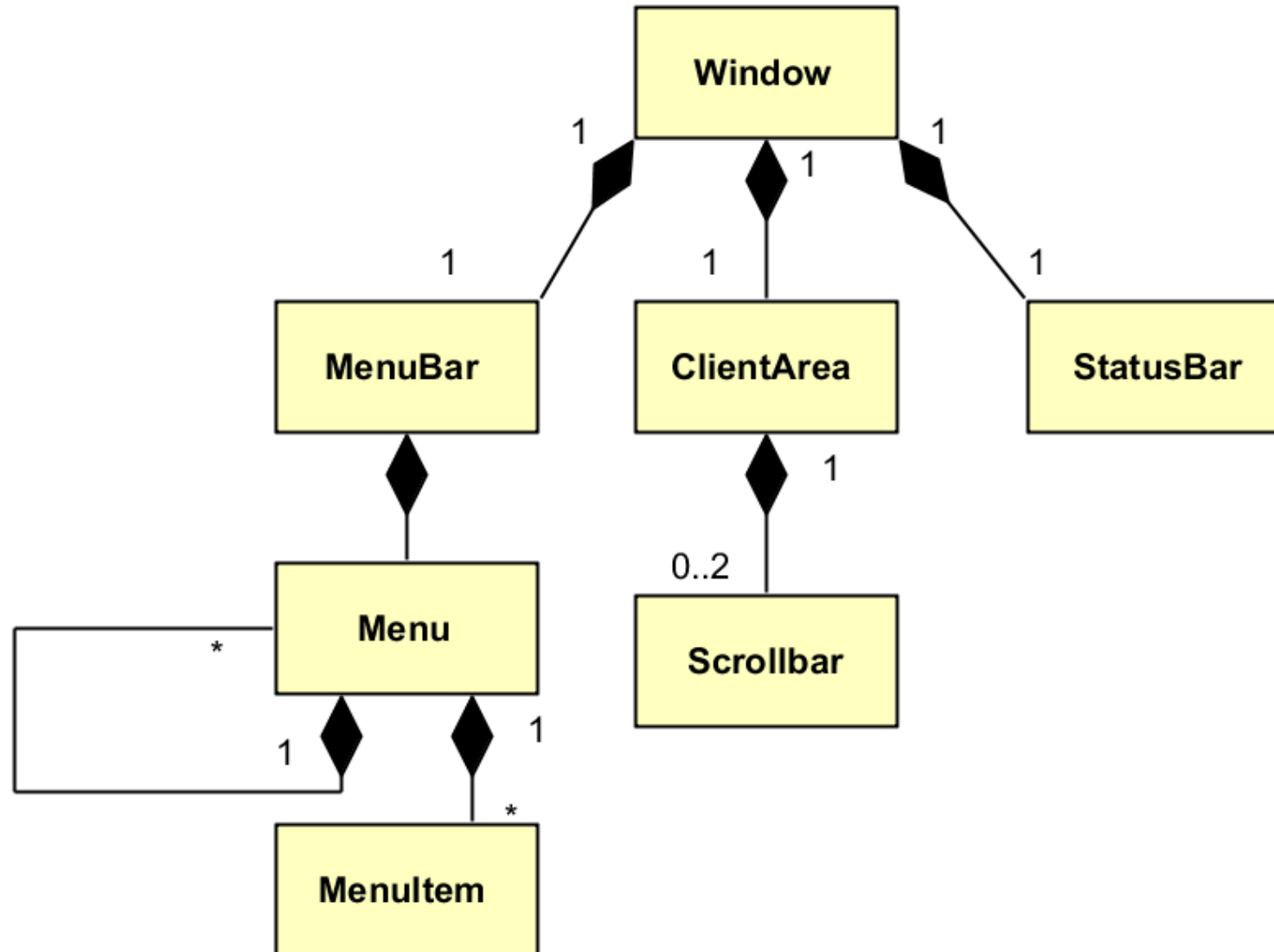
Objects are **instances of the class**, which in addition have:

