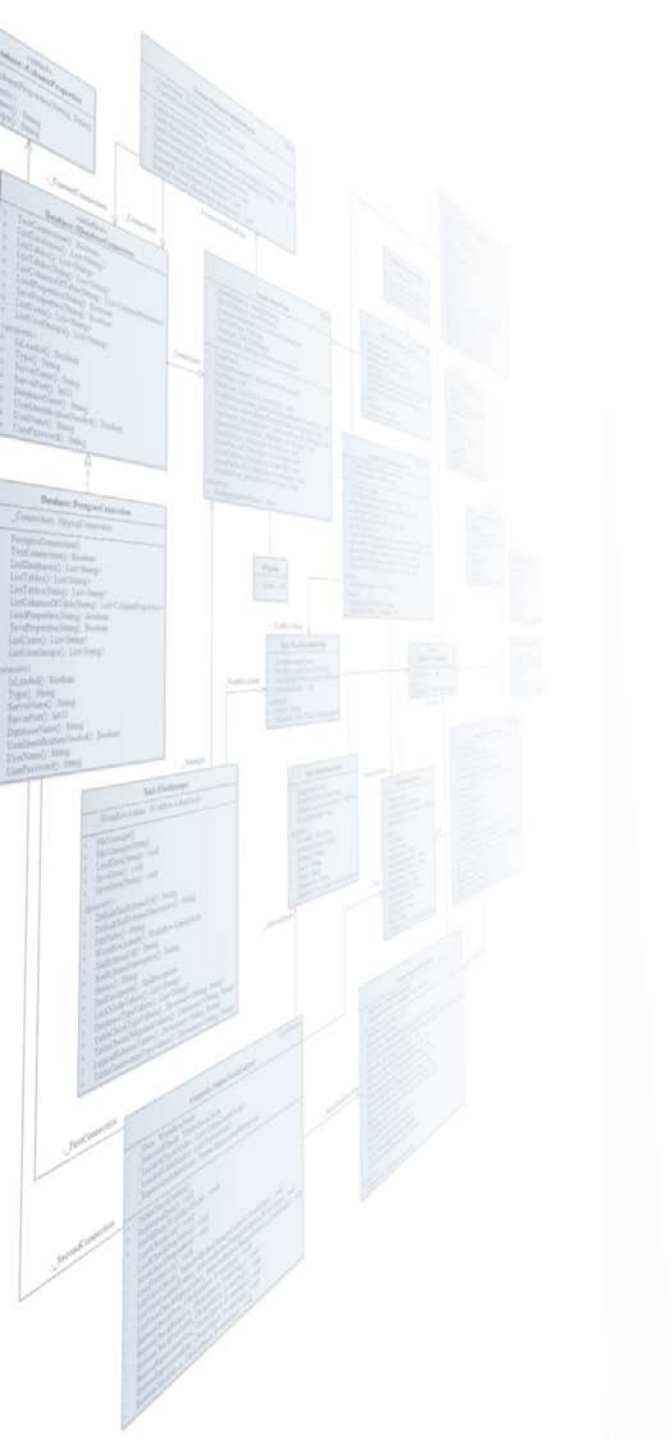


Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Információs Technológiai és Bionikai Kar

Bevezetés a Programozásba II

6. előadás

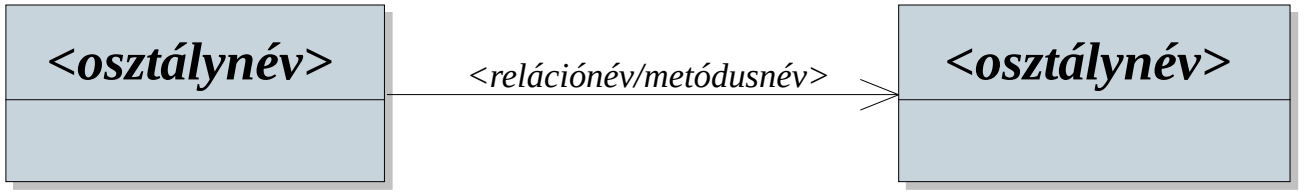
Objektumok kezelése és kapcsolatai

© 2014.03.17. Giachetta Roberto
groberto@inf.elte.hu
http://people.inf.elte.hu/groberto

