



Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

Alkalmazott modul: Programozás

12. fejezet

Objektumorientált programozás: tervezés és megvalósítás

Giachetta Roberto

A jegyzet az ELTE Informatikai Karának 2015. évi
Jegyzetpályázatának támogatásával készült

Objektumorientált programozás

Kialakulása

- A procedurális programozási paradigma összetett alkalmazások esetén számos korlátozást tartalmaz:
 - a program nem tagolható kellő mértékben
 - az adatok élettartama nem eléggé testre szabható
 - a feladat módosítása utóhatásokkal rendelkezhet
- Ezek megoldása a *felelősség továbbadása*
 - *programegységeket* alakítunk ki, amely rendelkeznek saját adataikkal és műveleteikkel, ezeket egységbe zárjuk, megvalósításukat elrejtjük
 - a feladat megoldását a programegységek együttműködésével, *kommunikációjával* valósítjuk meg

Objektumorientált programozás

Objektumok

- *Objektumnak (object)* nevezzük a feladat egy adott tárgyköréért felelős programegységet, amely tartalmazza a tárgykör megvalósításához szükséges adatokat, valamint műveleteket
 - az objektum működése során saját adatait manipulálja, műveleteit futtatja és kommunikál a többi objektummal
 - pl.: egy téglalap
 - adatai: szélessége és magassága
 - műveletei: területkiszámítás, méretváltoztatás
 - pl.: egy verem adatszerkezet
 - adatai: elemek tartalmazó tömb és a felhasznált méret
 - műveletei: push, pop, top

Objektumorientált programozás

Objektumok állapotai

- Az objektumok *állapottal* (state) rendelkeznek, ahol az állapot mezőértékeinek összessége
 - két objektum állapota ugyanaz, ha értékeik megegyeznek (ettől függetlenül az objektumok különbözőek)
 - az állapot valamilyen *esemény* (műveletvégzés, kommunikáció) hatására változhat meg
- A program teljes állapotát a benne lévő objektumok összállapota adja meg
- Az objektumok *életciklussal* rendelkeznek, létrejönnek (a konstruktorral), működést hajtanak végre (további műveletekkel), majd megsemmisülnek (a destruktorkal)

Objektumorientált programozás

Objektum-orientált programok

- *Objektum-orientáltak* nevezzük azt a programot, amelyet egymással kommunikáló objektumok összessége alkot
 - minden adat egy objektumhoz tartozik, és minden művelet egy objektumhoz rendelt tevékenység, nincsenek globális adatok, vagy globális műveletek
 - a program így kellő tagoltságot kap az objektumok mentén
 - az adatok élettartama így összekapcsolható az objektum élettartamával
 - a módosítások általában az objektum belsejében véghezvihetők, ami nem befolyásolja a többi objektumot, így nem szükséges jelentősen átalakítani a programot

Objektumorientált programozás

Objektum-orientált programok

- Az objektum-orientáltság öt alaptényezője:
 - *absztrakció*: az objektum reprezentációs szintjének megválasztása
 - *enkapszuláció*: az adatok és alprogramok egységbe zárása, a belső működés elrejtése
 - *nyílt rekurzió*: az objektum mindig látja saját magát, eléri műveleteit és adatait
 - *öröklődés*: az objektum tulajdonságainak átruházása más objektumokra
 - *polimorfizmus és dinamikus kötés*: a műveletek futási időben történő működéshez kötése

Objektumorientált programozás

Osztályok

- Az objektumok viselkedési mintáját az *osztály* tartalmazza, az osztályból *példányosíthatjuk* az objektumokat
 - tehát az osztály az objektum típusa
- Az osztályban tárolt adatokat *attribútumok*nak, vagy *mezők*nek (*field*), az általa elvégezhető műveleteket *metódusok*nak (*method*) nevezzük, együtt ezek az osztály *tagjai* (*member*)
- Az osztály tagjainak szabályozhatjuk a láthatóságát, a kívülről látható részét *interfész*nek, a kívülről nem látható részét *implementációnak* nevezzük
 - a metódusok megvalósítása az implementáció része, tehát más osztályok számára a működés mindig ismeretlen

Objektumorientált programozás

Osztályok megvalósítása

- Az osztályokat minden nyelv más formában valósítja meg, de az általános jellemzőket megtartja
- A C++ programozási nyelv támogatja az objektumorientált programozást, noha alapvetően procedurális
- A C++ osztály szerkezete:

```
class/struct <osztálynév> {  
public/private:  
    <típus> <mezőnév>;  
    ...  
    <típus> <metódusnév> ([ <paraméterek> ]) { ... }  
    ...  
};
```


Objektumorientált tervezés

Szoftverek tervezése

- A program szerkezetének és működésének megtervezése az osztályok és objektumok szempontjából történik
 - a *statikus tervezés* során az objektumok, osztályok felépítését és kapcsolatait határozzuk meg
 - a *dinamikus tervezés* során az objektumok, osztályok közötti kommunikáció folyamatát, az állapotváltoztatásokat határozzuk meg
- Az objektumorientált tervezés eszköze a *Unified Modeling Language* (UML), amely egy grafikus programozási nyelv
 - 13 diagramtípust biztosít a program szerkezetének és működésének megtervezésére

