Programozási nyelvek és módszerek

6. ELŐADÁS – OOP ISMÉTLÉS

Az OO paradigma

Mitől OO egy program?

Objektum

Osztály

Öröklődés

A valós világ modellezése

Az ember a világ megértéséhez modelleket épít

Modellezési alapelvek

- Absztrakció
  - az a szemléletmód, amelynek segítségével a valós világot leegyszerűsítjük, úgy, hogy csak a lényegre, a cél elérése érdekében feltétlenül szükséges részekre összpontosítunk.
  - Elvonatkoztatunk a számunkra pillanatnyilag nem fontos, közömbös információktól és kiemeljük az elengedhetetlen fontosságú részleteket.

A valós világ modellezése

- Megkülönböztetés
  - Az objektumok a modellezendő valós világ egy-egy önálló egységét jelölik.
  - Az objektumokat a számunkra lényeges tulajdonságaik, viselkedési módjuk alapján megkülönböztetjük.

A valós világ modellezése

- Osztályozás
  - Az objektumokat kategóriákba, osztályokba soroljuk, oly módon, hogy a hasonló tulajdonságokkal rendelkező objektumok egy osztályba, a különböző vagy eltérő tulajdonságokkal rendelkező objektumok pedig külön osztályokba kerülnek.
  - Az objektum-osztályok hordozzák a hozzájuk tartozó objektumok jellemzőit, objektumok mintáinak tekinthetők.

A valós világ modellezése

- Általánosítás, specializálás
  - Az objektumok között állandóan hasonlóságokat vagy különbségeket keresünk, hogy ezáltal bővebb vagy szűkebb kategóriákba, osztályokba soroljuk őket.

OOP – alapelvek

OOP Alapelvek (Benjamin C. Pierce)

- Dynamic binding (dinamikus kötés)
  - Egy objektum esetén dinamikusan, futási időben dől el, hogy egy metódus melyik implementációja kerül futtatásra
- Encapsulation (egységbe zárás)
  - Adatok és rajtuk végrehajtható műveletek egységet alkotnak
  - Praktikusan ez a modern típus-definícióval konzisztens
- Subtype polymorphism (altípusos polimorfizmus)
  - Egy rögzített típusú változó több a típus altípusának példányára is hivatkozhat
  - Altípus
    - Az eredeti típus megszorításával létrehozott új típus
- Inheritance, vagy delegation (öröklődés, delegáció)
  - Egy adott osztályból lehetőség van képezni egy másik osztályt
    - Ez az ős tulajdonságait megtartja
    - Azonban módosíthatja, bővítheti
- Open recursion (nyílt rekurzió)
  - Speciális változó, amely egy metódus esetén lehetővé teszi az aktuális példány elérését

Objektum

Belső állapota van, ebben információt tárol, (adattagokkal valósítjuk meg)

Kérésre feladatokat hajt végre – metódusok - melyek hatására állapota megváltozhat

Üzeneteken keresztül lehet megszólítani – ezzel kommunikál más objektumokkal

Minden objektum egyértelműen azonosítható

Osztály, példány

Osztály (class)

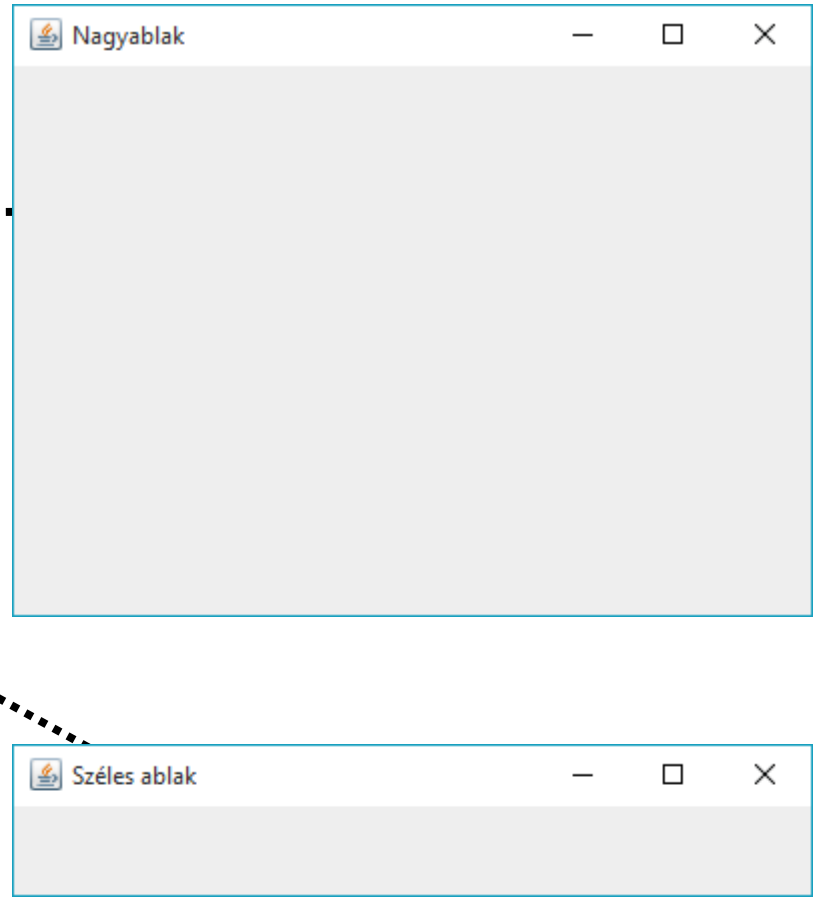
- Olyan objektumminta vagy típus, mely alapján példányokat (objektumokat) hozhatunk létre

Példány (instance)

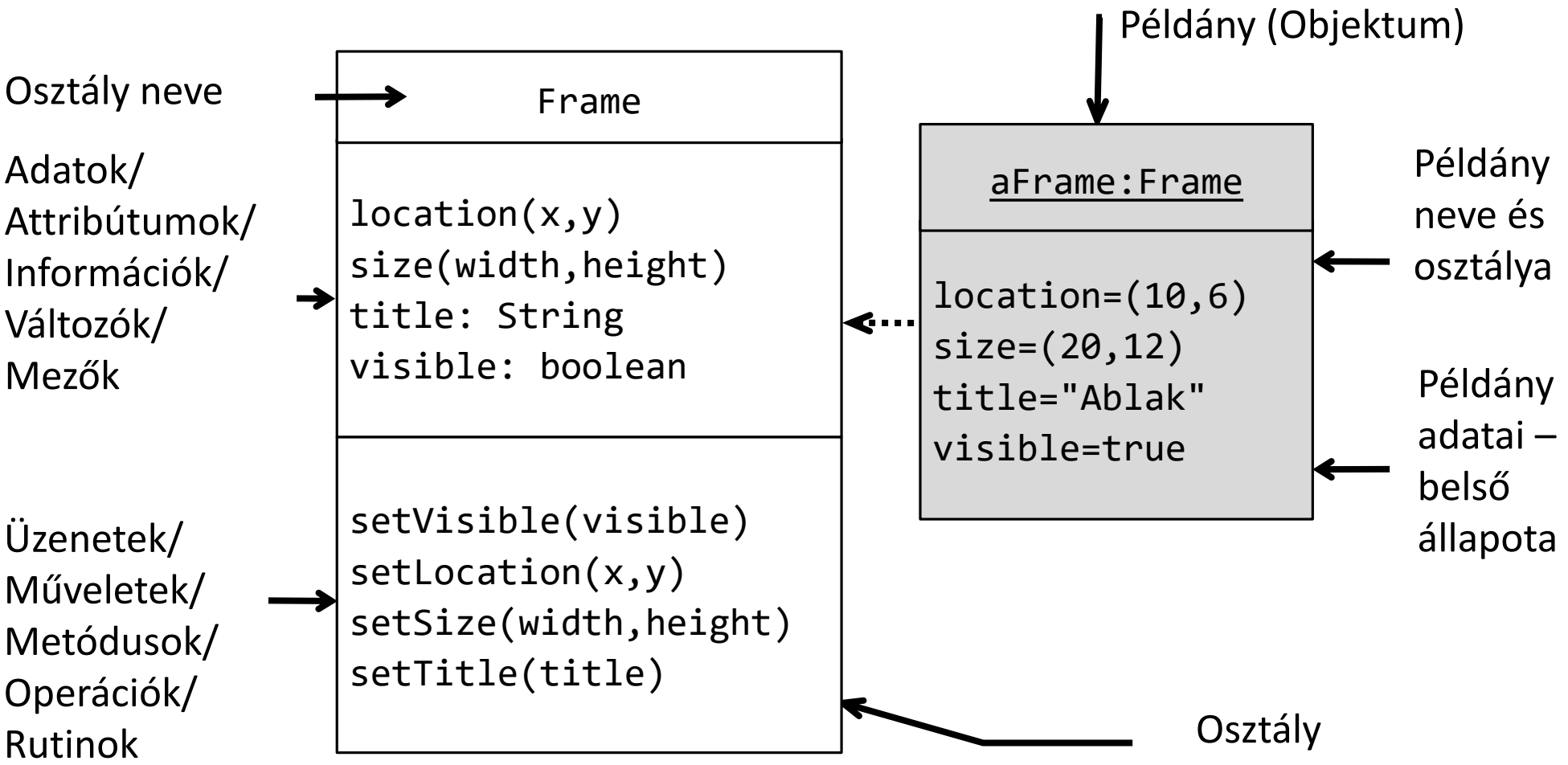
- Egy osztály (minta) alapján létrejött konkrét példány
- Minden objektum születésétől kezdve egy osztályhoz tartozik

Frame osztály és példányai

Frame
location(x,y) size(x,y) title visible
setVisible(visible) setLocation(x,y) setSize(width,height) setTitle(title)



Osztály és példány az UML-ben



Osztály és példány a C++-ban

```
class Employee {
    string first_name, family_name;
    short department;
    // az adattagok alapértelmezésben privát hozzáférésűek!
 public:
  void print() const { //…  }
  string name() const { //…  }
}
…
Employee empl;
Employee * emplp;
```

Objektum létrehozása, inicializálása

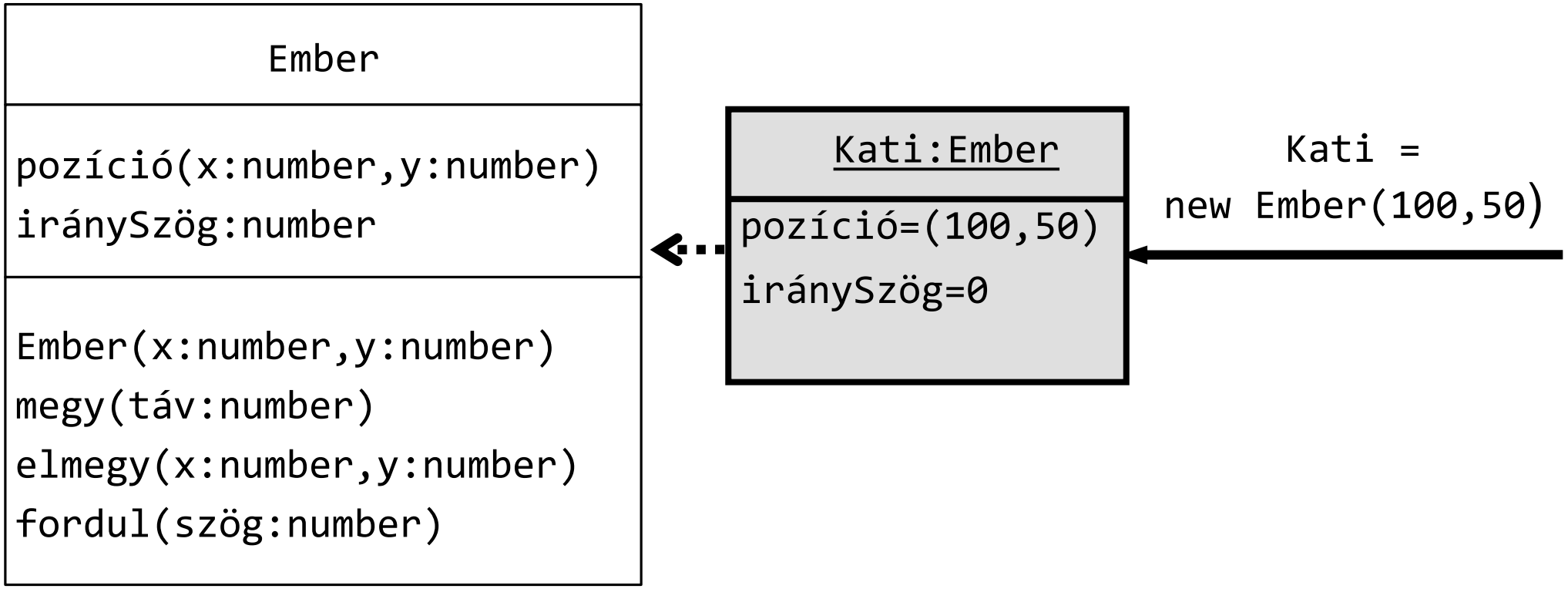
Objektum életciklusa:
„megszületik”, „él”, „meghal”

Az objektumot létre kell hozni és inicializálni kell!