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Objektumok közötti kapcsolatok

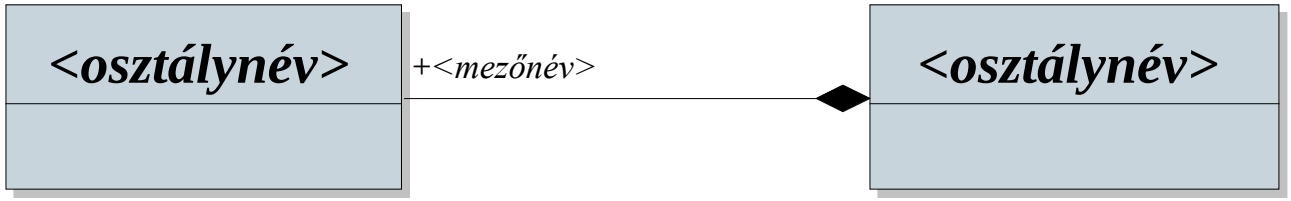
- *Objektum-orientált*nak nevezzük azt a programot, amely egymással kommunikáló objektumok összessége alkot
  - az objektumoknak típusa van, amely meghatározza viselkedési mintáját, ez az osztály
  - a programban számos objektum kaphat helyet, amelyek kapcsolatait relációkon keresztül adjuk meg
  - a legegyszerűbb kapcsolat az *egyszerű kommunikáció* (*asszociáció*)



Objektumok kezelése és kapcsolatai

Objektumok közötti kapcsolatok

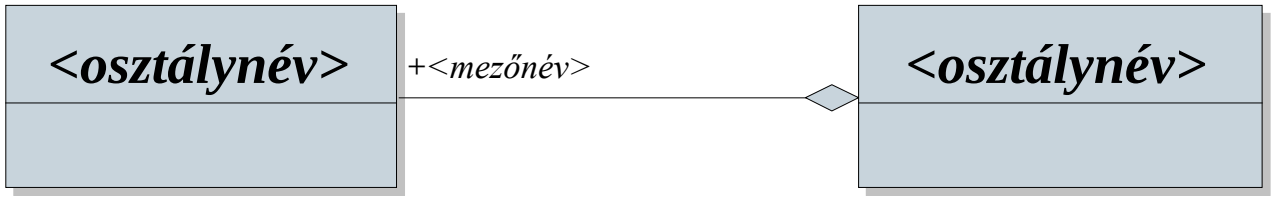
- Az asszociáció speciális esetei:
  - *tartalmazás* (*kompozíció*): az osztály egy példányát a másik osztály tartalmazza egy, vagy több mezőjében
    - az objektum élettartama megegyezik a tartalmazó objektum élettartamával, ezért mindig elérhetővé válik
    - Pl. egy racionális szám tartalmazza számlálóját, nevezőjét, egy téglalap tartalmazza a méreteit, vagy tartalmazhatja koordinátáit



Objektumok kezelése és kapcsolatai

Objektumok közötti kapcsolatok

- *hivatkozás* (*aggregáció*): az osztály egy, vagy több példánya meg van hivatkozva a másik osztály egy, vagy több mezőjében
  - pl. egy egyetemi hallgatóhoz tartozik egy kurzus, a kurzushoz pedig egy oktató, ám ezek egymástól függetlenül is kezelhetők, változtathatók
  - a tényleges objektum nincs benne, ezért az élettartama nem függ tőle, így nem garantált, hogy elérhető



Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Feladat: A téglalap rajzoló alkalmazásban elég könnyen be tudjuk tölteni a képernyőt téglalapokkal, ezért legyen lehetőség eltolni a téglalapokat egy megadott vektor segítségével.