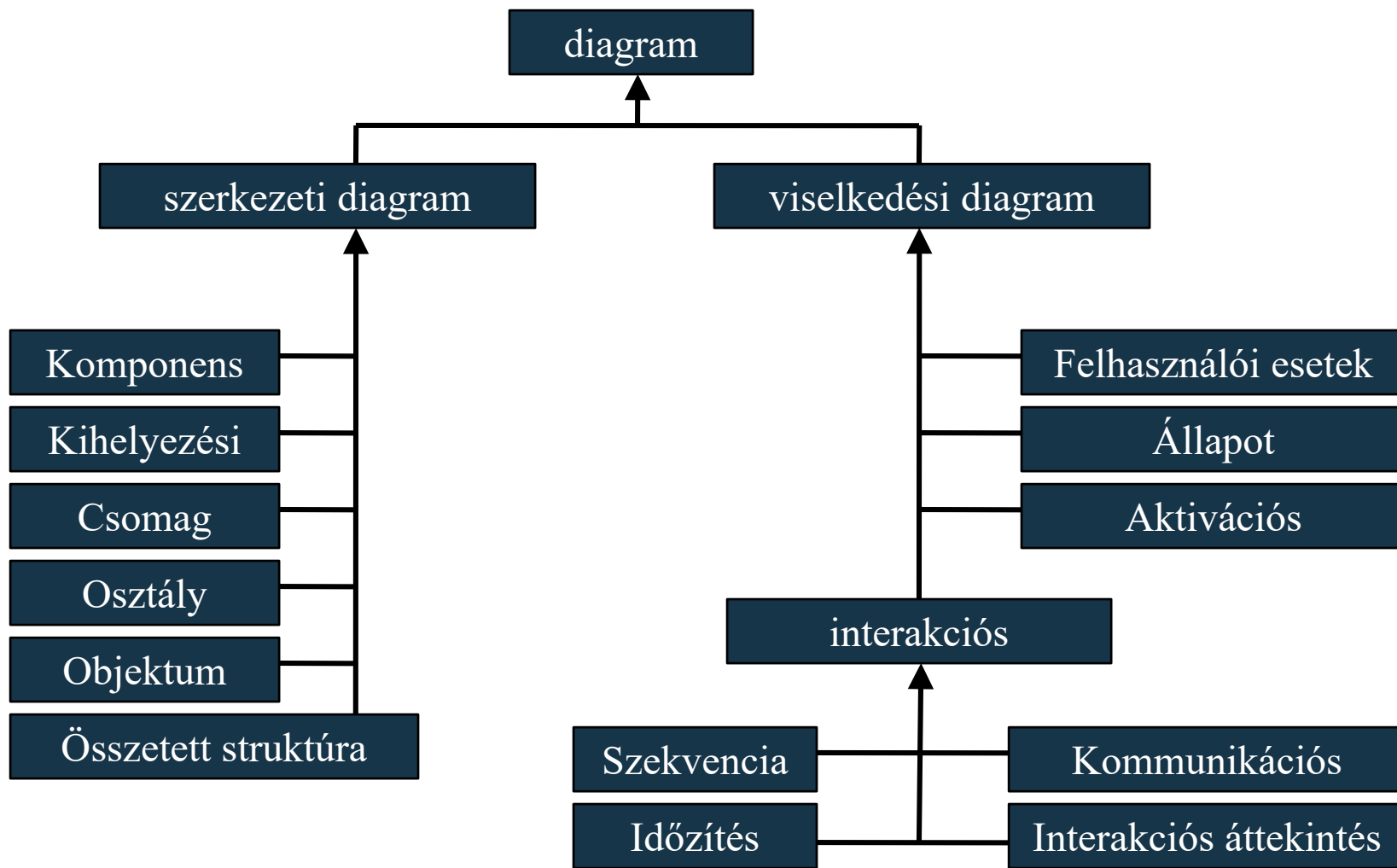
Objektumorientált tervezés

Az UML nyelv

- Az UML a szoftverrendszert a következő szempontok szerint tudja jellemezni:
 - *funkcionális modell*: a szoftver funkcionális követelményeit és a felhasználóval való interakciókat adja meg
 - pl.: felhasználói esetek diagramja, kihelyezési diagram
 - *szerkezeti modell*: a program felépítését adja meg, milyen osztályok, objektumok, relációk alkotják a programot
 - pl.: osztálydiagram, objektumdiagram
 - *dinamikus modell*: a program működésének lefolyását, az objektumok együttműködésének módját ábrázolja
 - pl.: állapotdiagram, szekvenciadiagram

Objektumorientált tervezés

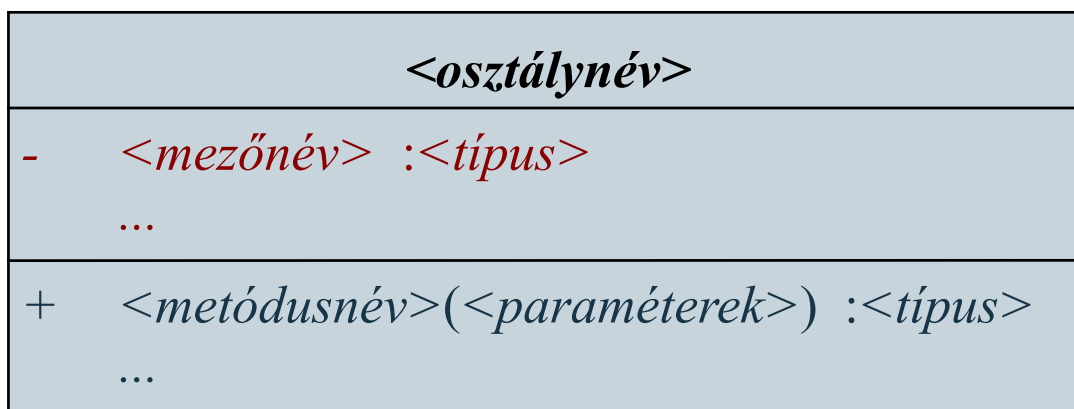
Az UML nyelv



Objektumorientált tervezés

Az osztálydiagram

- Az *osztálydiagram* a programban szereplő osztályok szerkezetét, és a közöttük lévő kapcsolatokat definiálja
 - az osztálynak megadjuk a nevét, valamint mezőinek és metódusainak halmazát (típusokkal, paraméterekkel)
 - megadjuk a tagok láthatóságát látható (+), illetve rejtett (-) jelölésekkel



Objektumorientált tervezés

Példa

Feladat: Valósítsuk meg a téglalap (**Rectangle**) osztályt, amely utólag átméretezhető, és le lehet kérdezni a területét.