Objektum inicializálása

- Konstruktor (constructor) végzi
- Adatok kezdőértékadása
- Objektum működéséhez szükséges tevékenységek végrehajtása
- Típusinvariáns beállítása

Objektum létrehozása, inicializálása



Objektum létrehozása, inicializálása C++-ban

```
class Employee {
  string first_name, family_name;
  short department; //…
 public:
  Employee (const string& f, const string& n, short d):
   first_name(f), family_name(n), department(d){}
//…
}
```

C++

Konstruktorok: „nincs objektum konstruktor nélkül”, ha kell, implicit hívódnak

- Neve megegyezik az osztály nevével
- Ha már megadtunk egy konstruktort, akkor default konstruktor nem definiálódik
- A default konstruktor meghívja az attribútumok konstruktorát, de a beépített típusokat nem inicializálja (konzisztensen a C-vel)
- A konstruktornak nem lehet visszatérési értéke

A destruktort is explicite lehet hívni a delete operátorral, vagy implicit hívódik a blokkból való kilépéskor – fordított sorrendben

Kliens üzen a szervernek

Kliens

- Aktív objektum, másik objektumon végez műveleteket, de rajta nem végeznek
- Nincs export felülete
- Például óra (órajel)
  - Meghatározott időközönként művelet egy regiszteren

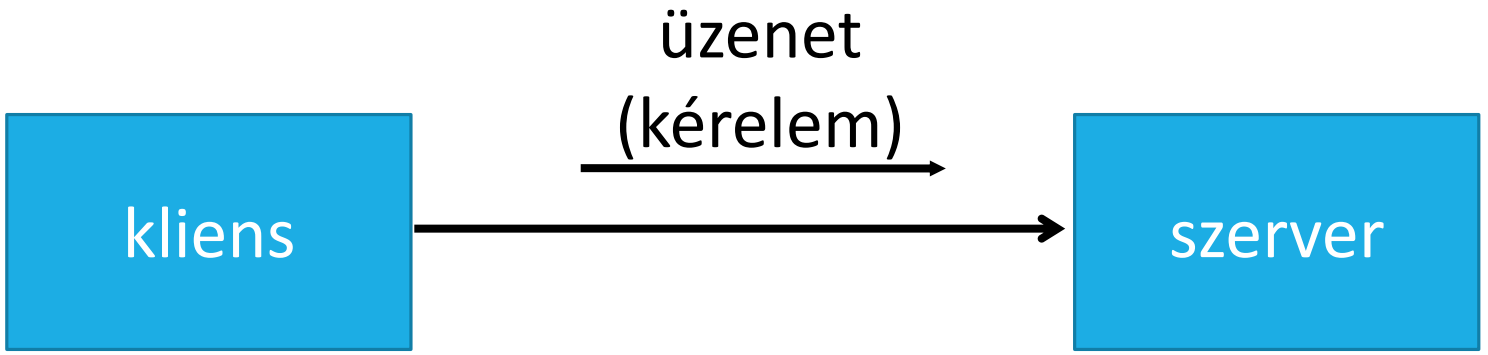
Szerver

- Passzív objektum
- Csak export felülete van
- Másoktól érkező üzenetekre vár, mások szolgáltatását nem igényli

Ágens

- Általános objektum, van export és import felülete

Kliens üzen a szervernek



A feladatot elvégeztető objektum

Kívülről elérhető metódus hívása

A feladatot elvégző objektum

Objektum műveletei

Export műveletek

- Amelyeket más objektumok hívhatnak
- Például verem
  - push, pop, top stb.

Import műveletek

- Amelyeket az objektum igényel ahhoz, hogy az export szolgáltatásait nyújtani tudja
- Például verem, ha fix méretű (vektoros) reprezentáció
  - Vektorműveletek

Objektum műveletei

Export műveletek csoportosítása:

- Létrehozó (konstruktor)
  az objektum létrehozására, felépítésére
  - Példa veremnél
    - create: $\rightarrow \mathrm{Verem}$
- Állapot megváltoztató
  - Példa verem esetén
    - pop: $\mathrm{Verem} \rightarrow \mathrm{Verem} \times \mathrm{Elem}$
    - push: $\mathrm{Verem} \times \mathrm{Elem} \rightarrow \mathrm{Verem}$

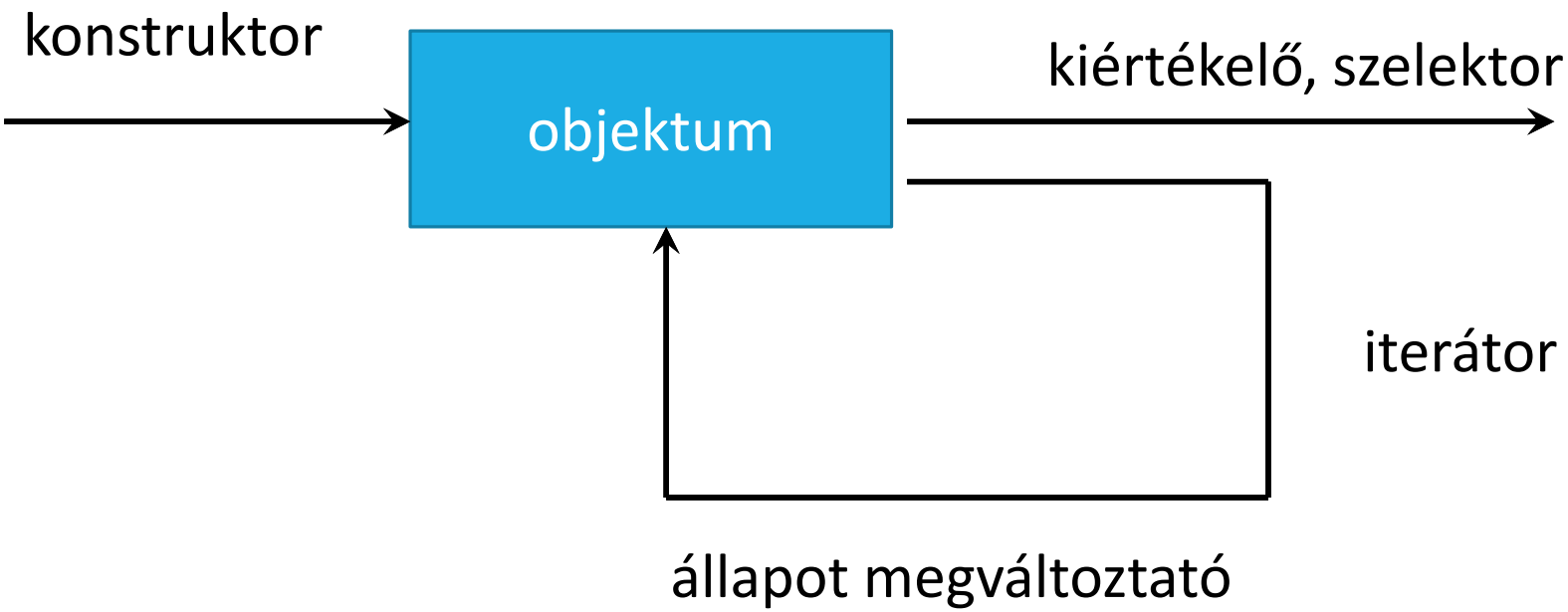
Objektum műveletei

Export műveletek csoportosítása:

- Szelektor – kiemeli az objektum bizonyos részét
  - Például
    - vektor adott indexű elemét
    - access: $\text{Vektor} \times \text{Index} \rightarrow \text{Elem}$
- Kiértékelő – objektum jellemzőit lekérdező műveletek (size, has, stb.)
- Iterátor – bejáráshoz

Objektum műveletei

Export műveletek csoportosítása:



Osztály, példány

Minden objektum?

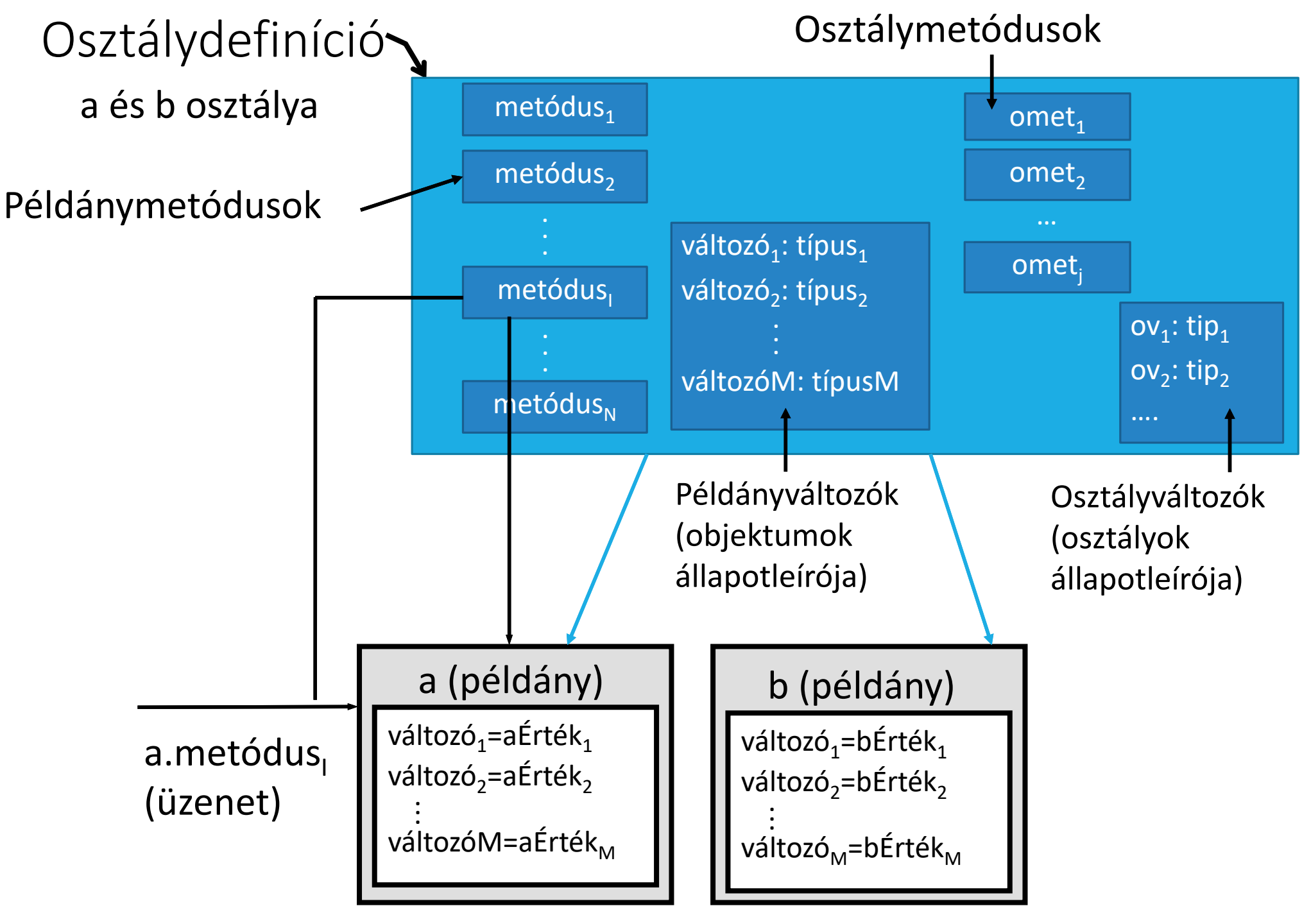
- Akkor az osztályok is …
- Lehet belső állapotuk,
- Küldhetünk üzeneteket neki …
- Minek az objektuma?
  - Metaosztály
    - Singleton objektum

És a metaosztály is objektum?