- a vektort középső egérgomb kattintással rögzítjük a képernyő közepéhez képest történő elmozdulás függvényében
- a vektort új osztályként (**`Vector`**) felvesszük az alkalmazásba, a vektor a két irányú eltáolást (**`_deltaX`**, **`_deltaY`**) tárolja, lehetőséget adunk vektor kirajzolására (**`<<`**), valamint vektorok összeadására (**`+`**)
- a vektorral való eltolás igazából a téglalap bal felső sarkának eltolása, így célszerűen ezt is kiemeljük, és külön osztályba (**`Point`**) helyezzük

Objektumok kezelése és kapcsolatai

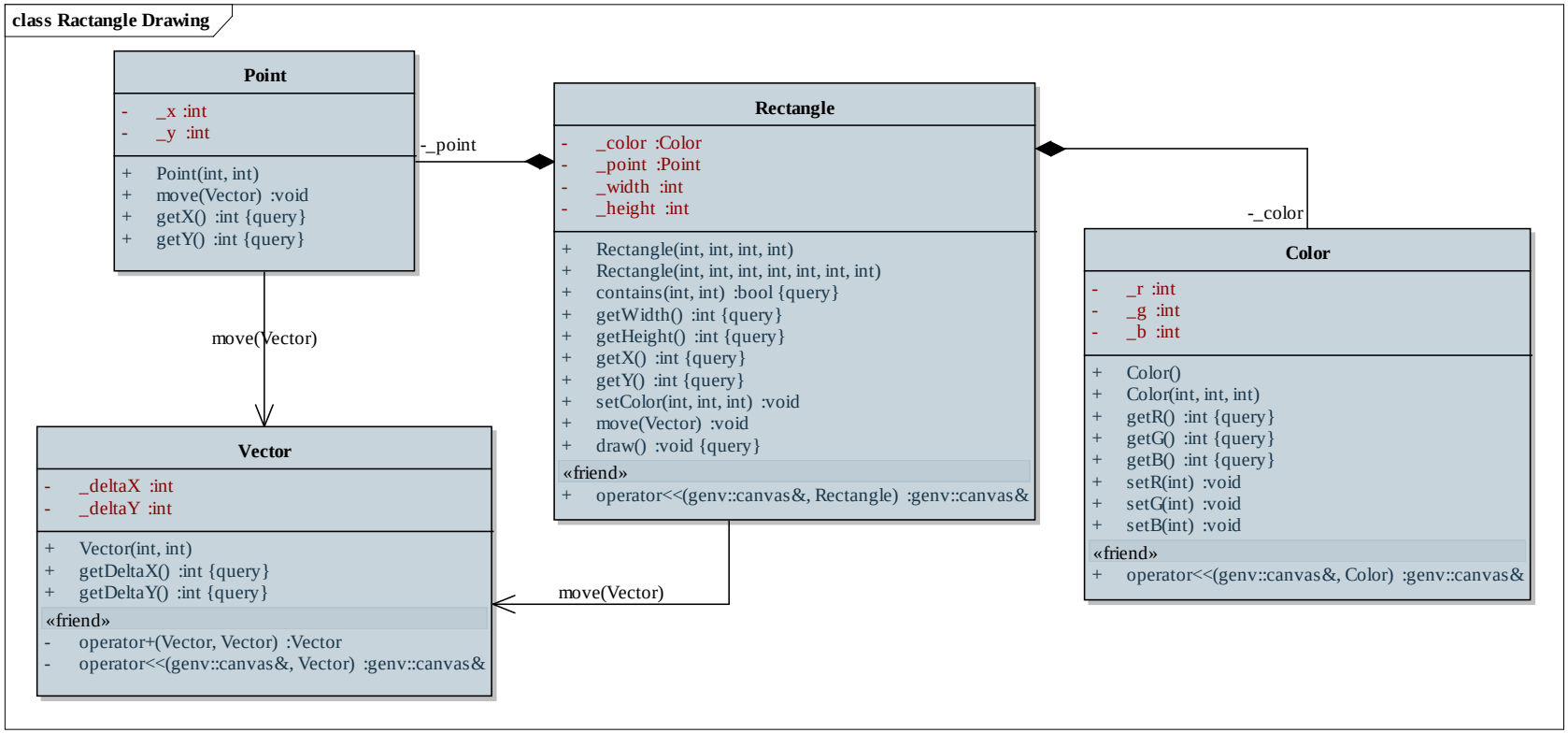
Példa

- így a pont és a téglalap (**`Rectangle`**) megkapja az eltolás műveletét (**`move`**)
- a főprogramban egy harmadik ágban kezeljük az eltolást, amely egy új, megfelelő méretű vektort vesz fel, és azzal eltolja az összes téglalapot
- mivel az eltolások így összegződnek, felvesszük egy összeg vektort is (**`sumVector`**), hogy ki tudjuk rajzolni az összesített eltolást
- az eltolás miatt egy fekete hátteret is kell rajzolnunk
- a pont, és a téglalap színe (**`Color`**) a téglalap mezői lesznek, azaz kompozíciós kapcsolat köti őket össze, míg a vektorral egyszerű asszociáció

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Tervezés:



Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Megoldás (`vector.hpp`*):*

```
class Vector { // vektor osztály
private:
   int _deltaX;
   int _deltaY;
public:
   Vector(int dX = 0, int dY = 0) { … }
   …
   friend Vector operator+(Vector v, Vector w);
      // két vektor összege
   friend genv::canvas& operator<<(genv::canvas&
          c, Vector v); // vektor kirajzolása
};
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

*Megoldás (**main.cpp**):*

```
…
case btn_middle: // középső kattintásra
   Vector v(ev.pos_x - 250, ev.pos_y - 250);
     // létrehozzuk az elmozdulás vektorát

   sumVector = sumVector + v;
      // hozzáadjuk az eddigi eltoláshoz

   for (int i = 0; i < recs.size(); i++)
      recs[i].move(v);
      // elmozgatjuk az összes téglalapot
   break;
…
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Objektumok élettartama

- Az objektumaink állapottal és *élettartam*mal rendelkeznek
  - az élettartam adja meg, mikor vehetjük igénybe az objektumot, és annak műveleteit