- **own state**
- **unique identifier** = reference pointing towards object

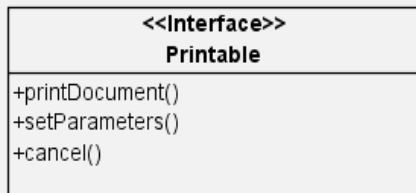
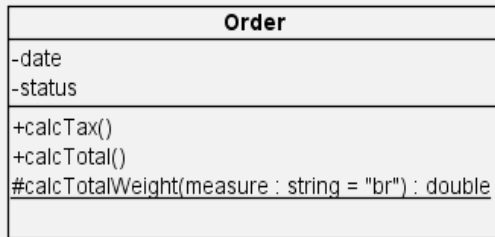
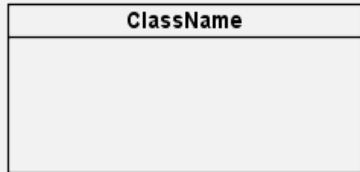
Class Hierarchy: Inheritance is_a



Object Hierarchy: Composition, has_a



Elements of Class Diagrams

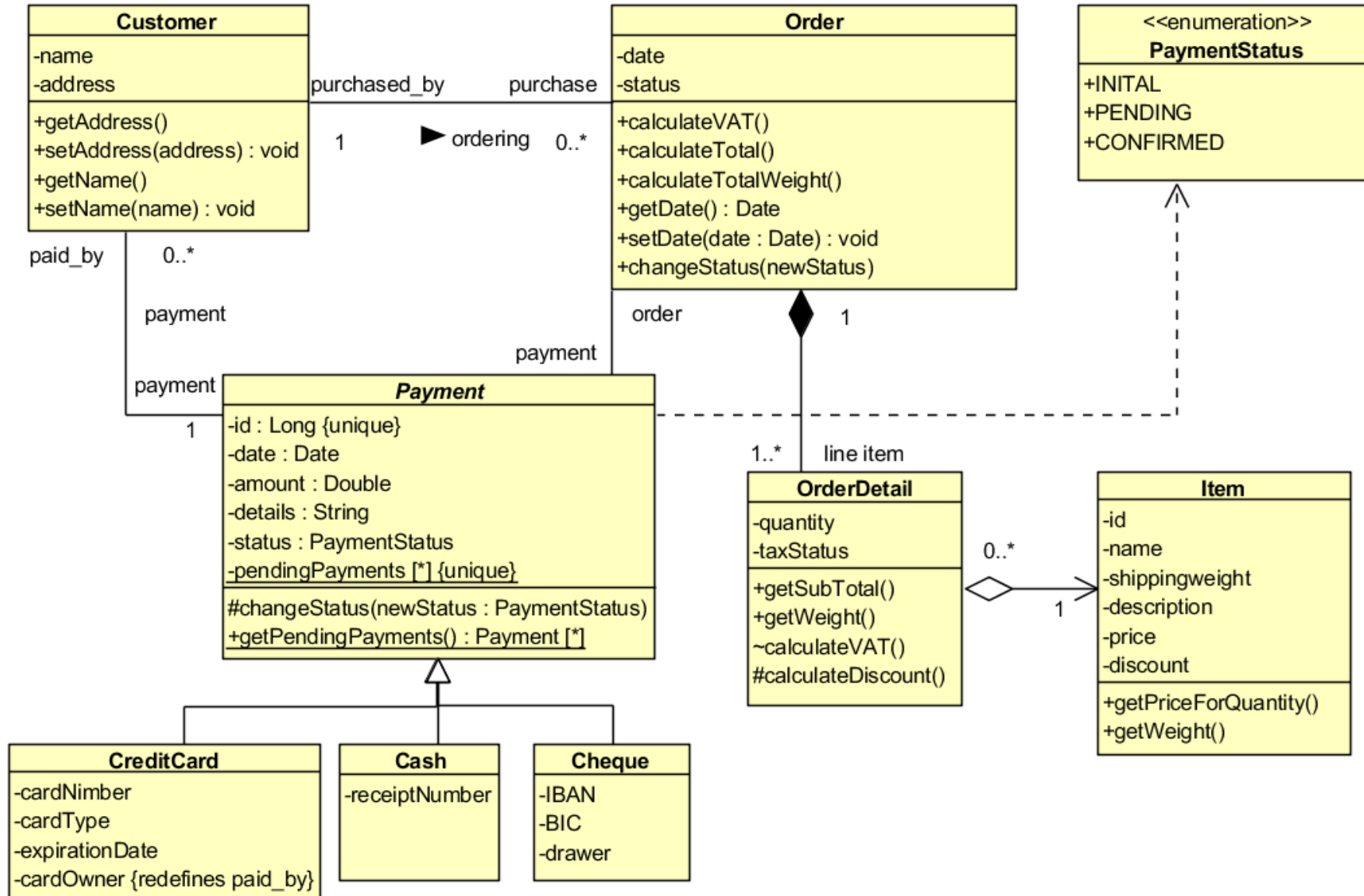


Types of connections:

