Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

Alkalmazott modul: Programozás

11. előadás

Objektumorientált programozás: öröklődés

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

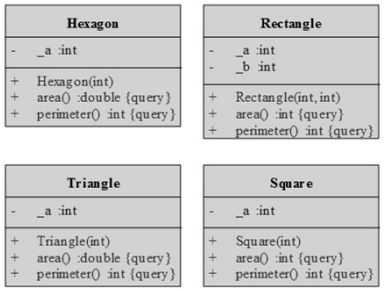
Öröklődés
Példa

Feladat: Készítsünk egy programot, amelyben különböző geometriai alakzatokat hozhatunk létre (háromszög, négyzet, téglalap, szabályos hatszög), és lekérdezhetjük a területüket, illetve kerületüket.

- a négy alakzatot négy osztály segítségével ábrázoljuk (`Triangle`, `Square`, `Rectangle`, `Hexagon`)
- a háromszöget, négyzetet, hatszöget egy egész számmal reprezentáljuk (`_a`), a téglalapot két számmal (`_a`, `_b`)
- mindegyik osztálynak biztosítunk lekérdező műveleteket a területre (`area`) és a kerületre (`perimeter`)

Öröklődés
Példa

Tervezés:

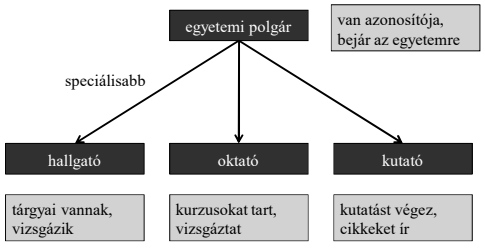


Öröklődés
Kódismétlődés objektum-orientált szerkezetben

- Az objektum-orientált programokban a különböző osztályok felépítése, viselkedése megegyezhet
  - ez *kódismétlődés*hez vezet, és rontja a kódminőséget
- Hasonlóan procedurális programozás esetén is előfordulhat kódismétlődés, amely alprogramok bevezetésével kiküszöbölhető
  - objektumorientált programok esetén a működés szorosan összekötött az adatokkal
  - így csak együttesen emelhetőek ki, létrehozva ezzel egy új, *általánosabb* osztályt, amelyet össze kell kapcsolnunk a jelenlegi, *speciálisabb* osztállyal

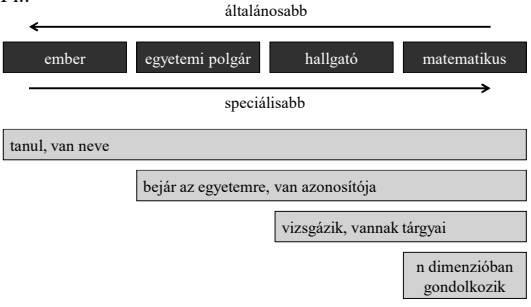
Öröklődés
Általánosítás és specializáció

- Pl.:



Öröklődés
Általánosítás és specializáció

- Pl.:



Öröklődés
Általánosítás és specializáció

- Az általánosabb, illetve speciálisabb osztályok között fennálló kapcsolatot nevezzük *általánosítás*nak (*generalization*)

  - a speciális átveszi az általános összes jellemzőjét (tagok, kapcsolatok), amelyeket tetszőlegesen kibővíthet, vagy újrafogalmazhat
  - az ellentétes irányú relációt nevezzük *specializáció*nak (*specialization*)
  - az általános osztályt *ős*nek (*base*, *superclass*), a speciális osztályt *leszármazott*nak (*descendant*, *subclass*) nevezzük

Öröklődés
Megvalósítása

- Az általánosítást a programozási nyelvekben az *öröklődés* (*inheritance*) technikájával valósítjuk meg, amely lehet
  - *specifikációs*: csak az általános absztrakt jellemezőit (interfészét) veszi át a speciális
  - *implementációs*: az osztály absztrakt és konkrét jellemzőit (interfészét és implementációját) veszi át a speciális
- Öröklődés C++ nyelven:

```
class <osztálynév> : <láthatóság> <ősosztály>
{
   <kiegészítések>
};
```