- a téglalap műveletei a területlekérdezés (**area**), valamint az átméretezés (**resize(int, int)**) lesznek
- mivel a téglalapot létre is kell hozni a méret alapján, kell egy két paraméteres konstruktor (**Rectangle(int, int)**)
- a téglalapot két méretével ábrázoljuk (**_sizeX, _sizeY**), ez minden művelet végrehajtására elegendő lesz
- a mezőket elrejtjük, kívülről csak az átméretezéssel kaphatnak új értéket, de biztosítunk lekérdező műveleteket is (**getSizeX, getSizeY**)

Objektumorientált tervezés

Példa

Tervezés:

Rectangle	
-	<code>_width :int</code>
-	<code>_height :int</code>
+	<code>Rectangle(int, int)</code>
+	<code>area() :int</code>
+	<code>perimeter() :int</code>
+	<code>getWidth() :int</code>
+	<code>getHeight() :int</code>
+	<code>setWidth(int) :void</code>
+	<code>setHeight(int) :void</code>

Objektumorientált tervezés

Példa

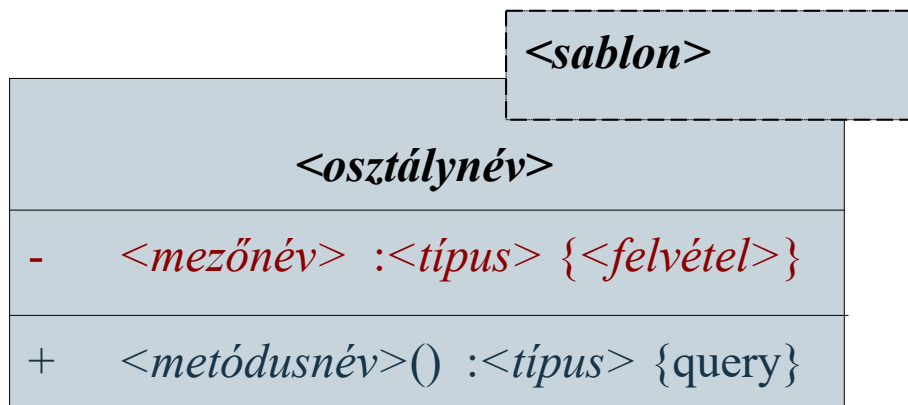
Megoldás:

```
class Rectangle { // téglalap osztály
public:
    Rectangle(int x, int y); // konstruktor
    void resize(int x, int y);
    int getSizeX();
    int getSizeY();
    int area();
private:
    int _sizeX; // mezők
    int _sizeY;
};
```

Objektumorientált tervezés

Az osztálydiagram

- Az osztálydiagram számos kiegészítést tartalmazhat
 - feltételeket szabhatunk a mezőkre, metódusokra a {...} jelzéssel (pl. a lekérdezést a {**query**} jelzéssel jelölünk)
 - adhatunk az osztálynak sablonparamétert
 - további tulajdonságokat jelölhetjük, illetve csoportba foglalásokat végezhetünk a <<...>> jelzéssel



Objektumorientált tervezés

Példa

Feladat: Valósítsuk meg a verem (**Stack**) osztályt, ahol tetszőleges számban helyezhetjük a verembe az elemeket.

- a verem műveletei a behelyezés (**push**), kivétel (**pop**), tetőelem lekérdezés (**top**) lesznek, továbbá segédműveletként megjelenik az üresség (**isEmpty**), a méret (**size**) lekérdezése, valamint a kiürítés (**clear**)
- annak érdekében, hogy a verem bármilyen elemet fogadhasson, sablonosan fogalmazzuk meg
- a tetszőleges bővíthetőség érdekében dinamikus tömbbel valósítjuk meg (**_values**), amely automatikusan méreteződik (**resize** segédművelettel) elem hozzáadásakor, illetve törlésekor

Objektumorientált tervezés

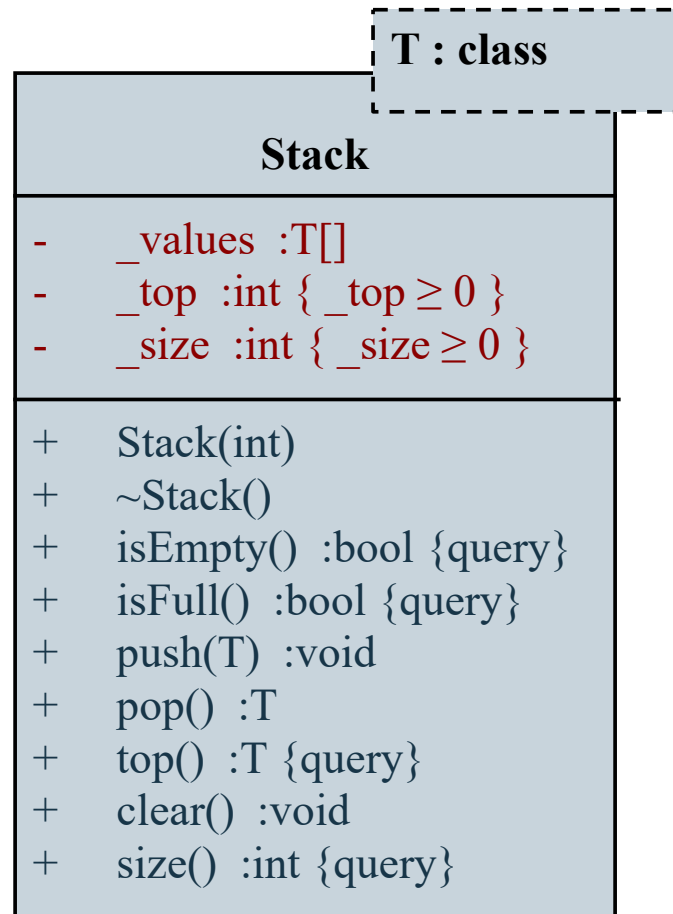
Példa

- eltároljuk a teljes és a felhasznált méretet (`_size`, `_top`), amely nem lehet negatív
- a dinamikus reprezentáció miatt megvalósítjuk a konstruktor mellett a destruktort, másoló konstruktort, valamint értékadás operátort
- a mezőket, valamint a átméretező segédműveletet elrejtjük
- a lekérdező műveleteket (`top`, `isEmpty`, `size`) konstanssá alakítjuk, így konstans példányra is meghívhatóak lesznek