Osztály, példány

Osztálydefiníció:

- **Példányváltozó**
  - Példányonként helyet foglaló változó
- **Példánymetódus**
  - Példányokon dolgozó metódus
- **Osztályváltozó**
  - Osztályonként helyet foglaló változó
- **Osztálymetódus**
  - Osztályokon dolgozó metódus


Osztálydefiníció
a és b osztálya
Példánymetódusok
Osztálymetódusok
metódus1
metódus2
metódusI
metódusN
omet1
omet2
...
ometj
változó1: típus1
változó2: típus2
változóM: típusM
ov1: tip1
ov2: tip2
....
Példányváltozók
(objektumok
állapotleírója)
Osztályváltozók
(osztályok
állapotleírója)
a (példány)
változó1=aÉrték1
változó2=aÉrték2
változóM=aÉrtékM
b (példány)
változó1=bÉrték1
változó2=bÉrték2
változóM=bÉrtékM
a.metódusI
(üzenet)

Osztályváltozó, osztálymetódus C++-ban

```
class Employee {
   string first_name, family_name;
   short department;
   static int num_emp;
   //…
};
int Employee::num_emp(0);
```

Az osztályon kívül definiálni kell!

Osztályváltozó, osztálymetódus C++-ban

Az osztályon belül elérhető, pl.:

```
class Employee {
  string first_name, family_name;
  short department;
  static int num_emp;
  public:
  Employee (const string& f, const string& n, short d):
   first_name(f), family_name(n), department(d){num_emp++;}
};
```

Osztályváltozó, osztálymetódus C++-ban

Kívülről hozzáférni csak public metódussal lehet:

```
class Employee {
  string first_name, family_name;
  short department;
  static int num_emp;
  public:
  static int get_num_emp(){ return num_emp;}
  static void print_num_emp(){
      cout << "Az objektumok szama:" << num_emp << '\n';
};
```

Osztályváltozó, osztálymetódus C++-ban

Kívülről hozzáférni csak public metódussal lehet:

```
int main()
    {
    Employee emp ("Kati","Fekete",3);
     emp.print_num_emp();
  //  vagy:
     Employee::print_num_emp();
}
```

Osztályváltozó, osztálymetódus C++-ban

```
class Datum{
    int nap, ho, ev;
    static Datum alapert_datum;
  public:
    Datum(int nn=0, int hh=0, int ee=0); //...
    static void beallit_alapert(int,int,int);
  }
```

Mire jó? Pl., ha paraméter nélküli konstruktor hívás történik, akkor az alapert_datum értéket kapja meg az új objektum.

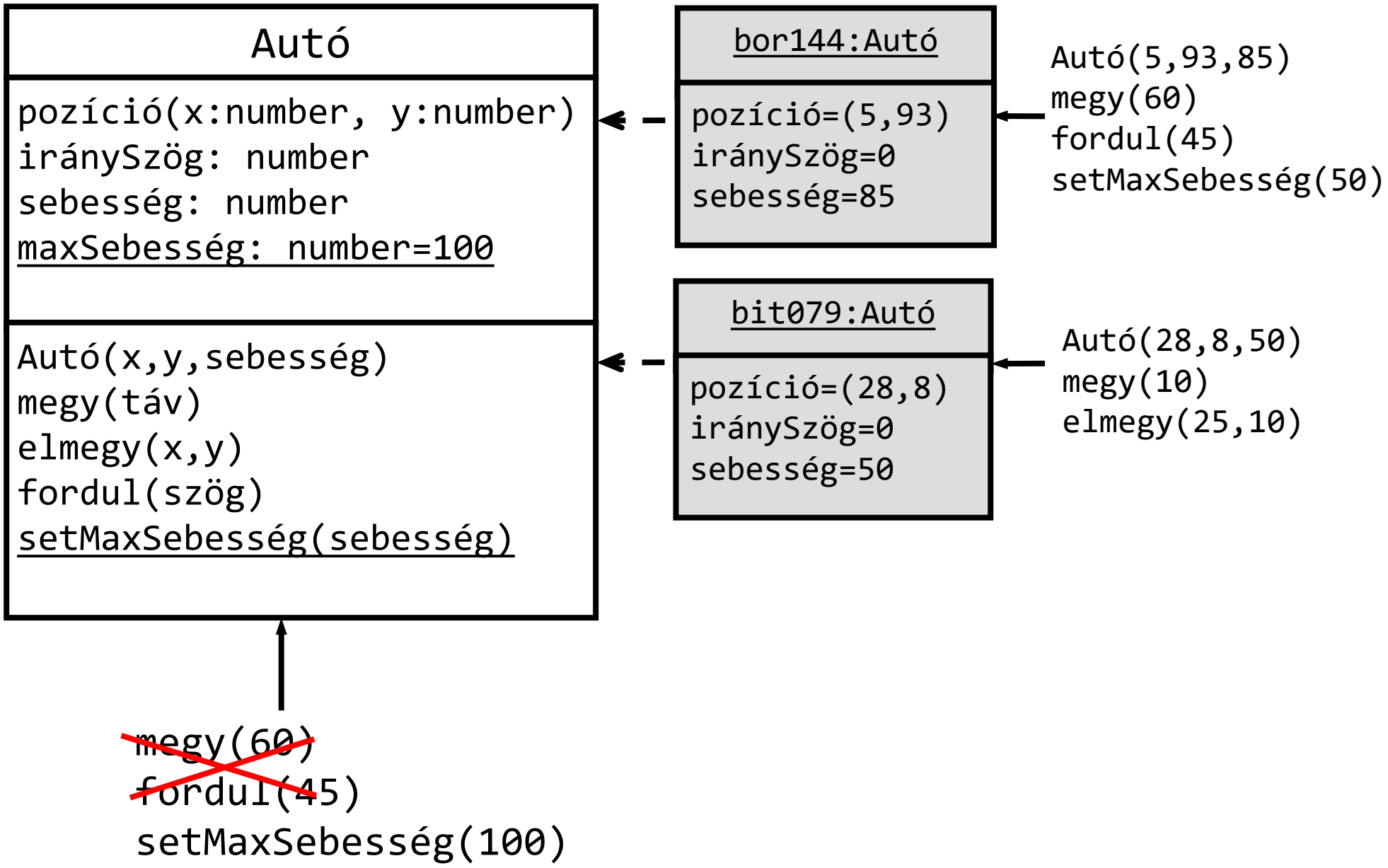
Az előző konstruktor helyett:

```
  Datum::Datum(int nn, int hh, int ee){
    nap = nn ? nn : alapert_datum.nap;
    ho = hh ? hh : alapert_datum.ho;
    ev = ee ? ee : alapert_datum.ev;
  }
```

Osztályváltozó, osztálymetódus C++-ban

```
void Datum::beallit_alapert(int n, int h, int e){
    //a statikus adattag értékének megváltoztatása
    Datum::alapert_datum = Datum(n,h,e);
  }
```

Definiálni kell, mielőtt használjuk!


Autó
pozíció(x:number, y:number)
iránySzög: number
sebesség: number
maxSebesség: number=100
Autó(x,y,sebesség)
megy(táv)
elmegy(x,y)
fordul(szög)
setMaxSebesség(sebesség)
bor144:Autó
pozíció=(5,93)
iránySzög=0
sebesség=85
Autó(5,93,85)
megy(60)
fordul(45)
setMaxSebesség(50)
bit079:Autó
pozíció=(28,8)
iránySzög=0
sebesség=50
Autó(28,8,50)
megy(10)
elmegy(25,10)
megy(60)
fordul(45)
setMaxSebesség(100)

A „this”

Ha egy osztályból több objektumot példányosítunk, honnan tudjuk, hogy éppen melyik objektum hívta meg a megfelelő metódust, és a metódus melyik objektum adataival fog dolgozni?

Szükségünk van egy olyan mutatóra, amely mindig a metódust meghívó objektumpéldányra mutat.

- Ezt szolgálja a „this” „paraméter”.
- Ez metódushíváskor egyértelműen rámutat azokra az adatokra, amelyekkel a metódusnak dolgoznia kell.

Ez azt is jelenti, hogy ha az objektum saját magának akar üzenetet küldeni, akkor a this.Üzenet(Paraméterek) formát kell, hogy használja, vagyis a metódustörzsekben az adott példányra mindig a this segítségével hivatkozhatunk.

- (Ez számos nyelvben alapértelmezett.)

OOP elvárások

Bezárás (encapsulation)

- Adatok és metódusok összezárása
- Egybezárás, egységbezárás - osztály (class)

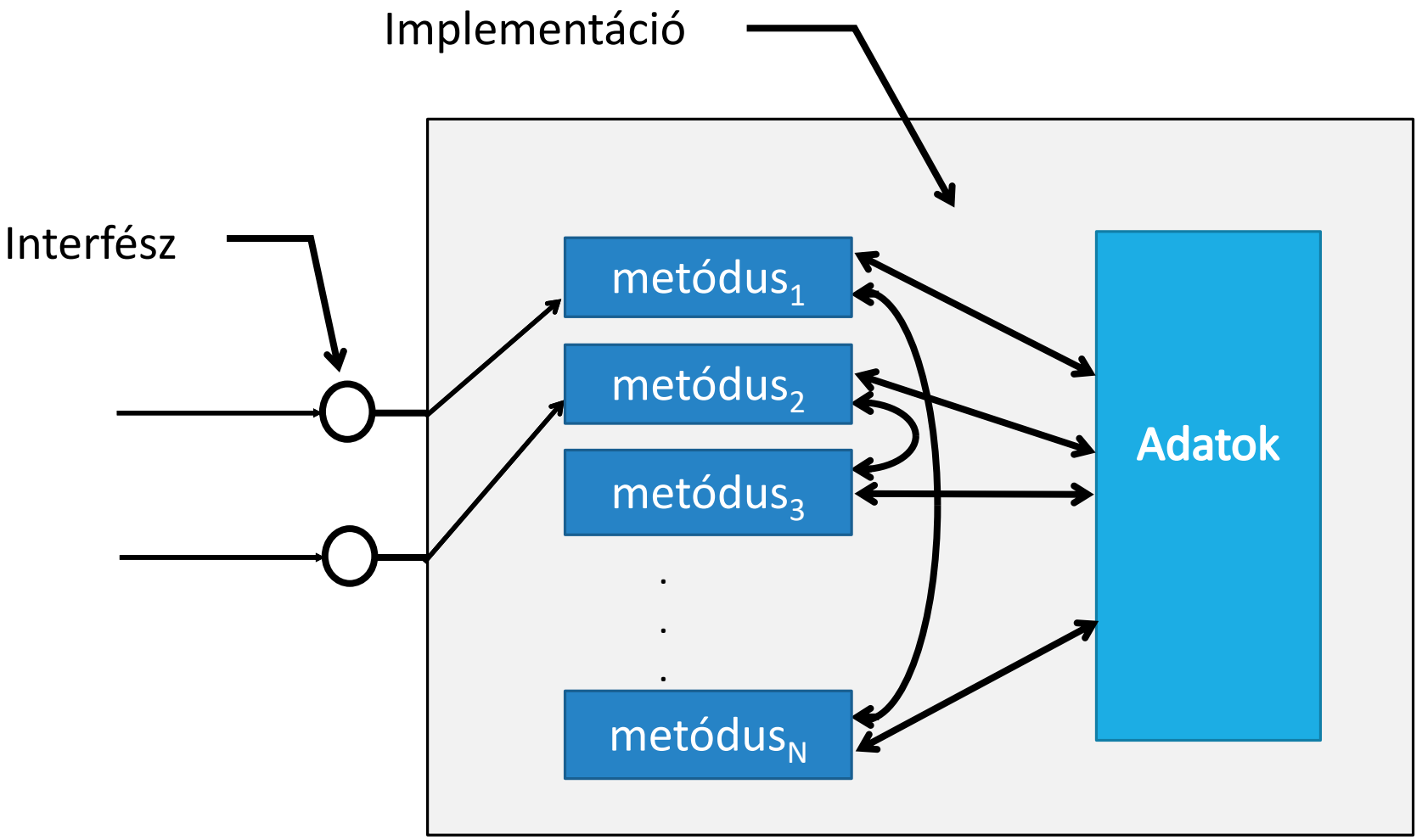
Információ elrejtése (information hiding)