Öröklődés
Megvalósítása

- Pl.:

```
class Superclass // általános osztály
{
public:
   int value; // mező
   Superclass() { value = 1; } // konstruktor
   void setValue(int v) { value = v; }
   int getValue() { return value; } // metódusok
};

Superclass super; // osztály példányosítása
cout << super.value; // 1
super.setValue(5);
cout << super.value; // 5
```


Öröklődés
Megvalósítása

- Pl.:

```
class Subclass : public Superclass
   // speciális osztály, amely megkapja a value,
   // setValue(int), getValue() tagokat
{
public:
   int otherValue;
   Subclass() {
      value = 2; // használhatjuk az örökölt mezőt
      otherValue = 3;
   }
   void setOtherValue(int v) { otherValue = v; }
   int getOtherValue() { return otherValue; }
};
```


Öröklődés
Megvalósítása

- Pl.:

```
Subclass sub; // leszármazott példányosítása

// elérhetjük az örökölt tagokat:
cout << sub.value; // 2
sub.setValue(5);
cout << sub.value; // 5

// elérhetjük az új tagokat:
cout << sub.otherValue; // 3
sub.setOtherValue(4);
cout << sub.getOtherValue(); // 4
```


Öröklődés
Láthatóság

- A tagok láthatósága az öröklődés során is szerepet játszik
  - a látható (*public*) tagok elérhetőek lesznek a leszármazottban, a rejtett (*private*) tagok azonban közvetlenül nem
  - ugyanakkor a rejtett tagok is öröklődnek, és közvetetten (örökölt látható műveleteken keresztül) elérhetőek
  - sokszor hasznos, ha a leszármazott osztály közvetlenül elérheti a rejtett tartalmat, ezért bevezetünk egy harmadik, védett (*protected*) láthatóságot
    - az osztályban és leszármazottaiban látható, kívül nem
    - az osztálydiagramban **#** jelöli

Öröklődés
Láthatóság

- Pl.:

```
class Superclass {
private:
   int value; // rejtett mező
public:
   Superclass() { value = 1; }
   void setValue(int v) { value = v; }
   int getValue() { return value; }
};

Superclass super;
cout << super.getValue(); // 1
super.setValue(5);
cout << super.getValue(); // 5
```


Öröklődés
Láthatóság

- Pl.:

```
class Subclass : public Superclass {
   // a value már nem látszódik, de öröklődik
private:
   int otherValue;
public:
   Subclass() {
      setValue(2);
         // nem látja a value mezőt, de
         // közvetetten használhatja
      otherValue = 3;
   }
   …
};
```


Öröklődés
Láthatóság

- Pl.:

```
Subclass sub; // leszármazott példányosítása

// elérhetjük az örökölt tagokat:
cout << sub.getValue(); // 2
sub.setValue(5);
cout << sub.getValue(); // 5

// elérhetjük az új tagokat:
cout << sub.getOtherValue(); // 3
sub.setOtherValue(4);
cout << sub.getOtherValue(); // 4
```


Öröklődés
Láthatóság

- Pl.:

```
class Superclass {
protected:
   int value; // védett mező
public:
   Superclass() { value = 1; }
   void setValue(int v) { value = v; }
   int getValue() { return value; }
};

Superclass sup;
cout << sup.getValue(); // 1
sup.setValue(5);
cout << sup.getValue(); // 5
```


Öröklődés
Láthatóság

- Pl.:

```
class Subclass : public Superclass {
   // minden elérhető lesz az ősből
private:
   int otherValue;
public:
   Subclass() {
      value = 2; // használhatjuk az örökölt mezőt
      otherValue = 3;
   }
   …
};
```

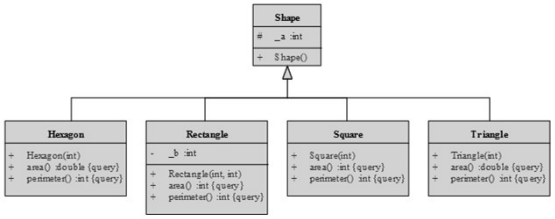

Öröklődés
Példa

Feladat: Készítsünk egy programot, amelyben különböző geometriai alakzatokat hozhatunk létre (háromszög, négyzet, téglalap, szabályos hatszög), és lekérdezhetjük a területüket, illetve kerületüket.