  - az objektum élettartama alatt a memóriában helyezkedik el
  - az élettartamot szeretnénk minél jobban testre szabni, hatékonysági (memóriatakarékosság) és kezelési (elérhetőség) szempontok miatt
- A procedurális programozásban a változóink kötött élettartammal rendelkeztek
  - a *globális változók* a program teljes futása alatt léteztek
  - a *lokális változók* csak egy adott programblokkon belül

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Memóriahely foglalás

- Az objektumok élettartamát alapvetően befolyásolja, milyen módon foglaljuk le számukra a memóriaterületet
- Memóriahelyeket kétféleképpen foglalhatunk le:
  - *automatikusan*: változó létrehozásakor lefoglalódik hozzá egy memóriahely is, létrehozását és törlését nem befolyásolhatjuk
    - ez történik lokális és globális változók létrehozásakor
    - pl.:

```
{
    double d; // itt létrejön a változó
    …
} // itt megsemmisül
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Memóriahely foglalás

- *manuálisan* (*dinamikusan*): lehetőségünk van explicit megadni a kódban, hogy lefoglalunk egy a memóriahelyet
  - ehhez a **`new`** operátort használjuk, és meg kell adnunk a típusát is, pl. **`new double;`**
  - a létrehozás visszaad egy memóriacímet, amelyet a helyfoglalás megkapott (illetve annak az első bájtját)
  - az így létrehozott változót nem közvetlenül használjuk, hanem a memóriacímén keresztül, amelyet külön változóba helyezünk, ez a *mutató* (*pointer*), pl.: **`double* d = new double;`**
  - a lefoglalt memóriaterületet bármikor törölhetjük a **`delete`** operátorral, függetlenül a programblokk végétől, pl.: **`delete d;`**

Objektumok kezelése és kapcsolatai

A mutatók

- A *mutató* tehát egy speciális változótípus, amely memóriacímet tárol értékként
  - létrehozásával egy új adatot viszünk a memóriába, amely másik adat memóriacímét tartalmazza
  - lényegében a *referencia* (`&`) általánosítása
  - a mutatókat `*` jelöli a létrehozáskor, egy már létező változóra, vagy egy újonnan, manuálisan lefoglalt memóriaterületre állíthatjuk rá
  - később ismét a `*` segítségével érhetjük a mutató mögötti adatot, pl.: `*d = 1.0;`
  - önmagában kevés területet foglal (32, vagy 64 bit)

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Dinamikus memóriafoglalás

- Pl.:

```
double *d;
   // létrejön a mutató, a tényleges valós érték
   // még nem
{
   d = new double; // létrejön az érték is
   *d = 1.0; // értéket adunk a változónak
} // a változó itt nem semmisül meg

cout << *d << endl;
*d = 2.0;
   // ugyanúgy elérhetjük és felhasználhatjuk az
   // értéket
delete d; // manuálisan megsemmisítjük az értéket
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Dinamikus memóriafoglalás

- Minden **`new`** operátornak kell rendelkeznie egy **`delete`** párral, azaz a dinamikusan létrehozott változókat törölni is kell
  - a nem törölt változók használatuk után is foglalják a memóriát, bár már nincs mutató rájuk állítva, az ilyen területeket nevezzük *memóriaszemét*nek, pl.:

```
double *d = new double;
// dinamikusan lefoglaltuk a memóriaterületet
d = new double;
// ekkor az előző terület memóriaszemét lesz
```

  - sosem a mutatót, csak a dinamikusan lefoglalt területet töröljük, így ha több mutató hivatkozik ugyanarra a területre, elég egyszer elvégeznünk a törlést

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Dinamikus memóriafoglalás

- Bármilyen osztályt kezelhetünk dinamikusan:
  `<típusnév> *<mutatónév> = new <típusnév>;`
  `delete <mutatónév>;`
  - amennyiben a saját típusunk konstruktorparaméterekkel rendelkezik, azokat meg kell adnunk a létrehozáskor:
    `<mutatónév> = new <típusnév>(<paraméterek>);`
- Továbbra is lehetőségünk van hivatkozni a típusunk adattagjaira **`(*<mutatónév>).<tagnév>`** formában
  - a zárójel az operátor precedencia miatt kell
  - mivel ez elég összetett jelölés, lehet egyszerűsíteni a **`->`** operátorral: **`<mutatónév>-><tagnév>`**

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Aggregációk megvalósítása

- Amennyiben aggregációs kapcsolatot valósítunk meg a modellben (és nem kompozícióst), az adatokat csak hivatkozáson (mutatón, vagy referencián) keresztül kezelhetjük, így
  - nem készül belőle másolat
  - nem semmisül meg a tartalmazó objektum megsemmisülésével
- Pl.:

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Aggregációk megvalósítása

- Pl.:

```
class MyType { // egyik osztály
   …
};
…
class MyOtherType{ // másik osztály
   MyType* myType; // csak egy mutató tárolunk el
};
…
MyType* t = new MyType;
MyOtherType o;
o.myType = t;
   // nem másoljuk le az objektumot, csak
   // hivatkozást állítunk rá
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

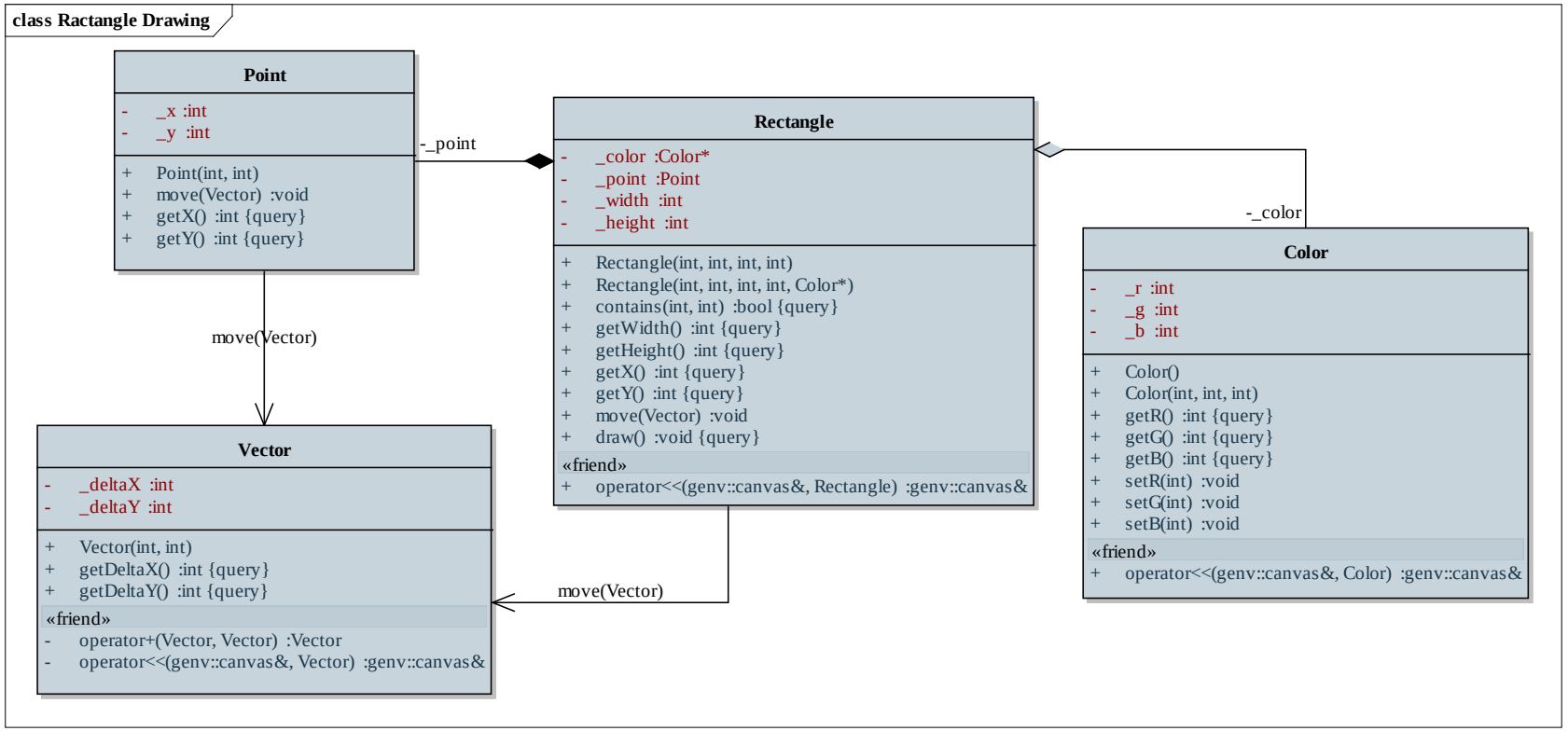
Feladat: Módosítsuk a téglalap rajzoló alkalmazást úgy, hogy minden színt egyszerre cseréljük, ne csak egy adott téglalapét.

- egy ciklussal végigmehetünk az összes téglalapon, és egyenként kicserélhetjük, vagy
- elég egy színt változtatnunk, amelynek csak a hivatkozását (mutatóját) adjuk át a téglalapoknak, így ha egy értéket megváltoztatunk, az összes téglalap ezt látja
- ehhez dinamikusan létre kell hoznunk egy színt a főprogramban (**`color`**), amelyet a bezárás előtt törlünk is
- nem csak a téglalapoknak, de a háttérnek is van színe, így azt is létre kell hoznunk (**`black`**), és fel kell használnunk

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Tervezés:



Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Megoldás (`main.cpp`*):*

```
Color* color = new Color(255, 0, 0);
…
case btn_left:
   recs.push_back(Rectangle(ev.pos_x - 50,
      ev.pos_y - 50, 100, 100, color));
      // a színnek csak a hivatkozását adjuk át
   break;
case btn_right:
   color->setR(rand() % 256);
   color->setG(rand() % 256);
   color->setB(rand() % 256);
      // csak egy színt kell beállítanunk
…
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