Objektumorientált tervezés

Példa

Tervezés:



Objektumorientált tervezés

Példa

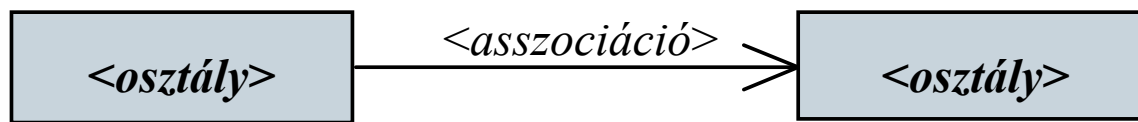
Megoldás:

```
template <class T>
class Stack { // verem osztály
private:
    T* _values;
    int _top;
    int _size;
    void resize(int newSize);
public:
    Stack();
    Stack(const Stack<T>& other);
    ~Stack();
    bool isEmpty() const;
    ...
}
```

Objektumorientált tervezés

Objektumok közötti kapcsolatok

- Az alkalmazásokban rendszerint több osztály szerepel, amelyek objektumai kommunikálhatnak egymással, ezért az osztályok között relációkat állíthatunk fel
- az *asszociáció* (*association*) egy kommunikációs kapcsolat, ahol egy objektum üzenetet küldhet egy (vagy több) további objektumnak



- a kommunikáció lehet irányított, irányítatlan (kétirányú), reflexív (saját osztály másik objektumára)
- az osztályoknak lehet *multiplicitása*, ami a relációbeli számosságukra utal

Objektumorientált tervezés

Példa

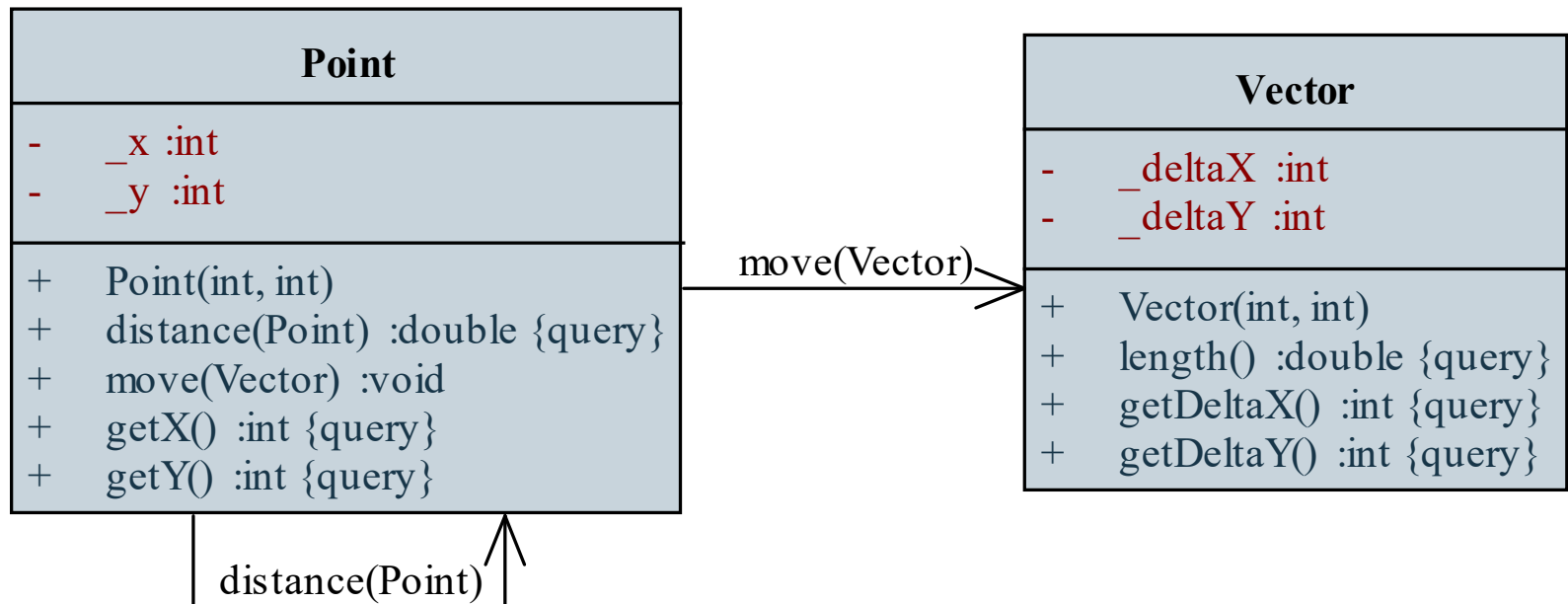
Feladat: Valósítsuk meg a 2D koordinátarendszerben ábrázolható pontokat (**Point**), valamint vektorokat (**Vector**). A pontok eltolhatóak vektorral, illetve megadható két pont távolsága. A vektornak ismert a hossza.