- javítsunk a korábbi megoldáson öröklődés segítségével
- kiemelünk egy általános alakzat osztályt (`Shape`), amelybe helyezzük a közös adatot (`_a`), ennek védett (`protected`) láthatóságot adunk
- a többi osztályban csak az öröklődést jelezzük, a működés nem változik (továbbra is a konstruktorok állítják be `_a` értékét)

Öröklődés
Példa

Tervezés:



Öröklődés
Tagok elrejtése és elérése

- Öröklődés során lehetőségünk van a viselkedés újrafogalmazására
  - a leszármazottban az ősével megegyező szintaktikájú metódusok *elrejtik,* vagy *felüldefiniálják* az örökölt metódusokat
  - lehetőségünk van explicit hivatkozni az ős bármely látható tulajdonságára az ***<ős osztály>*::** előtaggal
- Pl.:

```
class SuperClass {
   …
   void getDefaultValue() { return 1; }
};
```


Öröklődés
Tulajdonságok elrejtése és elérése

```
class SubClass : public SuperClass {
   …
   void getDefaultValue() { return 2; }
      // elrejtő metódus
   void getDefaultSuperValue() {
      return SuperClass::getDefaultValue();
   } // ős metódusának meghívása
};
…
SuperClass sup;
cout << sup.getDefaultValue(); // kiírja: 1
SubClass sub;
cout << sub.getDefaultValue(); // kiírja: 2
cout << sub.getDefaultSuperValue(); // kiírja: 1
```


Öröklődés
A konstruktor és destruktor öröklődése

- A konstruktor automatikusan öröklődik
  - a paraméter nélküli konstruktor automatikusan (implicit módon) meghívódik amikor a leszármazottból létrehozunk egy példányt
    - elsőként az ős konstruktora hajtódik végre, azután a leszármazott konstruktora
  - lehetőségünk van az ős konstruktorának explicit meghívására is ***<osztálynév> <konstruktor>* : *<ős konstruktornév>*(*<átadott paraméterek>*)** formában
  - paraméteres konstruktorokra csak az explicit hívás használható

Öröklődés
Konstruktor és destruktor

- A destruktor automatikusan öröklődik és minden ős destruktor meghívódik a leszármazott destruktor meghívásakor
  - elsőként a leszármazott, majd az ős destruktora
- Pl.:

```
class FirstClass {
public:
   FirstClass() { cout << "1 start" << endl; }
   ~FirstClass() { cout << "1 stop" << endl; }
};

class SecondClass : public FirstClass {
public:
```


Öröklődés
Konstruktor és destruktor

```
   SecondClass() { cout << "2 start" << endl; }
   ~SecondClass() { cout << "2 stop" << endl; }
};

int main(){
   SecondClass second; // konstruktor hívás
   return 0;
} // destruktor hívás

/* eredmény:
1 start
2 start
2 stop
1 stop */
```

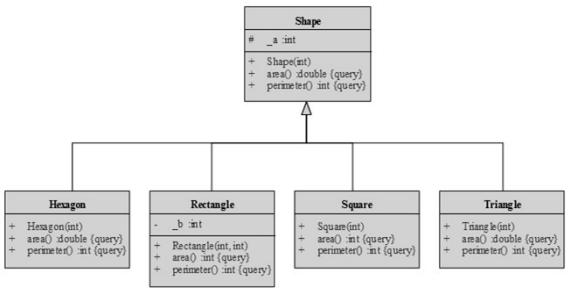
Öröklődés
Példa

Feladat: Készítsünk egy programot, amelyben különböző geometriai alakzatokat hozhatunk létre (háromszög, négyzet, téglalap, szabályos hatszög), és lekérdezhetjük a területüket, illetve kerületüket.