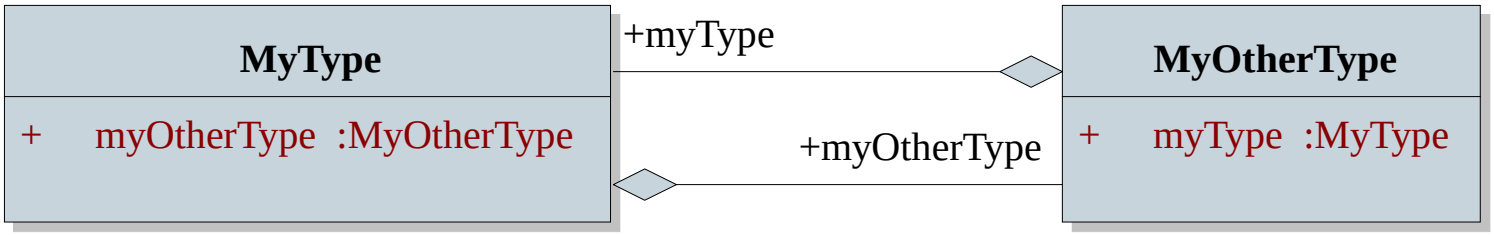
Feladat: Módosítsuk a téglalap rajzoló alkalmazást úgy, hogy alapból három különböző színben (piros, fehér, zöld) jelenjenek meg a téglalapok, és egy adott téglalapra történő kattintás az összes ugyanolyan színűt cserélje le.

- egy vektorban (**`colors`**) eltároljuk a három lehetséges színt (mutatók segítségével), amelyek közül egy újonnan létrehozott téglalapnak mindig a megfelelőt adjuk át
- jobb kattintásra ismét megkeressük a megfelelő téglalapot, majd a hozzá tartozó színt módosítjuk, így az összes téglalap át fog színeződni
- a főprogram végén a vektor valamennyi elemét töröljük (a háttérszín mellett)

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Körbehivatkozások

- Az osztályok közötti kapcsolatok könnyen azt eredményezhetik, hogy két osztály kölcsönösen hivatkozik egymásra, pl.:



- Ez a megvalósításban azt jelentené, hogy mindekét osztálynak ismernie kell a másikat, az **`#include`** direktíva segítségével, ez azonban *körbehivatkozás*t eredményezne, ami nem engedélyezett

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Osztálydeklarációk

- A körbehivatkozások feloldásáért osztálydeklarációkat kell alkalmaznunk, ekkor csak az osztály nevét adjuk meg előre a fejlécfájlban
  - pl.:

```
// mytype.hpp:
class MyOtherType; // osztály deklarációja
class MyType { // egyik osztály
   …
   MyOtherType* otherType;
   // már felhasználható az osztály
};
```

  - ekkor nem használhatóak a tagjai, csak a típus meglétét biztosítja a deklaráció