- a pont ábrázolható a vízszintes és függőleges értékkel (`_x`, `_y`), amelyek lekérdezhetőek (`getX()`, `getY()`)
lekérdezhető a távolsága egy másik ponthoz képest (`distance(Point)`), valamint eltolható egy vektorral (`move(Vector)`)
- a vektor ábrázolható a vízszintes és függőleges eltéréssel (`_deltaX`, `_deltaY`), amelyek lekérdezhetőek (`getDeltaX()`, `getDeltaY()`), ahogy a hossza (`length()`) is

Objektumorientált tervezés

Példa

Tervezés:



Objektumorientált tervezés

Példa

Megoldás (point.hpp):

```
#include <cmath>
```

```
#include "vector.hpp"
```

```
class Point { // 2D pont osztály
```

```
public:
```

```
    Point(int x = 0, int y = 0) { _x = x; _y = y; }
```

```
    double distance(Point p) const { ... }
```

```
    void move(Vector v) {
```

```
        _x += v.getDeltaX();
```

```
        _y += v.getDeltaY();
```

```
    }
```

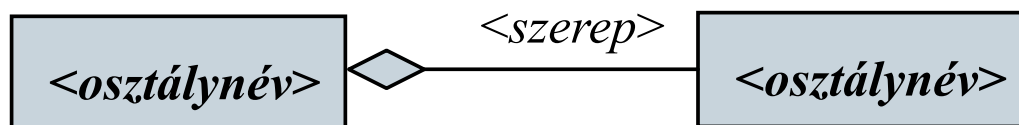
```
    int getX() const { return _x; }
```

```
    ...
```


Objektumorientált tervezés

Objektumok közötti kapcsolatok

- Az *aggregáció* (*aggregation*) egy speciális asszociáció, amely az objektumok laza egymáshoz rendelését fejezi ki

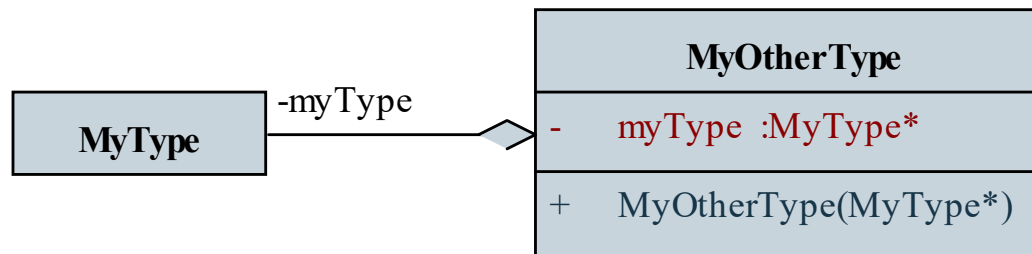


- egy tartalmazási, rész/egész kapcsolatot jelent, amely állandó a két objektum között
- a részt vevő objektumok életpályája különbözik, egymástól függetlenül is léteznek
- az aggregált osztálynak lehet *szerepe*, ami a relációbeli minőségükre utal, ezt az adott végponton jelöljük (ez is megjelölhető láthatósággal)

Objektumorientált tervezés

Objektumok közötti kapcsolatok

- aggregációs kapcsolat megvalósításakor az aggregált osztály egy hivatkozását (mutatóját, vagy referenciáját) tároljuk el, mivel így
 - nem kötjük össze a két objektum életpályáját (egyik megsemmisülése nem vonja maga után a másik megsemmisülését), így egymástól függetlenül kezelhetők
 - egy sekély másolatát kezeljük a megadott objektumnak
- pl.:



Objektumorientált tervezés

Objektumok közötti kapcsolatok

- pl.:

```
class SomeClass { ... }; // aggregált osztály
...
class OtherClass
{
private:
    SomeClass* someField; // egy mutatót tárolunk
public:
    OtherClass(SomeClass* s) : someField(s) { }
};
...
SomeClass sc;
OtherClass oc(&sc);
    // csak sekély másolatot készítünk
```

Objektumorientált tervezés

Példa

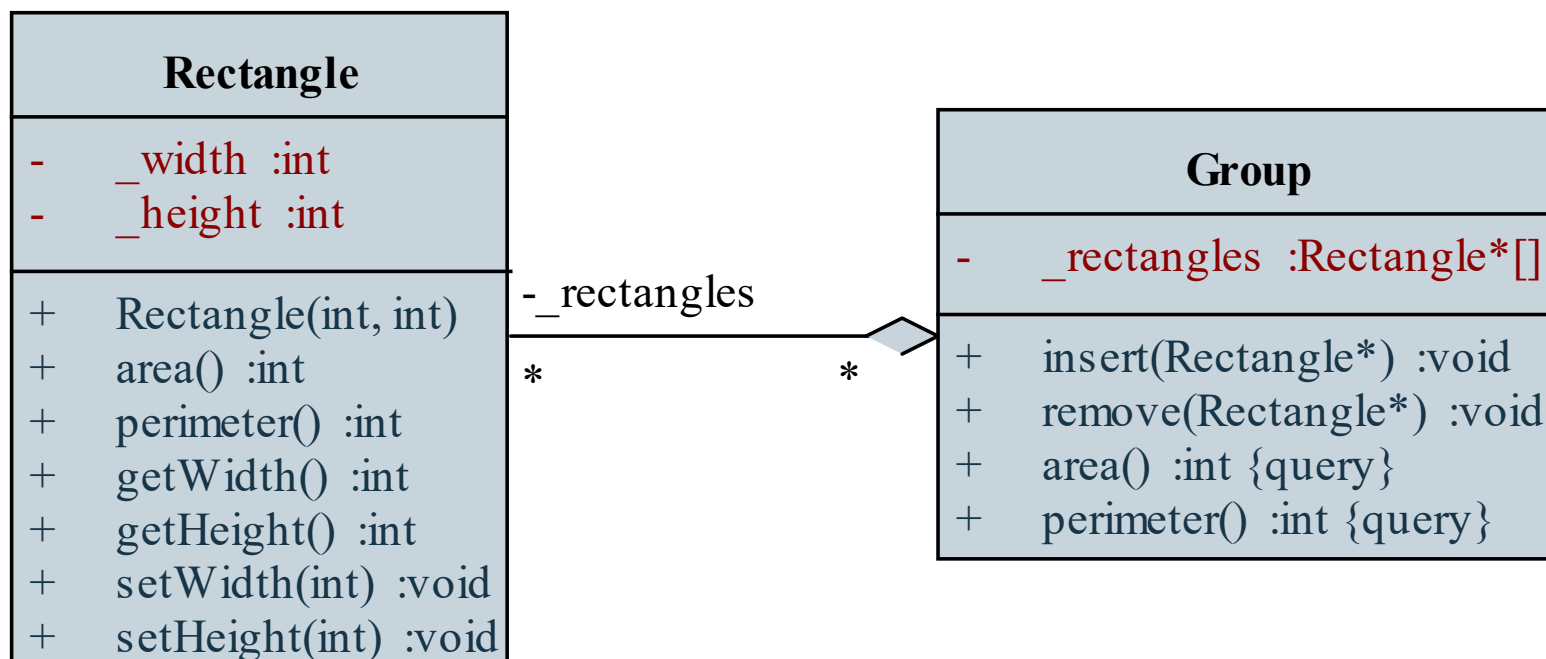
Feladat: Valósítsuk meg a csoportosítható téglalapokat. A téglalapot (**Rectangle**) tetszőleges csoportba (**Group**) helyezhetjük (**insert (Rectangle)**), illetve kivehetjük belőle (**remove (Rectangle)**). Lehetőségünk van a csoportban lévő téglalapok összterületét (**area ()**), illetve összkörületét (**perimeter ()**) lekérdezni.