- Az objektum „belügyeit” csak az interfészen keresztül lehet megközelíteni (láthatóságok!)

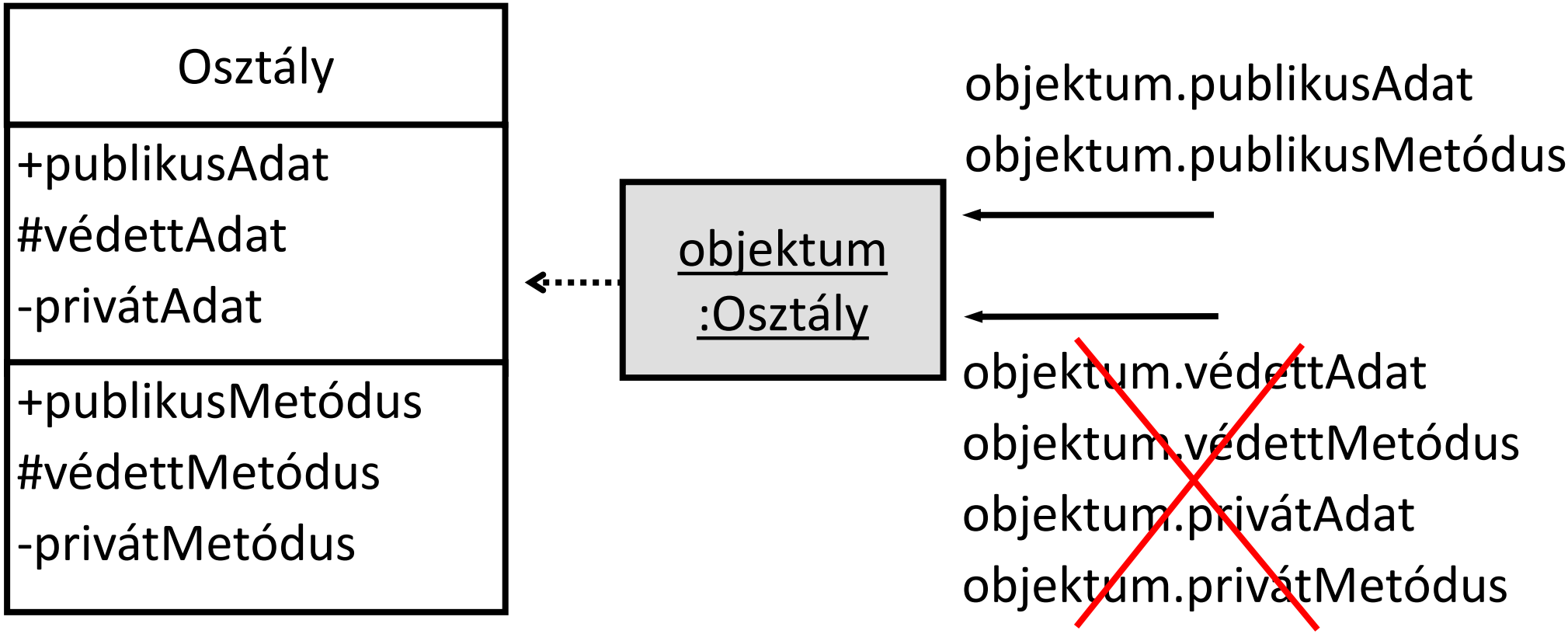
Kód újrafelhasználása (code reuse)

- Megírt kód felhasználása példány létrehozásával vagy osztály továbbfejlesztésével

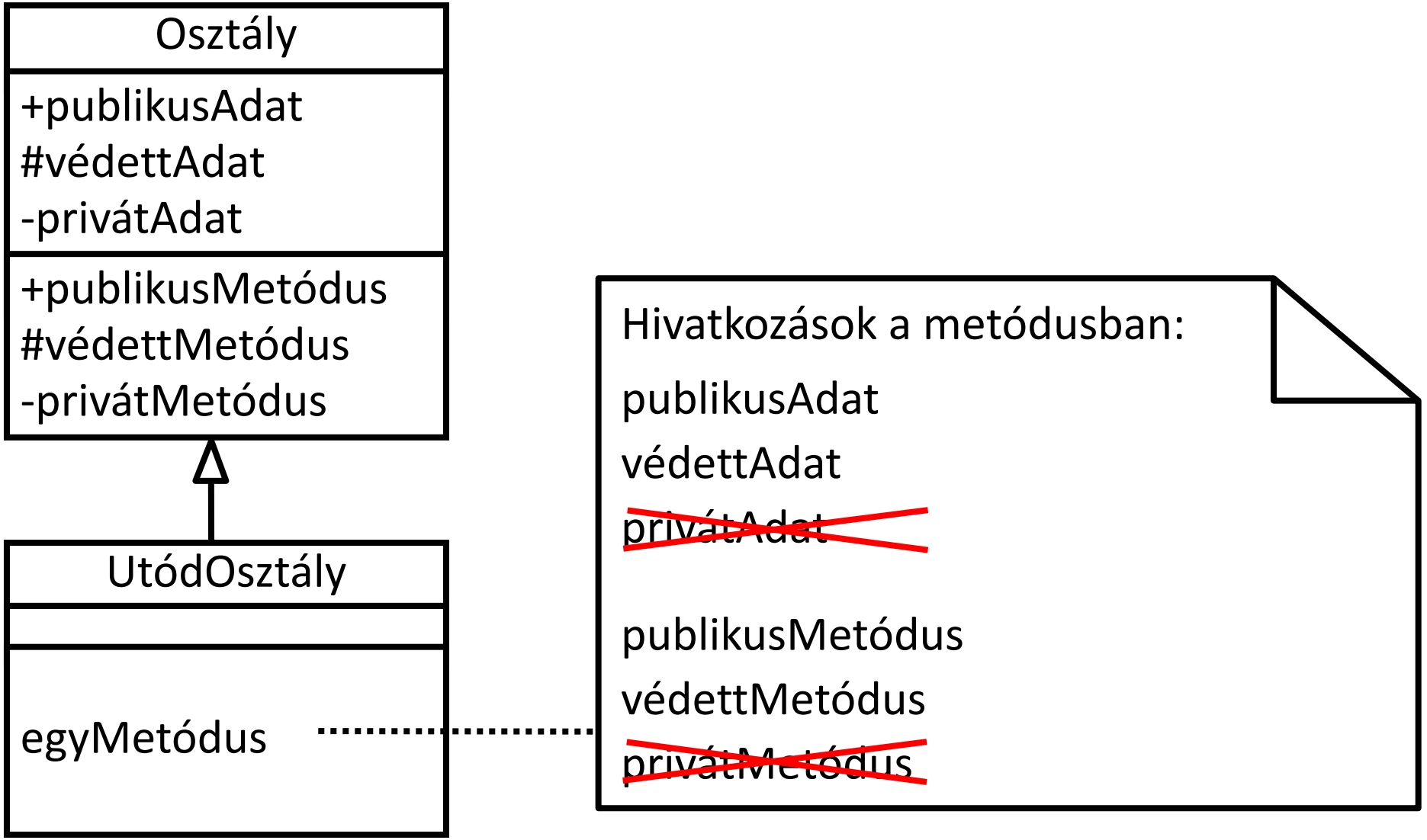
Információ elrejtése



Láthatóság – Objektum védelme



Osztály védelme



C++

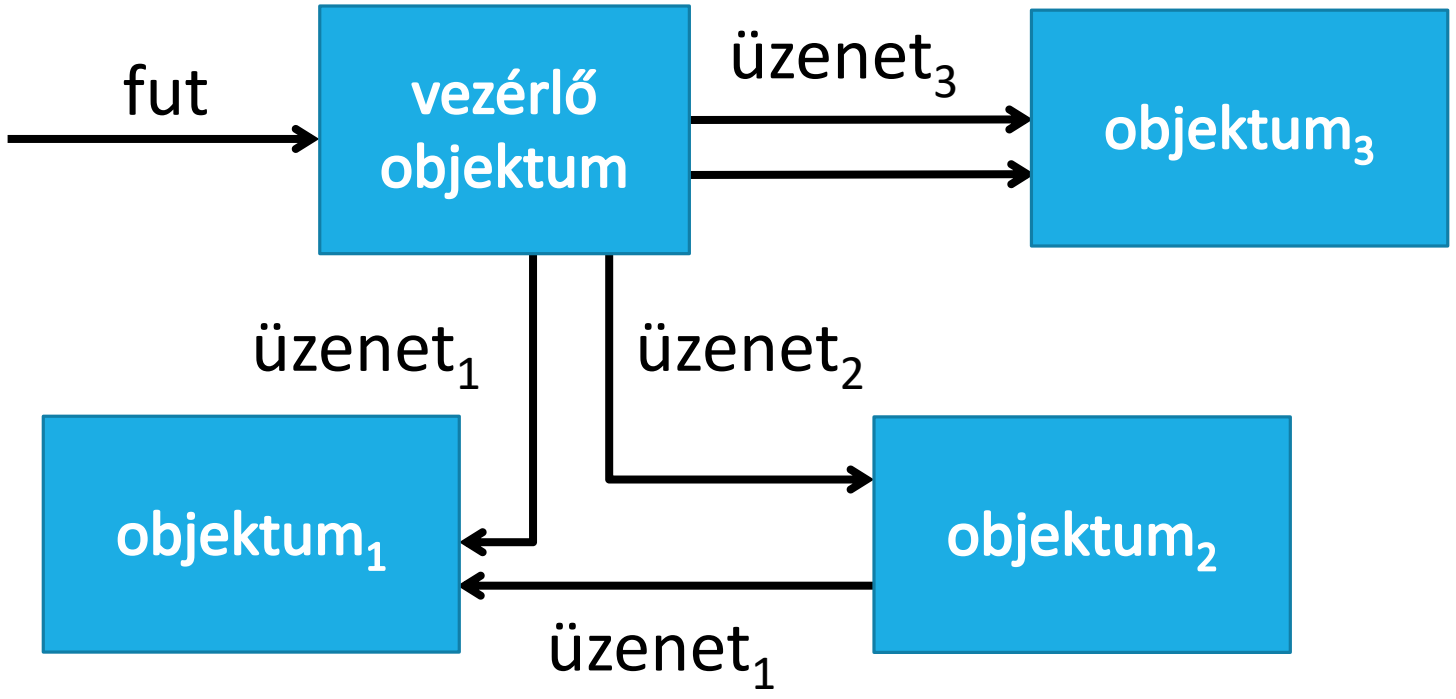
Az adattagok és metódusok elrejtése megoldott