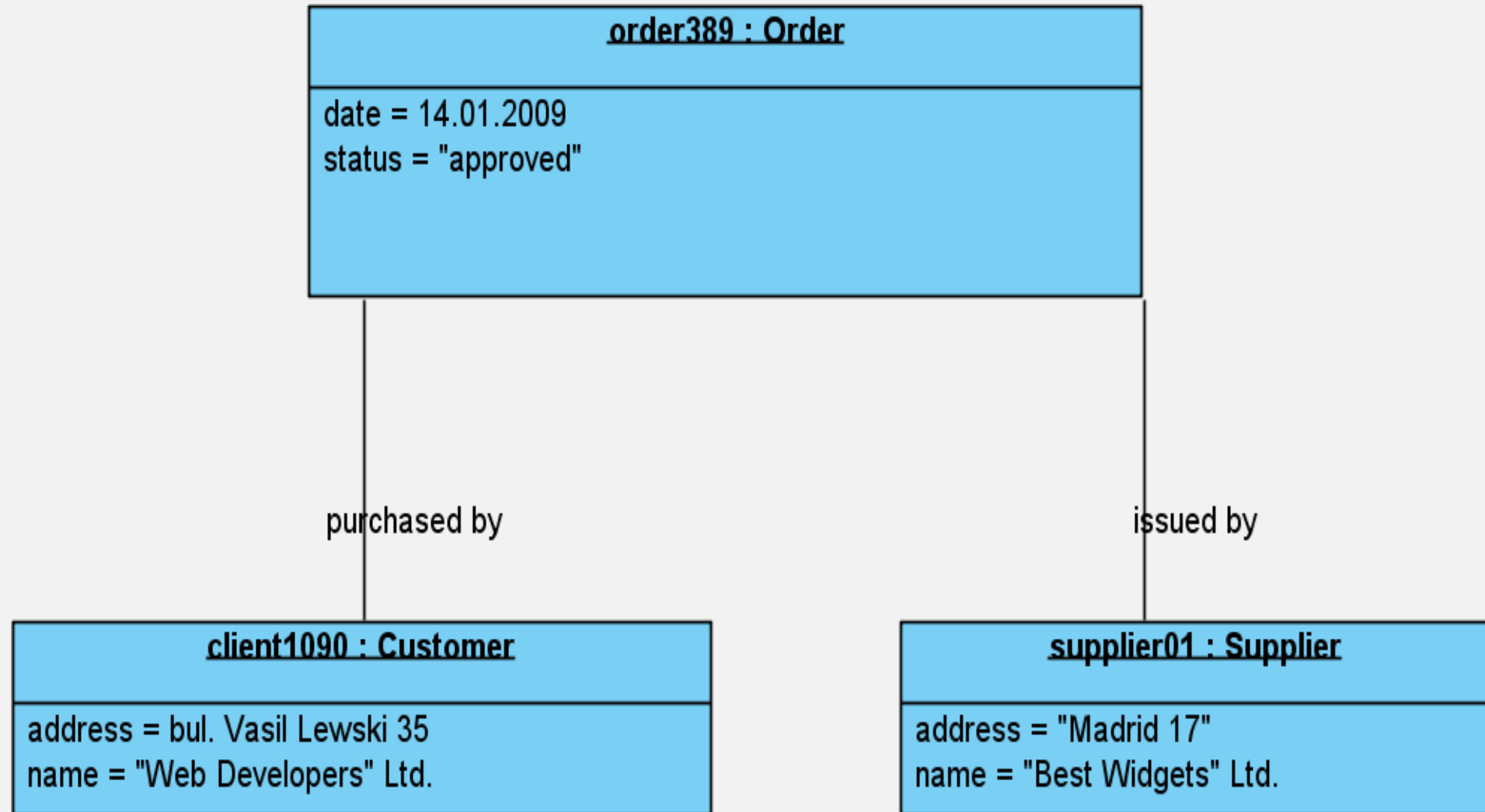
- Association
- aggregation
- composition
- dependence
- generalization
- realization



Class Diagram



Object Diagram



Code (Component) Reuse and Design Patterns

- Advantages of code reuse
- Ways of implementation:
 - **Objects composition** – patterns like **composite**, **singleton**, **decorator**, **mixin**, etc.
 - Inheritance of classes (object types) – features/patterns like **dynamic polymorphism**, **prototype**, **template method**, **strategy**, etc.