- a téglalap megvalósítása változatlan marad, a téglalapokat aggregációval rendeljük a csoporthoz
- egy téglalap több csoportban is szerepelhet, illetve egy csoportban tetszőleges sok téglalap lehet
- a csoportban felvesszük a téglalapok tömbjét (**_rectangles**)

Objektumorientált tervezés

Példa

Tervezés:



Objektumorientált tervezés

Példa

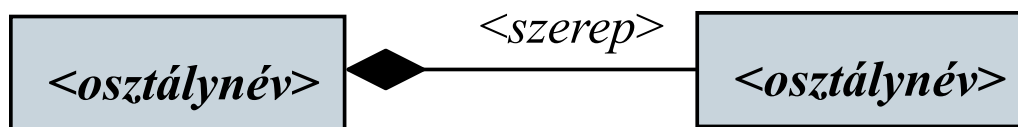
Megoldás (group.hpp):

```
class Group {
private:
    vector<Rectangle*> _rectangles;
    // vector-t választunk a megvalósításban, és
    // csak hivatkozásokat kezelünk
public:
    void insert(Rectangle* rec);
    // csak hivatkozásokat veszünk át
    void remove(Rectangle* rec);
    double area() const;
    double perimeter() const;
};
```

Objektumorientált tervezés

Objektumok közötti kapcsolatok

- A *kompozíció* (*composition*) egy speciális asszociáció, amely az objektumok szoros egymáshoz rendelését fejezi ki



- fizikai tartalmazást jelent, így nem lehet reflexív, vagy ciklikus
- a tartalmazott objektum életpályáját a tartalmazó felügyeli
 - a tartalmazó objektum megsemmisülésekor a tartalmazott is megsemmisül

Objektumorientált tervezés

Példa

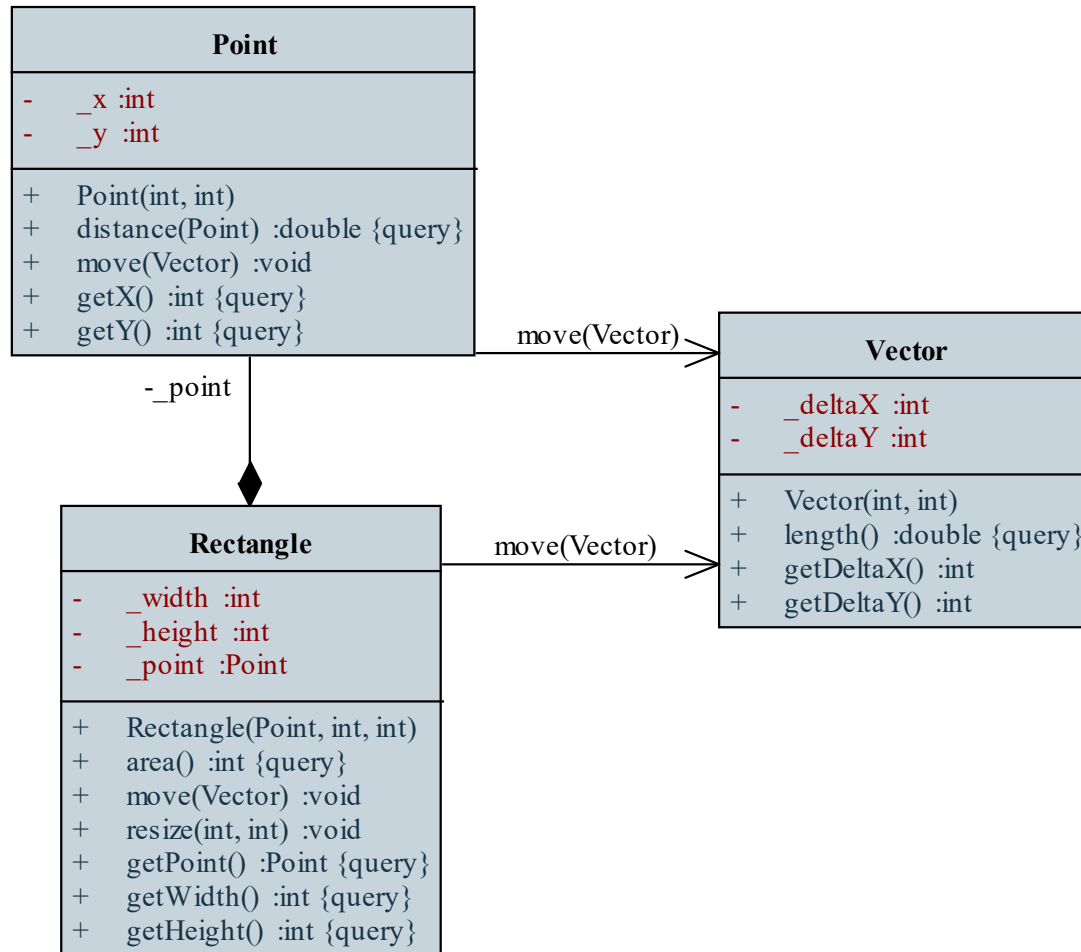
Feladat: Valósítsuk meg a 2D koordinátarendszerben ábrázolható téglalap (**Rectangle**) osztályt, amely párhuzamos/merőleges a koordinátatengelyre, lekérdezhető a területe, átméretezhető, illetve eltolható egy megadott vektorral.