- javítsunk a korábbi megoldáson azzal, hogy az ős (`Shape`) konstruktorára bízzuk a mező (`_a`) inicializálását
- adhatunk az ősben műveleteket a terület és a kerület lekérdezésére, de ezeket a leszármazottban elrejtjük
- a leszármazott osztályok konstruktorai csak meghívják az ős konstruktorát, és tovább adják a kapott paramétert

Öröklődés
Példa

Tervezés:



Öröklődés
Polimorfizmus

- Mivel a leszármazott példányosításakor egyúttal az ősből is létrehozunk egy példányt, a keletkezett objektum példánya lesz mindkét típusnak
  - a leszármazott objektum bárhova behelyettesíthető lesz, ahol az ős egy példányát használjuk
- Ezt a jelenséget (*altípusos*) *polimorfizmus*nak (*polymorphism*, *subtyping*), vagy *többalakúság*nak nevezzük
  - pl. a `Subclass sub;` utasítással egyúttal a `Superclass` példányát is elkészítjük
  - öröklődés nélkül is fennállhat dinamikus típusrendszerű programozási nyelvekben (ez a *strukturális polimorfizmus*)

Öröklődés
Polimorfizmus

- A programozási nyelvek az objektumokat általában dinamikusan kezelik (referencián, vagy mutatón keresztül)
  - pl.:

```
Subclass* sub = new Subclass();
cout << sub->getValue(); // 2
```

- A polimorfizmus lehetővé teszi, hogy a dinamikusan létrehozott objektumra hivatkozzunk az ősosztály segítségével
  - pl.:

```
Superclass* sub = new Subclass();
   // a mutató az ősosztályé, de ténylegesen
   // a leszármazott objektummal dolgozunk
cout << sub->getValue(); // 2
```


Öröklődés
Polimorfizmus

- A dinamikusan létrehozott objektumot így két típussal rendelkeznek:
  - a hivatkozás osztálya az objektum *statikus típusa*, ezt értelmezi a fordítóprogram, ennek megfelelő tagokat hívhatunk meg
  - a példányosított osztály a változó *dinamikus típusa*, futás közben az annak megfelelő viselkedést végzi
- Pl.:

```
Superclass* s1 = new Subclass();
   // s1 statikus típusa Superclass,
   // dinamikus típusa Subclass
Superclass* s2 = new Superclass(); // itt egyeznek
```


Öröklődés
Polimorfizmus

- A dinamikus típus futás közben változtatható, mivel az ős típusú hivatkozásra tetszőleges leszármazott példányosítható
  - pl.:

```
Superclass* sup = new Superclass();
cout << sup->getValue(); // 1
delete sup;
sup = new Subclass();
cout << sup->getValue(); // 2
```

- ugyanakkor a statikus típusra korlátozott az elérhető tagok köre, pl.:

```
cout << sup->getOtherValue();
   // fordítási hiba, a statikus típusnak nincs
   // getOtherValue() művelete
```

Öröklődés
Polimorfizmus

- A dinamikus típus műveleteinek elérésére típuskonverziót használhatunk a `dynamic_cast<típus>(<mutató>)` utasítás segítségével
  - helytelen konverzió esetén `NULL` mutatót ad vissza
  - pl.:

```
Superclass* sup = new Subclass();
if (dynamic_cast<Subclass*>(sup)) {
   // ha konvertálható az adott típusra
   Subclass *sub = dynamic_cast<Subclass*>(sup);
      // elvégezzük a konverziót
   sub->getOtherValue();
      // így már futtatható a művelet
}
```


Öröklődés
Polimorfizmus

- A polimorfizmus azt is lehetővé teszi, hogy egy gyűjteményben különböző típusú elemeket tároljunk
  - az gyűjtemény elemtípusa az ős hivatkozása lesz, és az elemek dinamikus típusát tetszőlegesen váltogathatjuk
- Pl.:

```
Superclass* array[3];
array[0] = new Superclass();
array[1] = new Subclass();
array[2] = new Subclass();

for (int i = 0; i < 3; i++)
   cout << array[i]->getValue(); // 1 2 2
```