Classes in Python

```
class student:
```

```
    """Клас представящ атрибутите за студент"""
```

```
    def __init__(self,n,a):
```

```
        self.full_name = n
```

```
        self.age = a
```

```
    def get_age(self):
```

```
        return self.age
```

```
b = student("Bob", 21)
```

`__init__` constructor

- Методът (функцията) `__init__` може да има произволен брой аргументи
- Както за всяка функция, аргументите могат да бъдат зададени със стойности по подразбиране, правейки ги по този начин незадължителни
- Първият аргумент `self` в дефиницията на `__init__` е задължителен и специален – това е обектът който се инициализира от тази функция и представлява новия обект

self

- Въпреки че `self` трябва да се зададе явно и задължително при дефиниране на метод, може да бъде изпускан при обръщение към метода. Python автоматично го подава вместо нас
- Дефиниране на метод: (в дефиниция на клас)

```
def set_age(self, num):  
    self.age = num
```

- Обръщение към метод:

```
>>> x.set_age(23)
```

Object and Class destructors

- **del(<име_обект>)** за явно унищожаване на обект с указаното име
- Деструктор **__del__** който се извиква преди унищожаване на обекта
- **del(<име_клас>)** за явно унищожаване на клас
- Автоматично изтриване на обект когато няма свързана с него променлива
- Класовете не се изтриват автоматично и нямат деструктор

Accessing class attributes

- Нормален достъп до атрибут `<attr>` от клас / обект `<obj>`:

`<obj>.<attr>` # стандартен достъп

- Аналогичен достъп с вградена функция:

`getattr(<obj>, '<attr>')` # директен достъп с вградена функция

Example

```
>>> f = student("Bob Smith", 23)
```

```
>>> f.full_name # достъп до атрибут данни
```

```
"Bob Smith"
```

```
>>> f.get_age() # достъп до метод
```

```
23
```

getattr(object_instance, string)

```
>>> f = student('Bob Smith', 23)
```

```
>>> getattr(f, 'full_name')
```

```
'Bob Smith'
```

```
>>> getattr(f, 'get_age')
```

```
<method get_age of class studentClass at 010B3C2>
```

```
>>> getattr(f, 'get_age')() # вика го
```

```
23
```

```
>>> getattr(f, 'get_birthday')
```

```
# AttributeError – Няма такъв метод!
```

hasattr(object_instance,string)

```
>>> f = student('Bob Smith', 23)
```

```
>>> hasattr(f, 'full_name')
```

```
True
```

```
>>> hasattr(f, 'get_age')
```

```
True
```

```
>>> hasattr(f, 'get_birthday')
```

```
False
```

setattr(object_instance, string, val)

```
>>> f = student('Bob Smith', 23)
```

```
>>> setattr(f, 'full_name', 'Rob Jhon')
```

```
>>> getattr(f, 'full_name')
```

```
'Rob Jhon'
```

```
>>> setattr(f, 'birthday', '12_05_1986')
```

```
>>> getattr(f, 'birthday')
```

```
'12_05_1986'
```

Instance and class attributes

- Атрибути на обект (instance attributes)
- Обекти налични в екземпляр (instance) на клас
- Всеки екземпляр има обект с различна стойност
- По правило се инициализират с метода `__init__`
- Атрибути на клас (class attributes)
- Налични само в пространството на класа
- Общи са за всички екземпляри
- В някои езици за програмирани се наричат още статични ("static") променливи
- Полезни за общи константи за клас или за броячи (например колко пъти е извикан клас или метод)

Class attributes

- Всички обекти споделят едно копие на атрибут. Ако някой обект промени стойността му, е за всички
- Class attributes се задават вътре в дефиницията на клас и извън дефинициите на всички методи
- Тъй като има само един такъв за клас и не за обект,
- достъпът до тях е по специален начин - например чрез:
self.__class__.name

```
class Sample:  
    x = 23  
    def increment(self):  
        self.__class__.x += 1
```

```
>>> a = Sample()  
>>> a.increment()  
>>> a.__class__.x  
24
```