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Osztálydeklarációk

- ha szükséges, a forrásfájlban megadható a teljes osztály az **`#include`** direktívával, így kikerülve a körbehivatkozást
- pl.:

```
// mytype.cpp:
#include "myothertype.hpp"
// itt már definiálhatjuk az osztályt
…

// myothertype.hpp:
#include "myothertype.hpp"
// itt meghagyhatjuk a direktívát

class MyOtherType { … };
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

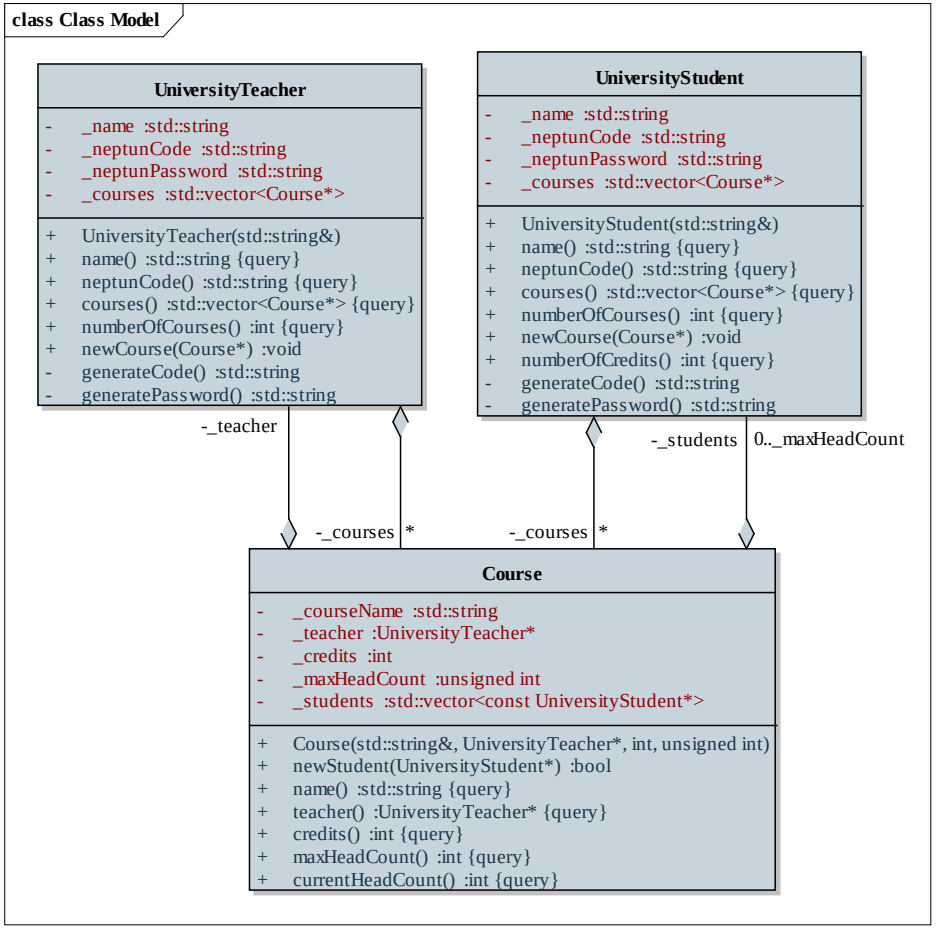
Feladat: Valósítsunk meg egyetemi hallgatókat, oktatókat, valamint kurzusokat modellező osztályszerkezetet.

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

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Tervezés:



Objektumok kezelése és kapcsolatai

Példa

Megoldás (`universityteacher.hpp`*):*

```
#include <vector>
#include <string>

class Course;
   // osztályok deklarálása a körbehivatkozás
   // elkerülése végett

class UniversityTeacher // oktató osztály
{
   …
   std::vector<Course*> _courses;
   // mutatókat tárolunk
   …
};
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

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
}
…
```

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Memóriaterületek

- A programok a használat szempontjából három területet különböztetnek meg:
  - *globális terület* (*global*): konstansok és globális változók, amelyek a program futása során mindig jelen vannak
  - *verem* (*stack*): a lokális változók, amelyeket automatikusan hoztunk létre
    - működésében olyan, mint egy verem, mert mindig az utolsó blokkban létrehozott változó törlődik elsőként a blokk végeztével
  - *kupac* (*heap*): a manuálisan lefoglalható memóriaterület, általában a legnagyobb részét képezi a szegmensnek
    - a tömbök és szövegek is ide kerülnek

Objektumok kezelése és kapcsolatai

Memóriaterületek

- Az objektumorientált programok adataikat jórészt a *heap* memóriaterületen tárolják
  - így jobban személyre szabható az objektumok élettartama
  - C++-ban erre a mutatók és a dinamikus memóriaterület foglalás ad lehetőséget, más nyelvekben is hasonló megoldást alkalmaznak (a háttér minden esetben ugyanaz)
  - egyes programozási nyelvek (pl. Java) eleve csak a heapen tárolt objektumok használatát engedélyezik
  - amely objektumra elfogytak a hivatkozások (mutatók), törölhető, hiszen a későbbiekben úgyse hasznosítható, ennek automatikus megvalósítása a *szemétgyűjtés* (pl. Java)