Öröklődés
Dinamikus kötés

- Dinamikus példányosítást használva a program a dinamikus típusnak megfelelő viselkedést rendeli hozzá az objektumhoz futási idő alatt, ezt *dinamikus kötés*nek (*dynamic binding*) nevezzük
  - tehát amennyiben *felüldefiniálunk* (*override*) egy műveletet, a dinamikus típusnak megfelelő végrehajtás fog lefutni
  - ehhez azonban a műveletnek engedélyeznie kell a felüldefiniálást, ekkor beszélünk *virtuális* (*virtual*) műveletről
    - virtuális műveletet a `virtual` kulcsszóval hozható létre
    - a konstruktor sohasem lehet virtuális

Öröklődés
Dinamikus kötés

- a nem virtuális műveletek a *lezárt*, vagy *véglegesített* (*sealed*) műveletek
  - lezárt műveletet csak elrejteni lehet, amely esetben a statikus típus szerint hajtódik végre a művelet
  - alapesetben a műveletek lezártak
- Pl.:

```
class Superclass {
   …
   virtual void getValue() { return value; }
      // virtuális metódus
   void getDefaultValue() { return 1; }
      // véglegesített metódus
};
```


Öröklődés
Dinamikus kötés

```
class Subclass : public Superclass {
   …
   void getValue() { return otherValue; }
      // felüldefináló metódus
   void getDefaultValue() { return 2; }
      // elrejtő metódus
};
…
Superclass *sup = new Superclass();
cout << sup->getValue(); // 1
cout << sup->getDefaultValue(); // 1
sup = new Subclass();
cout << sup->getValue(); // 3
cout << sup->getDefaultValue(); // 1
```

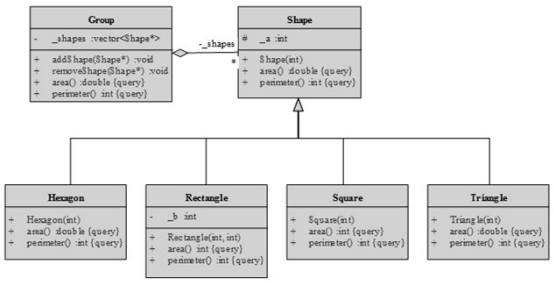

Öröklődés
Dinamikus kötés

Feladat: Készítsünk egy programot, amelyben különböző geometriai alakzatokat hozhatunk létre (háromszög, négyzet, téglalap, szabályos hatszög), és lekérdezhetjük a területüket, illetve kerületüket. Az alakzatokat csoportosíthatjuk is.

- az ősben a terület (`area`), illetve kerület (`perimeter`) lekérdezés metódusait virtuálissá változtatjuk, így már felüldefiniáljuk őket a leszármazottban
- létrehozzuk az alakzatok csoportját (`Group`), amelybe behelyezzük az alakzatok gyűjteményét, polimorfizmus segítségével
- lekérdezhetjük a csoportba lévő elemek összterületét és összkerületét

Öröklődés
Dinamikus kötés

Tervezés:



Öröklődés
Virtuális destruktor

- A destruktor meghívása a többi metódushoz hasonlóan történik
  - amennyiben véglegesített, akkor a statikus típus szerinti destruktor hívódik meg
    - vagyis előfordulhat, hogy a leszármazott dinamikus típusban létrehozott dinamikus elemek nem törlődnek a memóriából
  - amennyiben virtuális, akkor a dinamikus típus szerinti destruktor hívódik meg
  - célszerű a destruktort minden osztályban virtuálisnak megadni, így az objektumot megsemmisítésével soha nem adódik probléma

Öröklődés
Virtuális destruktor

- Pl.:

```
class FirstClass {
public:
   FirstClass() { cout << "1 start" << endl; }
   ~FirstClass() { // véglegesített destruktor
      cout << "1 stop" << endl;
   }
};

class SecondClass : public FirstClass {
public:
   SecondClass() { cout << "2 start" << endl; }
   ~SecondClass() { cout << "2 stop" << endl; }
};
```