A láthatóság minősítője lehet

- public
  - a külső felhasználók elérik
- protected
  - csak a leszármazottak érhetik el
- private
  - csak az adott osztály és „barátai” számára elérhető – alapértelmezés az osztályoknál

OO program

Egy objektumorientált program egymással kommunikáló objektumok összessége, melyben minden objektumnak megvan a feladatköre



Öröklődés

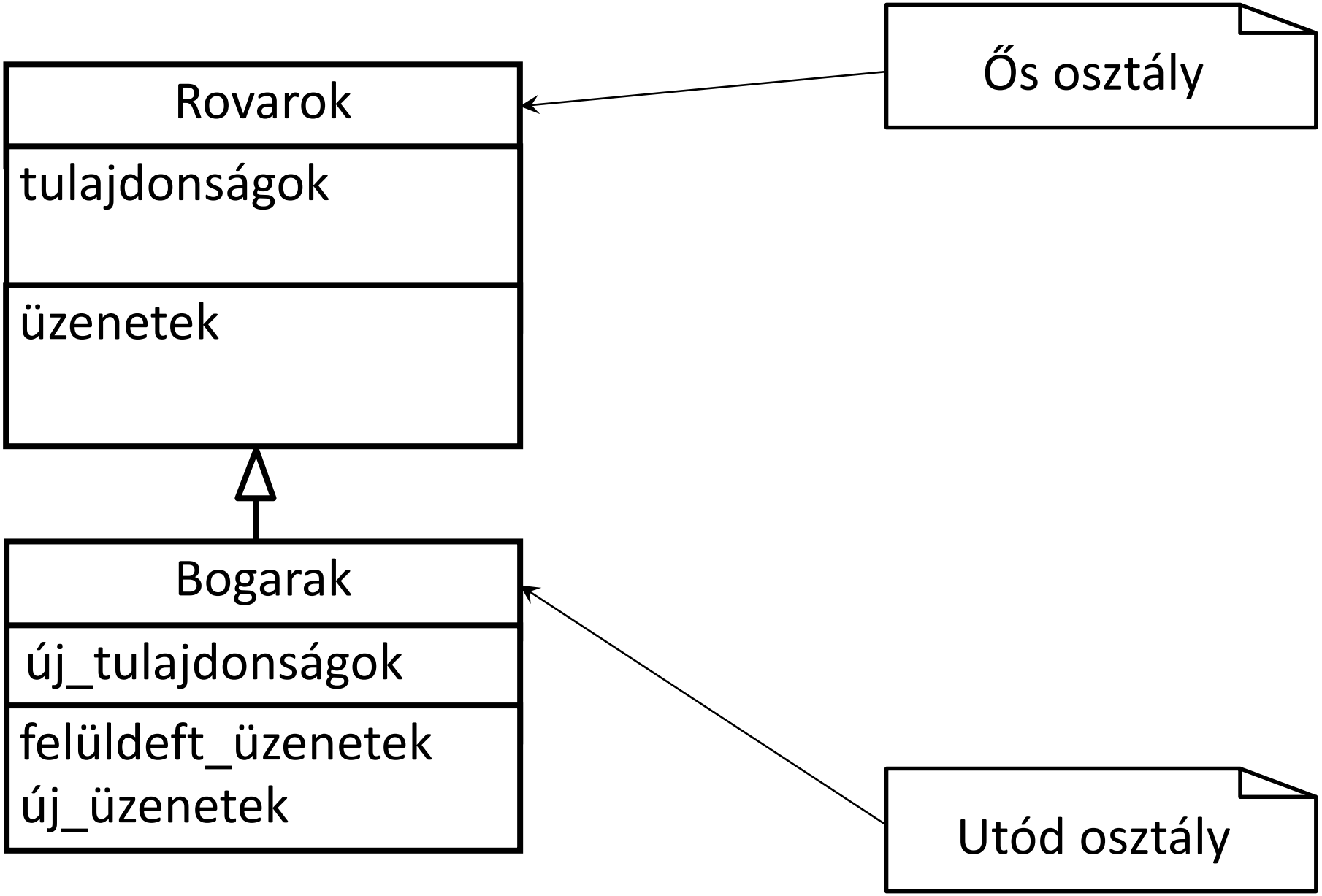
Az alapgondolat: a gyerekek öröklik őseik metódusait és változóit

Az *örököl* terminus azt jelenti, hogy az ősosztály **minden** metódusa és adattagja a gyerekosztálynak is metódusa és adattagja lesz

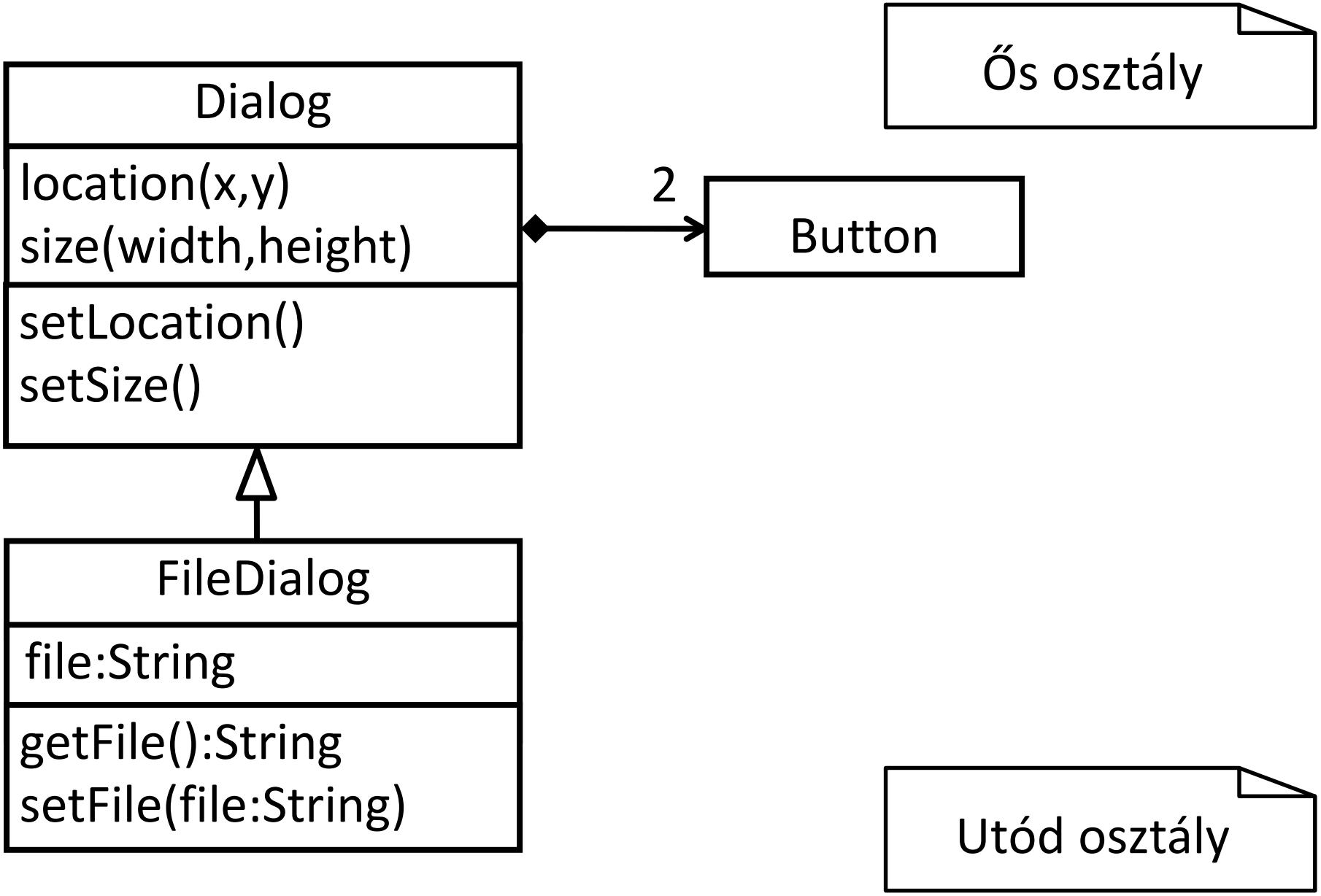
A gyerek minden új művelete vagy adattagja egyszerűen hozzáadódik az örökölt metódusokhoz és adattagokhoz

Minden metódus, amit átdefiniálunk a gyerekben, a hierarchiában felülbírálja az örökölt metódust