Using `__class__` attribute

- Всички обекти споделят едно копие на атрибут. Ако някой обект промени стойността му, е за всички
- Class attributes се задават вътре в дефиницията на клас и извън дефинициите на всички методи
- Тъй като има само един такъв за клас и не за обект,
- достъпът до тях е по специален начин - например чрез:
`self.__class__.name`

```
class sample:
```

```
x = 23
```

```
def increment(self):
```

```
    self.__class__.x += 1
```

Static methods

```
class Sample:  
    x = 23  
  
    @staticmethod  
    def increment():  
        __class__.x += 1
```

```
>>> a = Sample()
```

```
>>> Sample.increment()
```

```
>>> a.x
```

24

Class methods

```
class Sample:  
    x = 23
```

```
    @classmethod  
    def increment(cls):  
        cls.x += 1
```

```
>>> a = Sample()
```

```
>>> Sample.increment()
```

```
>>> a.x
```

```
24
```

“Magic” attributes

- Атрибути, чиито имена започват и завършват с по два знака за подчертаване:
- `__init__`
- `__dict__`
- `__str__`
- Какво е особеното за тях
 - Имат вградено действие и поведение
 - Не се изивкват директно, а косвено

“Magic” attributes

- При обръщение към вградени функции

```
len([1, 2, 3]) # __len__()
```

- Използване на оператори

```
1 + 1 # __add__()
```

```
5 > 3 # __gt__()
```

- При цикъл for

```
for x in [1, 2, 3]: # __iter__()
```

```
print(x) # __next__()
```

Special methods

`__new__` : създава празен обект за клас

`__init__` : инициализира атрибути на обект

`__str__` : как == ще действа за обекти от класа

`__len__` : как да се определя `len()` за обект

`__copy__` : как да се направи копие на обект

`__getattr__` : за получаване стойност на атрибут

`__setattr__` : за присвояване стойност на атрибут

`__delattr__` : за изтриване стойност на атрибут

`__str__` : за показване аналогично с функцията `str`

`__repr__` : за официално показване с функция `repr`

Special attributes

`__doc__` : Низ с документация за класа

`__name__` : съдържа името на класа

`__module__` : в кой модул е дефиниран клас

`__dict__` : речник с пространство на имената за клас

`__dict__` : речник с пространство на имена на обект

`__slots__` : задава явно имена на атрибути за обект,
като се забранява използването на `__dict__`

`__bases__` : редица с имената на родителски класове

`__annotations__` : речник с анотации на променливи

`__class__` : от кой клас е обекта

Special methods example

```
class Point(object):  
    def __init__(self, x, y):  
        self.x = x  
        self.y = y  
    def distance(self, other):  
        x_diff_sq = (self.x - other.x) ** 2  
        y_diff_sq = (self.y - other.y) ** 2  
        return (x_diff_sq + y_diff_sq) ** 0.5  
    def __str__(self):  
        return "<" + self.x.__str__() + "," + self.y.__str__() + ">"
```

Special methods example II

```
if __name__ == '__main__':
```

```
    p = Point(4, 3)
```

```
    print(p)
```

```
    q = Point(0, 0)
```

```
    print(q)
```

```
    print(p.distance(q))
```

<4,3>

<0,0>

5.0

Data encapsulation

- Всеки клас предоставя интерфейс: В/И данни, операции
- Методи за достъп до / промяна на стойност на атрибут
- Това позволява проверка за допустимост на данните
- Скриване на начина на прилагане на операциите в класа
- В резултат:
 - Скриват се детайлите по прилагането
 - Промяна в реализацията без да променяме интерфейса
 - В Python се препоръчва използване на [свойства \(properties\)](#)

Public and private data

- В Python всяка променлива с два водещи знака за подчертаване е частна:

`__x`, `__my_variable`

- В Python всяка променлива с един водещ знак за подчертаване е **полу-частна**, и всеки който програмира с директен достъп до такива променливи нарушава неписаните правила

Properties

- Свойствата позволяват дефиниране на интерфейс за достъп до публични атрибути в езика Python.
- Достъпът до всеки атрибут, дефиниран като свойство, става само чрез методите `getter()`, `setter()`, и `deleter()`.
- Така се реализира изискването за data encapsulation.
- Един начин за използване и дефиниране на свойства е с вградената функция `property()`:

`property(fget=None, fset=None, fdel=None, doc=None)`

- Друг начин (приема се за по-чист) е чрез вградения декоратор **`@property`** (за достъп до стойност -`getter`) и **`@<име_атрибут>.setter`** (за установяване на стойност -`setter`).