Öröklődés
Virtuális destruktor

```
int main(){
   FirstClass* first = new SecondClass();
      // konstruktor hívás
   delete first;
      // destruktor hívás
      // (a FirstClass destruktorára)
   return 0;
}

/* eredmény:
1 start
2 start
1 stop */
```


Öröklődés
Virtuális destruktor

- Pl.:

```
class FirstClass {
public:
   FirstClass() { cout << "1 start" << endl; }
   virtual ~FirstClass() { // virtuális destruktor
      cout << "1 stop" << endl;
   }
};

class SecondClass : public FirstClass {
public:
   SecondClass() { cout << "2 start" << endl; }
   ~SecondClass() { cout << "2 stop" << endl; }
};
```


Öröklődés
Virtuális destruktor

```
int main(){
   FirstClass* first = new SecondClass();
      // konstruktor hívás
   delete first;
      // destruktor hívás
      // (a SecondClass destruktorára)
   return 0;
}

/* eredmény:
1 start
2 start
2 stop
1 stop */
```

Öröklődés
Absztrakt osztályok

- Amennyiben egy ősosztály olyan általános viselkedéssel rendelkezik, amelyet konkrétan nem tudunk alkalmazni, vagy általánosságban nem tudunk jól definiálni, akkor megtilthatjuk az osztály példányosítását
- A nem példányosítható osztályt *absztrakt osztály*nak (*abstract class*) nevezzük
  - a diagramban dőlt betűvel jelöljük
  - csak statikus típusként szerepelhetnek
  - absztrakt osztályban létrehozható olyan művelet, amelynek nincs megvalósítása, csak szintaxisa (ezt `=0` jelöli), ezek az *absztrakt*, vagy *tisztán virtuális* műveletek

Öröklődés
Absztrakt osztályok

  - a leszármazottak *megvalósítják* (*realize*) az absztrakt műveletet (vagy szintén absztrakt osztályok lesznek)
  - absztrakt osztály létrehozható a konstruktor elrejtésével, vagy absztrakt művelet definiálásával
- Pl.:

```
class Superclass { // absztrakt osztály
  …
  virtual void getValue() =0; // absztrakt metódus
};
Superclass *sup = new Subclass();
cout << sup.getValue(); // 3
sup = new Superclass(); // fordítási hiba
```

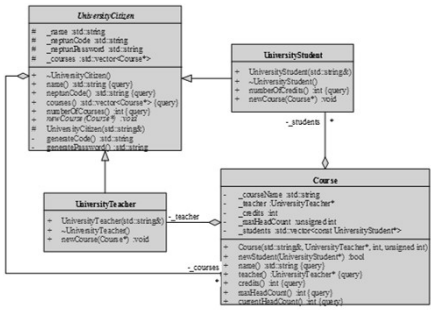

Öröklődés
Példa

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

- a hallgató (`UniversityStudent`) és az oktató (`UniversityTeacher`) közös tagjait kiemeljük az egyetemi polgár (`UniversityCitizen`) absztrakt ősosztályba
- a leszármazottak definiálják a `newCourse(…)` műveletet külön-külön, ezért az ősben tisztán absztrakt lesz, továbbá a hallgatónál megjelenik a kreditek lekérdezése (`numberOfCredits()`)
- a változtatás a kurzus (`Course`) osztályra nincs hatással

Öröklődés
Példa

Tervezés:



Öröklődés
Példa

Megoldás (`universitystudent.hpp`):

```
…
class UniversityStudent : public UniversityCitizen
{
   // hallgató osztálya, speciális egyetemi polgár
public:
    UniversityStudent(const std::string& n);
    ~UniversityStudent(){}

    int numberOfCredits() const;

    void newCourse(Course* c);
};
…
```


Öröklődés
Példa

Megoldás (`main.cpp`):

```
…
UniversityTeacher groberto("Giachetta Roberto");
…
vector<UniversityCitizen*> citizens;
citizens.push_back(&groberto);
   // polimorfizmust használunk
…
cout << "Az egyetem polgárai: " << endl;
for (int i = 0; i < citizens.size(); i++){
   cout << citizens[i]->name() << ", NEPTUN: "
        << citizens[i]->neptunCode() << endl;
}
…
```