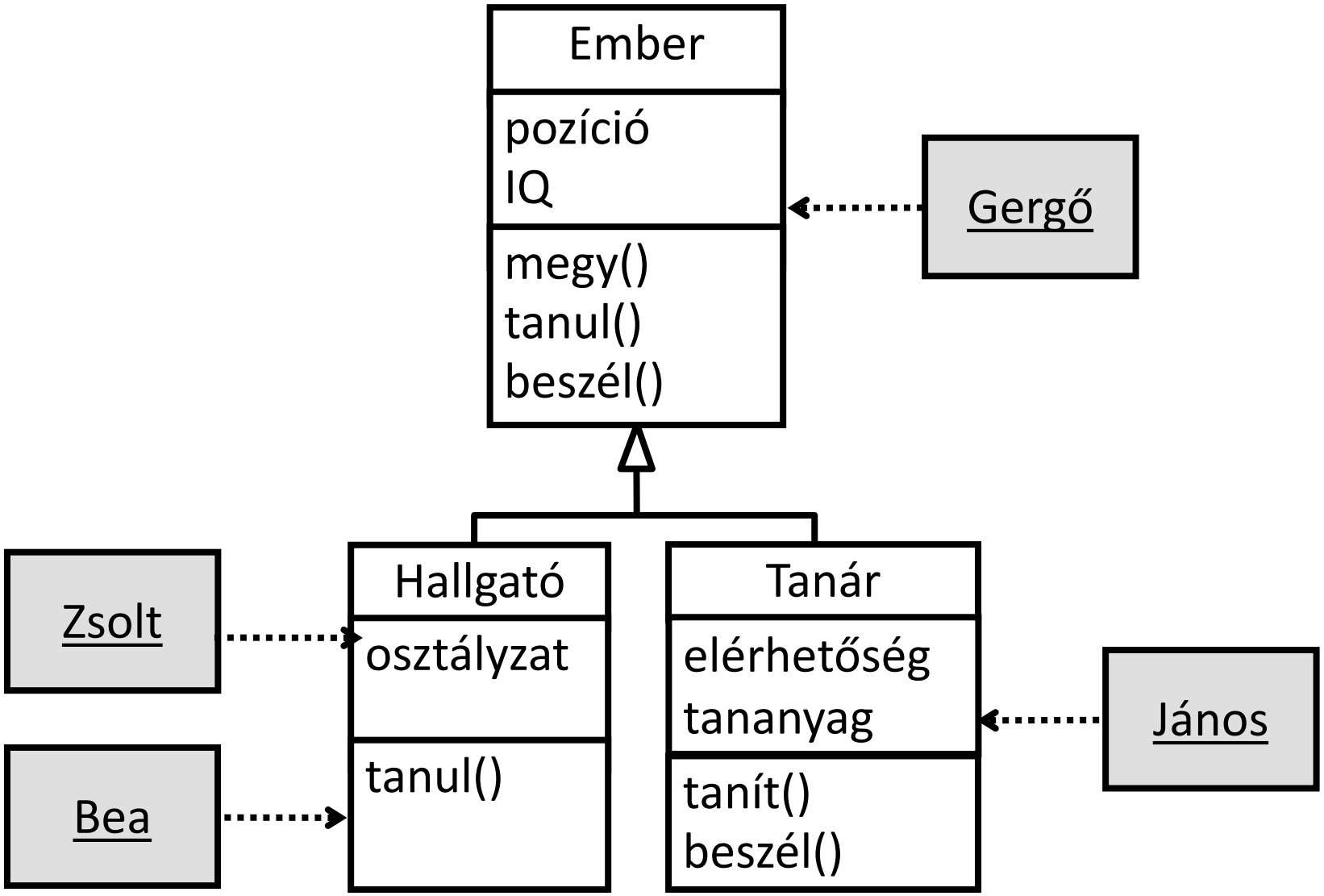
Öröklődés – IS-A reláció



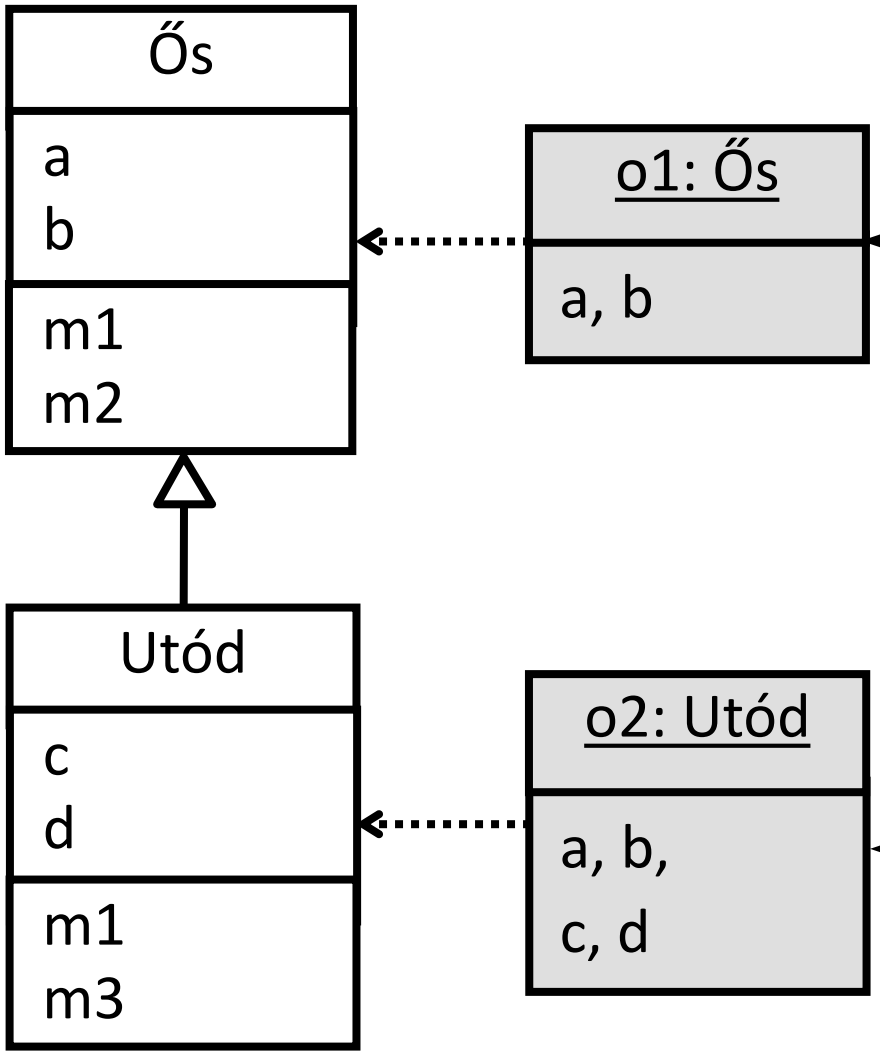
Öröklődés


Ős osztály
Dialog
location(x,y)
size(width,height)
setLocation()
setSize()
2
Button
FileDialog
file:String
getFile():String
setFile(file:String)
Utód osztály

Ki, mire képes?



Utód adatai, küldhető üzenetek



Küldhető üzenetek	Mi hajtódik végre?
m1	Ős.m1
m2	Ős.m2
m1	Utód.m1
m2	Ős.m2
m3	Utód.m3

C++ példa az öröklődésre:

```
class Employee {
  string first_name, family_name;
  short department;
  static int num_emp;
 public:
  Employee (const string& f, const string& n, short d):
   first_name(f), family_name(n), department(d)
      {num_emp++;}
   void print() const {
      cout << "A vezeteknev:" << name() << '\n‘;
           }
   string name() const { return family_name; }
```

C++ példa az öröklődésre:

```
static int get_num_emp(){
        return num_emp;
        }
static void print_num_emp(){
      cout << "Az objektumok szama:" << num_emp << '\n';
      }
//…
};
```

Példa folytatása

```
class Manager: public Employee {
    Employee* group;
    short level;
  public:
    Manager (const string& f, const string& n, short d,
      short lvl): Employee(f,n,d), level(lvl){};

   void  print () const {
       cout << "A keresett nev:" << name() << '\n';
       cout << "A szint:" << level << '\n';
   }
    };
```

A main

```
int main()
{
    Employee emp ("Kati","Fekete",3);
    Manager m("Jozsef", "Kovacs", 3,2);
    emp.print ();
    m.print();
}
```

Polimorfizmus

Polimorfizmus (többalakúság): az a jelenség, hogy egy változó nem csak egyfajta típusú objektumra hivatkozhat.

- Statikus típus: a deklaráció során kapja.
- Dinamikus típus: run-time éppen milyen típusú objektumra hivatkozik = a statikus típus, vagy annak leszármazottja.

- Aki Manager, az egy (is-a) Employee is.
- A Háromszög az egy Alakzat.

C++

Tekintsük az alábbi kódot

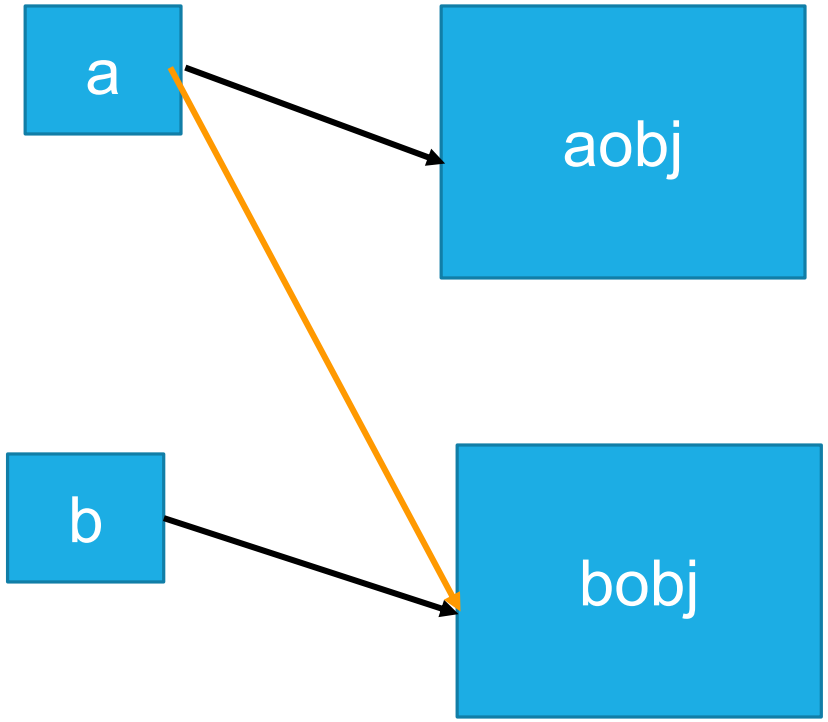
```
Employee emp ("Kati","Fekete",3);
Manager m("Jozsef", "Kovacs", 3,2);
emp = m;
```

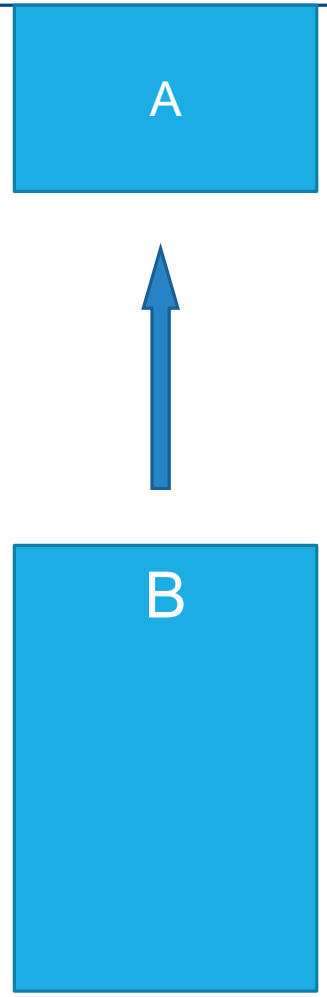
Megengedett

```
emp.print();
m.print();
```

Mi történik?

Hogy lenne jó?





a:=b

Altípusos polimorfizmus

```
Employee* empp=new Employee ("Istvan", "Nagy",5);

…

Manager* mp=new Manager("Laszlo", "Hajto", 2, 3);

…

empp = mp;
```

Altípusos polimorfizmus

```
Shape *s;

…

s = new Triangle (...);

…

s = new Rectangle (...);

…
```

Ha B (pl. Triangle, Rectangle) altípusa az
A (pl. Shape) típusnak, akkor B objektumainak referenciái értékül adhatók az A típus referenciáinak.

Altípusos polimorfizmus

```
Shape *a;
Triangle* h= new Triangle (...);
Rectangle *t= new Rectangle (...);
a = h; a->draw(); …
a = t; a->draw(); …
```

Melyik `draw()`?

Altípusos polimorfizmus

```
Employee* empp=new Employee ("Istvan", "Nagy",5);

…

Manager* mp=new Manager("Laszlo", "Hajto",2,3);

…

empp = mp;

…

empp->print();
```

Melyik `print`?

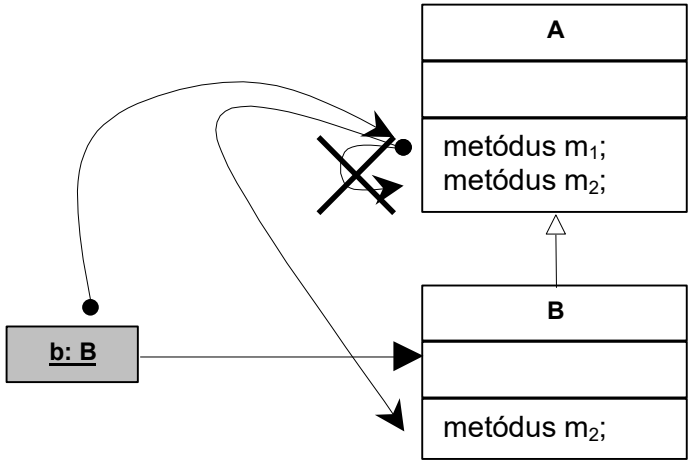
Dinamikus összekapcsolás

Run-time fogalom. Az a jelenség, hogy a változó éppen aktuális dinamikus típusának megfelelő metódus implementáció hajtódik végre.

A háromszög kirajzolása,

a manager kinyomtatása….