Properties example

```
class Celsius:
    def __init__(self, temperature=0):
        self.temperature = temperature

    def to_fahrenheit(self):
        return (self.temperature * 1.8) + 32

    def get_temperature(self):
        print(f"Getting value: {self.__temperature}")
        return self.__temperature # private attribute = encapsulation

    def set_temperature(self, value):
        if value < -273: # validation
            raise ValueError("Temperature below -273 is not possible")
        print(f"Setting value: {value}")
        self.__temperature = value # private attribute = encapsulation

temperature = property(get_temperature, set_temperature)
```

Properties example - II

```
if __name__ == '__main__':  
    c = Celsius(30)  
    # temp = c._Celsius__temperature;  
    c.temperature -= 10;  
    print(c.temperature)
```

Inheritance

- В Python обектите наследяват класовете, а класа наследява родителските класове (суперкласове)
- За да наследи един клас други, трябва тези други да се укажат в скоби при неговата дефиниция
- Обектите наследяват атрибутите и методите както от своя клас, така и от всички негови родители
- Всеки атрибут не дефиниран в обект се търси от долу нагоре, от ляво на дясно в йерархията от всички класове
- Промяна в логиката се прави в под-класовете, а не в родителските класове

Inheritance

```
class Person(object):  
    def __init__(self, ssn, first_name, last_name, age, address= None, phone=None):  
        self.__ssn = ssn  
        self.__first_name = first_name  
        self.__last_name = last_name  
        self.__age = age  
        self.__address = address  
        self.__phone = phone
```

@property

```
def ssn(self):  
    return self.__ssn
```

@ssn.setter

```
def ssn(self, value):  
    self.__ssn = value
```

...

Inheritance

```
class Student(Person):
```

```
    def __init__(self, ssn, first_name, last_name, age, address= None, phone=None, courses=[]):  
        # Person.__init__(self, ssn, first_name, last_name, age, address= None, phone=None)  
        super().__init__(ssn, first_name, last_name, age, address= None, phone=None)  
        self.__courses = courses
```

```
    @property
```

```
    def courses(self):  
        return self.__courses
```

```
    @courses.setter
```

```
    def courses(self, value):  
        self.__courses = value;
```

```
    def __str__(self): # method overriding
```

```
        # return f'Student[{Person.__str__(self)}, courses={self.__courses}]'
```

```
        return f'Student[{super().__str__()}, courses={self.__courses}]'
```

```
        # return f'Person[ssn={self.ssn}, name={self.first_name}, last={self.last_name}, age={self.age}, '\
```

```
        #      f'address={self.address}, phone={self.phone}]'
```

Extending parent methods

- В някои случаи не искаме изцяло да сменим, а само да разширим действието на родителските методи
- В случая можем да използваме специалния метод `super()` който се обръща към първия срещнат в йерархията родителски клас и взимаме неговия метод
- Редът на обхождане на йерархията се задава с механизма MRO – [Method Resolution Order](#), който се използва за еднозначно обхождане на многозначно наследяване

Method Resolution Order

```
class A(object):  
    def __init__(self):  
        super(A, self).__init__()  
        print("A")  
  
class B(object):  
    def __init__(self):  
        super(B, self).__init__()  
        print("B")  
  
class C(A,B):  
    def __init__(self):  
        super(C, self).__init__()  
        print("C")
```

- Какъв ще е резултата от C()? "A B C"? "B A C"?
- Какъв точно е редът от обръщенията към методите super(A/B/C....)?