- a téglalap műveletei a területlekérdezés (**area**), átméretezés (**resize(int, int)**) valamint az eltolás (**move**) lesznek, utóbbihoz szükséges a vektor típusa (**Vector**)
- a téglalap ábrázolható bal alsó sarok koordinátájával (**_point**), valamint két méretével (**_sizeX, _sizeY**), előbbihez szükséges a pont (**Point**) típusa
- a téglalap eltolásához igazából a bal alsó koordinátát kell eltolnunk

Objektumorientált tervezés

Példa

Tervezés:



Objektumorientált tervezés

Példa

Megoldás (rectangle.hpp):

```
#include "vector.hpp"  
#include "point.hpp"
```

```
class Rectangle { // téglalap osztály  
public:
```

```
    Rectangle(Point p, int x, int y);  
    void resize(int x, int y);  
    void move(Vector v);
```

```
    ...
```

```
private:
```

```
    Point _point;  
    int _sizeX;  
    int _sizeY;
```

```
};
```

Objektumorientált programozás

Érték inicializálás

- Amennyiben egy osztály mezőként szerepel egy másik osztályban, még a konstruktor lefutása előtt inicializálni kell
 - amennyiben van paraméter nélküli konstruktora, ez automatikusan megtörténik
 - amennyiben csak paraméteres konstruktora van, az inicializálást manuálisan (a paraméterek megadásával) kell elvégezni, a konstruktor törzse előtt, kettősponttal megadva a megfelelő paraméterezést:

```
<osztálynév>( <típus> <paraméter> ) :  
    <mezőnév>( <kezdőérték> ) ,  
    <mezőnév>( <kezdőérték> ) , ... {  
    ... // konstruktor törzse  
}
```

Objektumorientált programozás

Érték inicializálás

- Pl.:

```
class Rectangle { // téglalap osztály
```

```
...
```

```
    Rectangle(Point p, int x, int y);
```

```
};
```

```
...
```

```
Rectangle::Rectangle(Point p, int x, int y)
```

```
    : _point(p) // inicializálás
```

```
{
```

```
    _sizeX = x > 0 ? x : 0;
```

```
    // további kezdőértékek beállítása
```

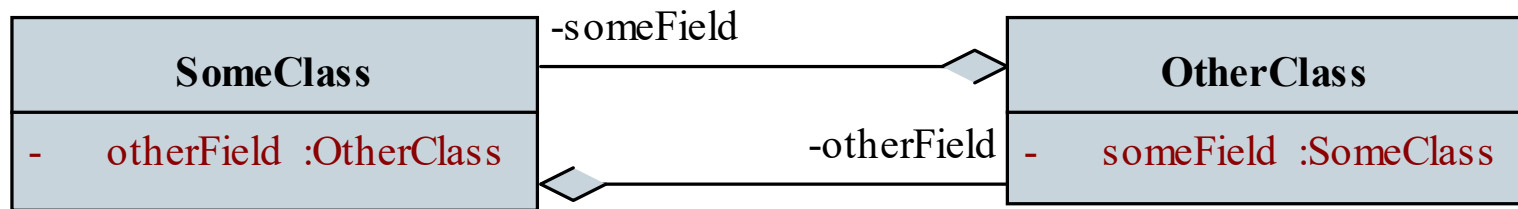
```
    _sizeY = y > 0 ? y : 0;
```

```
}
```

Objektumorientált programozás

Ciklikus aggregáció

- Az osztályok közötti kapcsolatok könnyen ciklikussá válhatnak
 - pl. két osztály kölcsönösen hivatkozhat egymásra, azaz aggregálhatja a másik osztály egy példányát



- Ez a megvalósításban azt eredményezné, hogy mindkét osztálynak ismernie kell a másikat
 - egy fájlban belül mindkettőnek meg kell előznie a másikat
 - külön fájlok esetén mindegyikbe kell hivatkozni (másolni) a másikat (`#include`)

Objektumorientált programozás

Osztálydeklarációk

- A ciklikus relációk feloldásáért osztálydeklarációkat kell alkalmaznunk, amely során csak az osztály nevét adjuk meg
 - ezzel jelöljük, hogy a megadott osztály létezik, de nem fedjük fel az interfészét (pl. konstruktor), így csak hivatkozást (referencia, mutató) adhatunk rá

- pl. (`someclass.hpp`):

```
class OtherClass; // osztály deklarációja
```

```
class SomeClass {
```

```
    ...
```

```
    OtherClass* otherField;
```

```
    // a deklarált osztály felhasználható lesz
```

```
};
```