Dinamikus összekapcsolás



Dinamikus összekapcsolás – C++-ban:

```
class Employee {
  …
 public:
  ….
   virtual
   void print() const {
      cout << "A vezeteknev:" << name() << '\n';//…
   }
 …
}
```

Altípus

Szabályok:

- Reflexív
  - $T \subseteq T$
- Tranzitív
  - Ha: $T1 \subseteq T2$; $T2 \subseteq T3$
  - Akkor: $T1 \subseteq T3$

Altípus – alprogramok esetén

Tegyük fel, hogy Triangle $\subseteq$ Shape

- fss = proc (Shape) returns (Shape)
- fts = proc (Triangle) returns (Shape)
- fst = proc (Shape) returns (Triangle)
- ftt = proc (Triangle) returns (Triangle)

- fts $\subseteq$ fss ?
- fst $\subseteq$ fss ?
- ftt $\subseteq$ fss ?
- fss $\subseteq$ fts ?

Hogyan döntsünk?

Egy függvényt A → B alakban írunk, ha A típusú paramétere van és B típusú eredményt ad.

Ha (A’ → B‘) <: (A → B), - altípus

- akkor képesek kell legyünk arra, hogy az első függvénytípus egy elemét használhassuk minden olyan kontextusban, ahol a másodikat.

Tegyük fel, hogy van egy f: A→B típusú függvényünk.

- Ha egy f’ : A’ → B‘ függvényt az f helyén akarunk használni, akkor A-beli argumentumot kell fogadnia és B-beli eredményt adnia.

Hogyan döntsünk?

Mivel az f' értelmezési tartománya A', így akkor alkalmazható A-beli elemekre, ha A<:A', vagyis

- ha a : A tekinthető mint A'-beli, és f'(a) típus-helyes.

Másrészt, ha az f' eredménye B'-beli, akkor B'<:B garantálja, hogy az eredmény B-beliként kezelhető.

Összegezve:
(A' → B') <: (A → B), ha A<:A' és B'<:B

Altípus – Megoldás

fss = proc (Shape) returns (Shape)

fts = proc (Triangle) returns (Shape)

fst = proc (Shape) returns (Triangle)

ftt = proc (Triangle) returns (Triangle)

~~fts ⊆ fss~~

~~ftt ⊆ fss~~

fst ⊆ fss ← Az eredmény lehet speciálisabb (monoton = kovariáns)

fss ⊆ fts ← A paraméterek kevésbé speciálisak lehetnek (anti-monoton = kontravariáns)

Mi az objektumorientált programozás?

A programozó definiálhat altípus kapcsolatokat

A típusszabályok megengedik, hogy az altípus használható legyen a szupertípus helyén (altípusos polimorfizmus)

Típus-vezérelt metódus elérés (dinamikus kötés)

Implementáció megosztása (öröklődés)

Típus-vezérelt metódus elérés

```
s: Shape := new Triangle (3, 4, 5);
s.draw();
```

Statikus elérés:

A Shape draw metódusát hívja

Dinamikus elérés:

A Triangle draw metódusát hívja

Elérési döntések

C++

- Az **őstípus** `virtual`-nak deklarálja a metódust, amire megengedi a felüldefiniálást

Más programozási nyelveknél ez másképp lehet

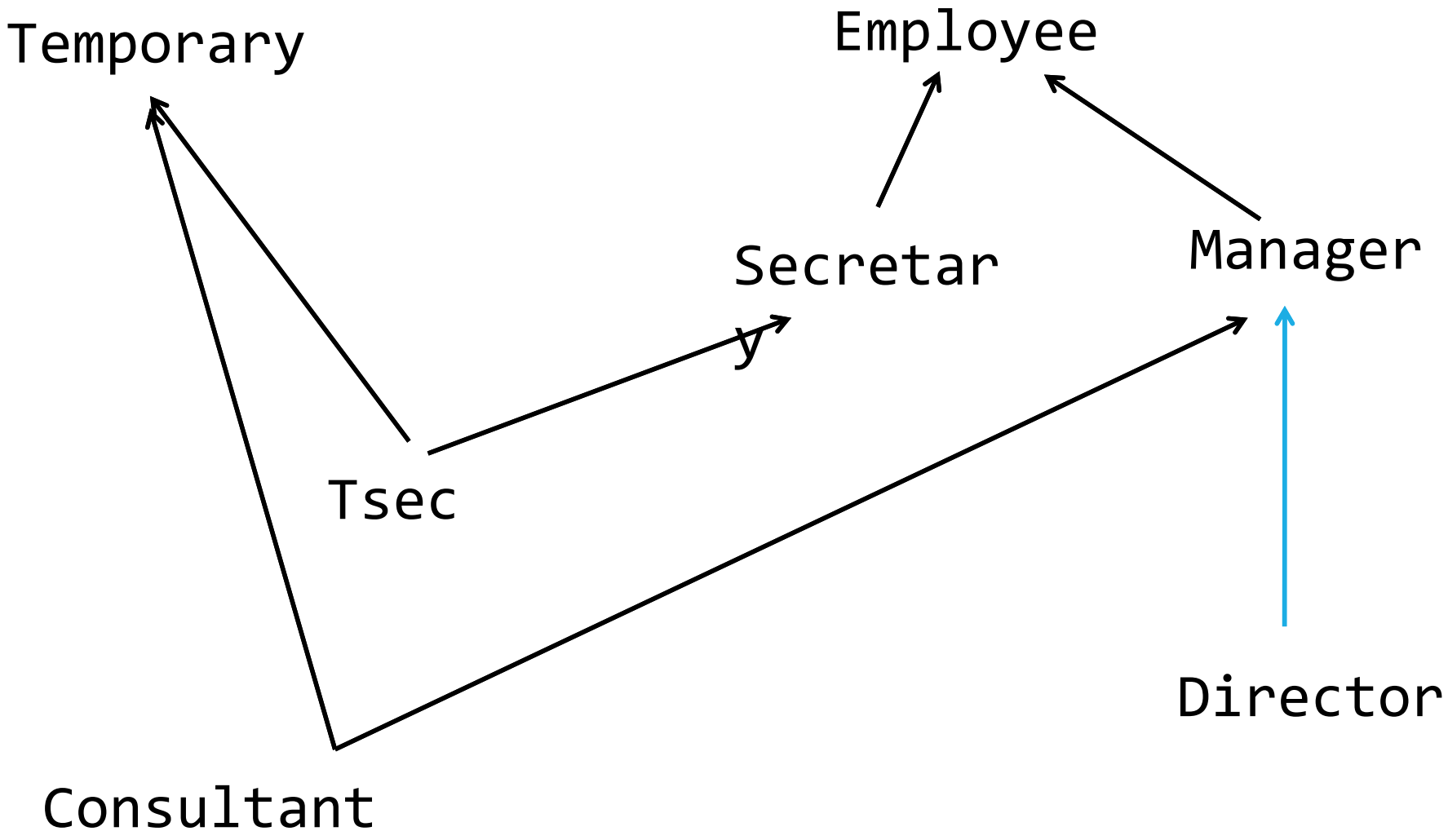
C++ példa (folyt.)

egy leszármazott lehet ős is

```
class Employee { … };
class Manager : public Employee {…};
class Director: public Manager {…};
```

Az osztályhierarchia lehet fa, de lehet általánosabb gráf is:

```
class Temporary { … };
class Secretary: public Employee { … };
class Tsec: public Temporary, public Secretary{ … };
class Consultant: public Temporary, public Manager { … };
```


Temporary
Employee
Secretar
y
Manager
Tsec
Director
Consultant

Implementáció újrahasznosítás: alosztályképzés

Használd egy típus implementációját egy másik típus implementálására!

Gyakran használjuk az őstípus implementációját az altípus implementálására

A gyakran használt OO programozási nyelvek keverik az altípus és alosztály fogalmakat:

- C++ - implementációs öröklés altípus nélkül:
  - `private`, `protected` öröklés

Mikor biztonságos az $S \subseteq T$ altípus reláció?

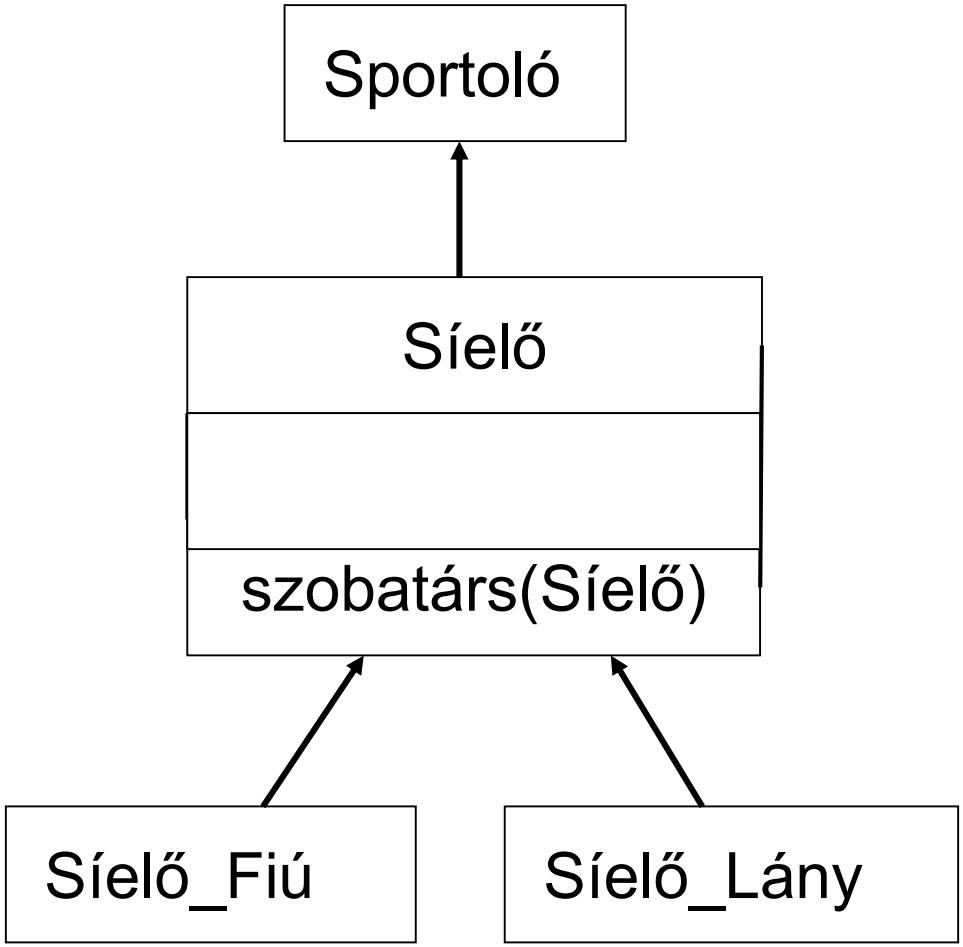
Az altípus metódusai megőrzik az őstípus viselkedését:

- Szignatúra:
  - Az argumentumok kontravarianciája, az eredmény kovarianciája
  - Az m_s kivételei benne vannak az m_T kivételei között
- Metódusok szabálya
  - Előfeltétel: “kontravariancia – altípus gyengébb”
  - Utófeltétel: “kovariancia – altípus erősebb”

Az altípusok megőrzik a szupertípusok tulajdonságait – típusinvariánsukra:

- “kovariancia – altípus erősebb”

Kontra/Ko-Variancia



Hogyan tudja Síelő_Lány felüldefiniálni szobatárs-at?

Kovariancia esetén:

szobatárs (Síelő_Lány) /

szobatárs (Síelő_Fiú)

Kontravariancia esetén:

szobatárs (Sportoló)

Novariancia esetén:

szobatárs (Síelő)

Probléma (kovariáns esetben):

s: Sielo; g: Sielo_Lany; b: Sielo_Fiu;

s := g; ... s. szobatárs (b);

Mit tesz a C++?

Lehet bevezetni kovariáns metódusokat az altípusban, de ezek túlterhelik az eredeti metódust, nem átdefiniálják!