Method Resolution Order

- MRO –Method Resolution Order –определя как да се разрешават имената на атрибути при многозначно наследяване на класове в езика Python
- Използва специален алгоритъм, наречен СЗ, който определя реда на търсене на атрибути в списъка на родителските класове за даден обект. Може да се види с вградената функция `mro()` или вградения атрибут `__mro__` :

```
>>> C.__mro__
```

```
(<class 'my2.C'>, <class 'my2.A'>, <class 'my2.B'>, <type 'object'>)
```

```
>>> C.mro()
```

```
[<class 'my2.C'>, <class 'my2.A'>, <class 'my2.B'>, <type 'object'>]
```

- Отговорът на въпроса от предния слайд е: “B A C”
- MRO определя и какво ще върне метода `super()` –не прародител, а следващия възможен клас в редицата от класове определена от алгоритъма MRO

Problem: Sofia Marathon

За целите на обработката на резултатите от Софийски маратон трябва да се опишат следните класове:

- Клас `Time`, представящ време чрез часове, минути и секунди – цели числа. Класът трябва да разполага с:
 - конструктори, метод `__str__()`
 - Метод `time_diff`, намиращ разликата между текущото време и времето `t`, предадено чрез аргумента
- Клас `Competitor`, представящ следните данни за състезател: регистрационен номер, име, фамилия, стартово време (на маратон състезателите не винаги стартират заедно), време на достигане на финала. Класът трябва да разполага с:
 - конструктори, метод `__str__()`
 - Метод `__str__()` трябва да извежда информация за състезателното време на участника във форматирания вид под формата на таблица (таблицата трябва да съдържа цялата информация за участниците във форматирания вид).
- Тестов скрипт, демонстриращ поведението на класовете и взаимодействието между тях

Problem: Bookstore - I

Реализирайте програма на езика Python, която:

1. Дефинира следните моделни (entity) класове:
 - **Item** със следните атрибути:
 - *isbn* – уникален ISBN идентификатор за публикацията – низ от 10 символа;
 - *title* - низ 2 до 50 символа;
 - *description* - низ 5 - 500 символа;
 - *price* - реално число с точност два знака след десетичната точка;
 - *authors* – списък от имената на авторите – низове от 5 до 50 символа всеки;
 - *tags* - списък от тагове - низове, позволяващ бързо търсене на продукти;
 - *comments* (optional) - списък от коментари за продукта - низове;
 - **Book** – наследява **Item** със следните допълнителни атрибути:
 - *publisher* - низ 5 до 50 символа;
 - *number_pages* – положително цяло число < 10000
 - **Article** – наследява **Item** със следните допълнителни атрибути:
 - *published_at* - низ от 10 до 200 символа – име на конференция или списание в което статията е публикувана;
 - *publication_date* – низ – дата на първа публикация на статията във формат „ДД.ММ.ГГГГ“

Problem: Bookstore - II

2. Клас **WebStore** с атрибут *items* (списък от **Item** обекти, в началото празен) и следните методи:
- **add_item(item)** – добавя нов продукт или услуга към списъка – атрибута *items*;
 - **input_item()** - въвежда от клавиатурата вида (книга или статия) на **Item**-а и всички необходими за съответния вид **Item** данни с **валидация**, като добавя резултата (въведения от потребителя обект) към атрибута *items*;
 - **print_items_formatted()** – извежда всички **Items** от атрибута *items* във форматирания вид като таблица, като извежда информация за вида на Item-а (книга или статия) в отделна колонка;
 - **main script** – добавя два продукта и една услуга към **WebStore** класа чрез метода **add_item** и ги извежда форматирани в табличен вид чрез метода **print_items_formatted**, въвежда нов четвърти **Item** чрез метода **input_item** и го добавя към списъка, след което извежда списъка форматирания като таблица отново чрез метода **print_items_formatted**.

Problem: Blog Users - I

Реализирайте програма на езика Python, която:

1. Дефинира следните моделни (entity) класове:
 - **User** със следните атрибути:
 - *id* – уникален идентификатор – положително цяло число, което се генерира автоматично от програмата (не се въвежда от потребителя)
 - *first_name* - низ 2 до 30 символа;
 - *last_name* - низ 2 до 30 символа;
 - *email* - низ от 5 до 60 символа, който съдържа поне по веднъж символите '@' и '.';
 - *username* - низ 5 до 20 символа
 - *roles* – списък с низове измежду: "READER", "AUTHOR", "ADMIN"
 - *is_active* - булева стойност, Истина (по подразбиране), ако акаунтът на потребителя е активен, инаге Лъжа;
 - **AdminUser** – наследява **User** със следните допълнителни атрибути:
 - *managed_sections* - списък от низове – имена на блог секции в програмата;
 - **AuthorUser** – наследява **User** със следните допълнителни атрибути:
 - *created_blogs* - списък от низове – имена на блокове създадени от потребителя;
 - **ReaderUser** – наследява **User** със следните допълнителни атрибути:
 - *read_blogs* - списък от низове – имена на блокове разгледани от потребителя;