Objektumorientált programozás

Osztálydeklarációk

- ahhoz, hogy a megvalósítást is elérjük, a teljes osztályt be kell töltenünk (`#include`), ám ezt elég csak a törzsfájlban megtennünk, így elkerülve a ciklikus hivatkozást
- pl. (`someclass.cpp`):
`#include "someclass.hpp"`
`#include "otherclass.hpp"`
`// itt már használható a teljes osztálydefiníció`

```
SomeClass::SomeClass()  
{  
    otherField = new OtherClass(...);  
    // már ismert az interfész, és benne a  
    // konstruktor  
}
```

Objektumorientált programozás

Példa

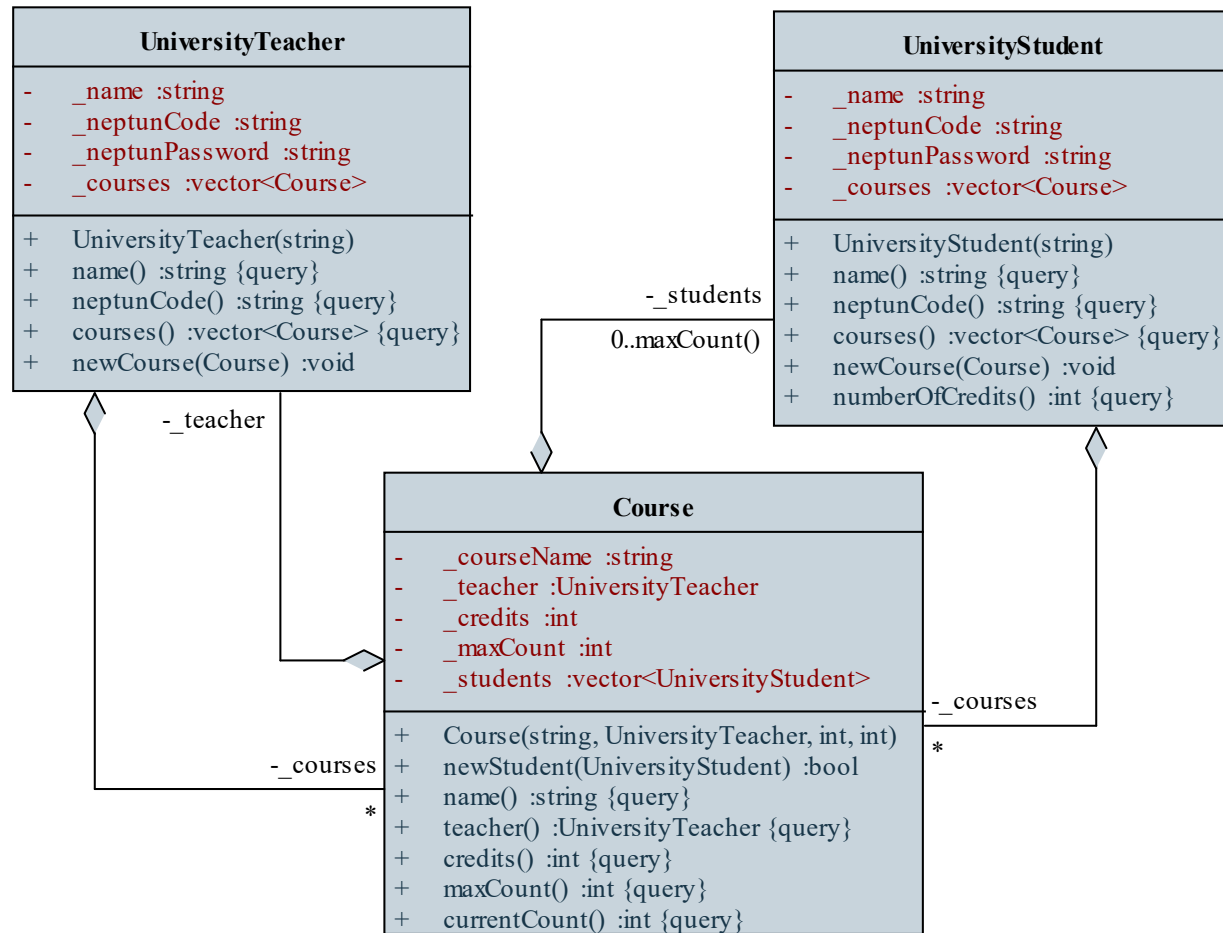
Feladat: Készítsünk egy programot, amelyben egyetemi oktatók, hallgatók és kurzusok adatait tudjuk tárolni.

- a hallgató (**UniversityStudent**) és az oktató (**UniversityTeacher**) rendelkezik névvel, Neptun kóddal és jelszóval, valamint kurzusokkal, a hallgató ezen felül kreditekkel
- a kurzus (**Course**) rendelkezik névvel, oktatóval, hallgatókkal, creditszámmal és maximális létszámmal
- a kurzus létrehozásakor megkapja az oktatót, amely szintén felveszi azt saját kurzusai közé, míg a hallgató felveheti a kurzust, amennyiben még van szabad hely (ekkor a kurzus megjelenik a hallgatónál, és a hallgató is a kurzusnál

Objektumorientált programozás

Példa

Tervezés:



Objektumorientált programozás

Példa

Megoldás (universityteacher.hpp):

```
#include <vector>
```

```
#include <string>
```

```
class Course;
```

```
    // osztályok deklarációja a ciklikus hivatkozás
```

```
    // elkerülése végett
```

```
class UniversityTeacher // oktató osztály
```

```
{
```

```
    ...
```

```
    std::vector<Course*> _courses;
```

```
    // mutatókat tárolunk
```

```
    ...
```

```
};
```

Objektumorientált programozás

Példa

Megoldás (universitystudent.cpp):

```
...  
void UniversityStudent::newCourse (Course* c) {  
    if (c->newStudent (this))  
        // ha a kurzus felveszi a hallgatót  
        _courses.push_back (c);  
        // csak akkor veheti fel a hallgató a  
        // kurzust  
}  
...
```