Problem: Blog Users - II

2. Клас **BlogApp** с атрибут *users* (списък от **User** обекти, в началото празен) и следните методи:

- **add_user(user)** – добавя нов потребител от тип **AdminUser, AuthorUser, ReaderUser** към списъка – атрибута *users*;
- **input_user()** - въвежда от клавиатурата вида (**Admin, Author, Reader**) на **User**-а и всички необходими за съответния вид **User** данни **с валидация**, като добавя резултата (въведения от потребителя обект) към атрибута *users*;
- **print_users_formatted()** – извежда всички **User** от атрибута *users* във форматирания вид като таблица, като извежда информация за вида на User-а (продукт или услуга) в отделна колонка;
- **main script** – добавя два продукта и една услуга към **BlogApp** класа чрез метода **add_user** и ги извежда форматирани в табличен вид чрез метода **print_user_formatted**, въвежда нов четвърти **User** чрез метода **input_user** и го добавя към списъка, след което извежда списъка форматирания като таблица отново чрез метода **print_users_formatted**.

Problem: HiperQuiz- I

Реализирайте програма на езика Python, която:

1. Дефинира следните моделни (entity) класове:
 - **Quiz** със следните атрибути:
 - *id* (generated automatically) - long number;
 - *title* - string 2 to 80 characters long;
 - *author* - the *User* that created the *Quiz*;
 - *description* - string 20 - 250 characters long;
 - *questions* - list of *Question* entities (containing the answers with their scores too);
 - *expectedDuration* - integer number in minutes;
 - *tags* - string including comma separated tags, allowing to find the *Quizes* by quick search;
 - *created* (generated automatically) - time stamp of the moment the entity was created;
 - *modified* (generated automatically) - time stamp of the moment the entity was last modified;

Problem: HiperQuiz - II

2. **Question** със следните атрибути:

- *id* (generated automatically) - long number;
- *quiz* - reference to the Quiz the Question belongs;
- *text* - string 10 - 300 characters long;
- *picture* (optional) - if the Question includes picture, valid URL;
- *answers* - list of Answer entities for the Question;
- *created* (generated automatically) - time stamp of the moment the entity was created;
- *modified* (generated automatically) - time stamp of the moment the entity was last modified;

3. **Answer** със следните атрибути:

- *id* (generated automatically) - long number;
- *question* - reference to the Question to which the Answer belongs;
- *text* - string 2 - 150 characters long;
- *picture* (optional) - if the Answer includes picture, valid URL;
- *score* - integer number (could be negative too);
- *created* (generated automatically) - time stamp of the moment the entity was created;
- *modified* (generated automatically) - time stamp of the moment the entity was last modified;

Problem: HiperQuiz - III

- 2. Клас **QuizManager** с атрибут *quizes* (списък от **Quiz** обекти, в началото празен) и следните методи:
 - **add_quiz(quiz)** – добавя нова викторина списъка – към *quizes*;
 - **add_qquestion(quiz, question)** – добавя нов въпрос с отговори и точки за всеки отговор към съответния *quiz*;
 - **input_quiz()** - въвежда от клавиатурата атрибути на quiz-а, брой въпроси и самите въпроси и отговори с всички техни атрибути **с валидация**, като добавя резултата (въведения от потребителя обект) към атрибута *quizes*;
 - **print_quiz(quiz)** – извежда *quiz*-а, с всички въпроси и отговори с всички техни атрибути на конзолата;
 - **main script** – добавя един примерен **Quiz** с два въпроса от тип multiple choice с по 3 възможни отговора използвайки **QuizManager** класа чрез методите **add_quiz** и **add_qquestion** и ги извежда чрез метода **print_quiz**, въвежда нова викторина чрез метода **input_quiz** и го добавя към списъка *quizes*, след което извежда списъка отново чрез метода **print_quiz**.

Thank's for Your Attention!



Trayan Iliev

IPT – Intellectual Products & Technologies

<http://iproduct.org/>

<https://github.com/iproduct>

<https://twitter.com/trayaniliev>

<https://www.facebook.com/IPT.EACAD>