- Példa:

```
class sielo {
   public:
      virtual void szobatars(sielo * s){
          cout<<"\n sielo szobatarsa sielo \n";
      };
};
```

```
class sielo_lany : public sielo {
  public:
     virtual void szobatars (sielo_lany *g){
        cout<<"\n sielo_lany szobatarsa lany ";
       };                              // túlterheli!
     virtual void szobatars (sielo *g){
          cout<<"\n szobatars sielo_lanyban” ;
      };    // átdefiniálja!
};
class sielo_fiu : public sielo {  … //hasonlóan }
```

```
void main(){
      sielo *s;
      sielo_lany *g;
      sielo_fiu *b;
      g= new sielo_lany;
      s = g;
      s->szobatars (b); //  szobatars sielo_lanyban
      g->szobatars (b); //  szobatars sielo_lanyban
      g->szobatars (g); // sielo_lany szobatarsa lany
      s->szobatars (g); // szobatars sielo_lanyban (!)
}
```

Többszörös öröklődés

Egy osztálynak egynél több közvetlen őse lehet

Problémák:

- Adattagok hányszor?
- Melyik metódus?

A többszörös öröklődés problémái:

```
class A{
int a;
public: virtual void f();
};
```

```
class B : public A {
 public: void f();};
```

```
class C : public A{
 public: void f();};
```

átdefiniál

átdefiniál

```
class D : public B, public C
{ …};
```

A többszörös öröklődés problémái:

1. Ha egy D-beli „f”-re (felüldefiniáltuk B-ben és/vagy C-ben) hivatkozunk, akkor az melyiket jelentse? (A v. B v. C)
2. Az „a” attribútum hány példányban jelenjen meg D-ben?

A két kérdés lényegében ugyanazt a problémát veti fel: ha kétértelműség van, hogyan válasszunk?

Megoldási lehetőségek

A legtöbb esetben az ilyen kódot nem lehet lefordítani, a fordító, vagy a futtató környezet kétértelműségre (*ambiguous*) hivatkozva hibajelzéssel leáll.

Az ősosztály mondja meg, hogy mit szeretne tenni ilyen esetben.

A származtatott osztály mondja meg, hogy melyiket szeretné használni.

C++

A c++ „megoldása”

```
D d;
d.f();
```

- #error C2385: 'D::f' is ambiguous

vagy:

```
class D : public B, public C
{
public:
 using C::f;
};
```

vagy:

A a B és C virtuális bázisosztálya kell legyen ⇒

a –t (minden adattagot) csak egyszer örökli

C++ – többszörös öröklődés

```
class Animal {
 public: virtual void eat(); };

class Mammal : public Animal {
 public: virtual Color getHairColor();
 …};

class WingedAnimal : public Animal {
 public: virtual void flap();
 …};

// A bat is a winged mammal

class Bat : public Mammal, public WingedAnimal {
 …};

Bat bat;
```

Hogyan eszik??

C++ – többszörös öröklődés

```
class Mammal : public virtual Animal {
  public: virtual Color getHairColor();
 …};
class WingedAnimal : public virtual Animal {
     public: virtual void flap();
 …};
// A bat is still a winged mammal
class Bat : public Mammal, public WingedAnimal {
 …};
```

Absztrakt osztály

Tervezés eszköze

Egy felső szinten összefogja a közös tulajdonságokat

A metódusok között van olyan, aminek csak specifikációja van, törzse nincs

Nem hozható létre példánya.

A leszármazott teszi konkréttá.

Absztrakt osztály

```
class Alakzat{
public:
   virtual void kirajzol()=0;
   virtual bool zart()=0;
…
}
```

C++

```
class Sikidom {
    protected:
      int szelesseg, magassag;
    public:
     virtual int terulet()=0;
     void beallit_ertekek(int a, int b)
                          {szelesseg = a; magassag = b;}
};

class Teglalap: public Sikidom{
    public:
      int terulet()  {return (szelesseg * magassag);} …
};

class Haromszog: public Sikidom{
    public:
      int terulet()  {return (szelesseg * magassag /2);}
};
```

C++

Nem lehet:

```
Sikidom a;
```

Lehet:

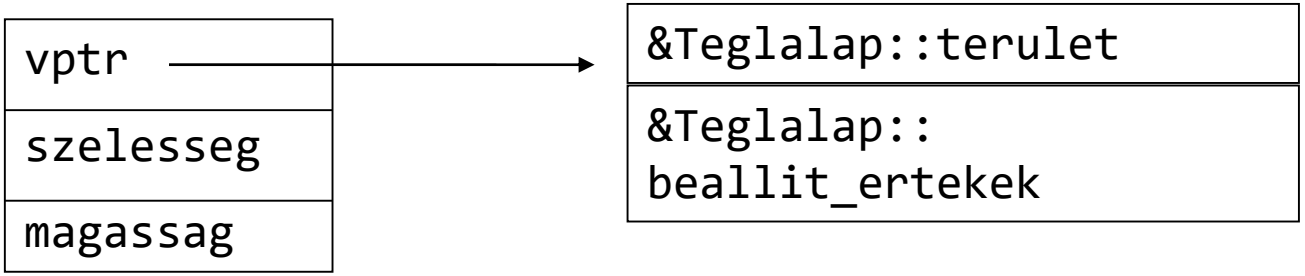
```
Teglalap t;
Haromszog h;

Sikidom* a2 = &t;
Sikidom* a3 = &h;

a2->terulet(); //Teglalap::terulet()
a3->terulet(); //Haromszog::terulet()
```

C++

Megvalósítás:

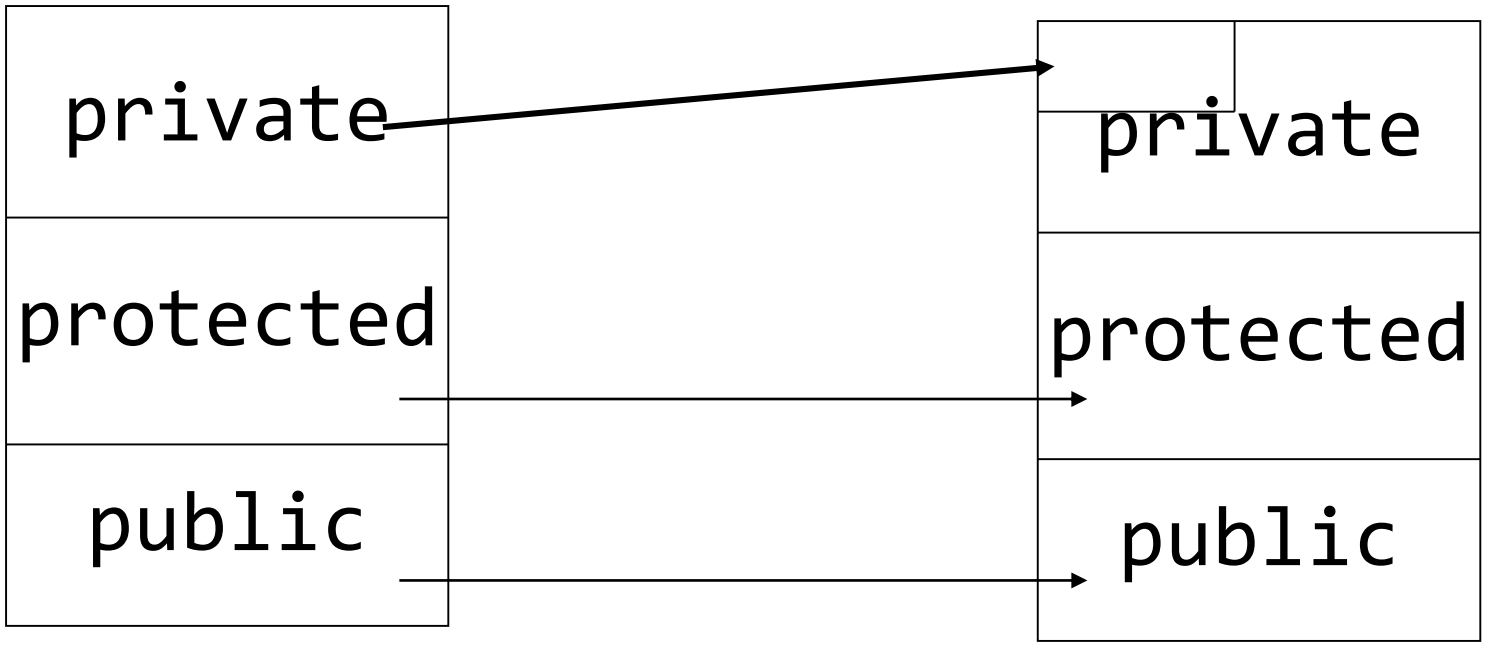
`Teglalap t;`

Teglalap osztály virtuális metódustáblája



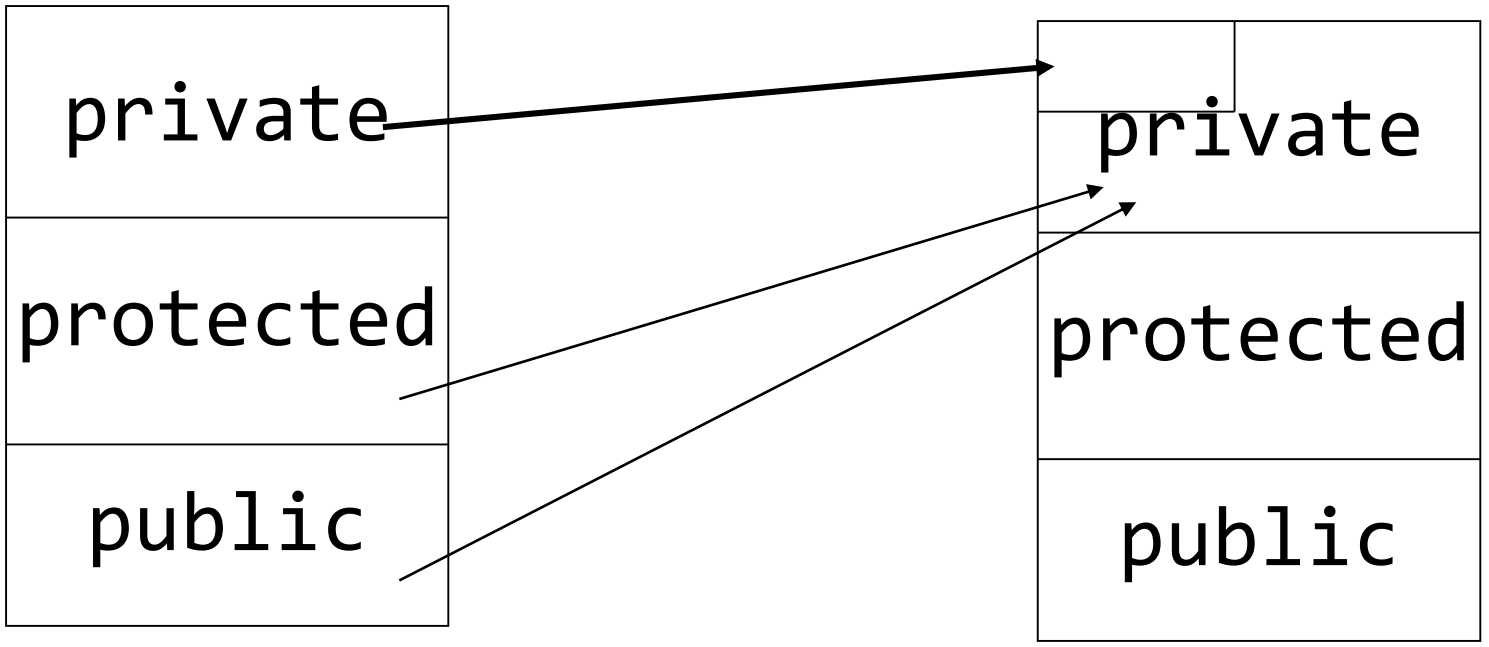
C++

public öröklődés:



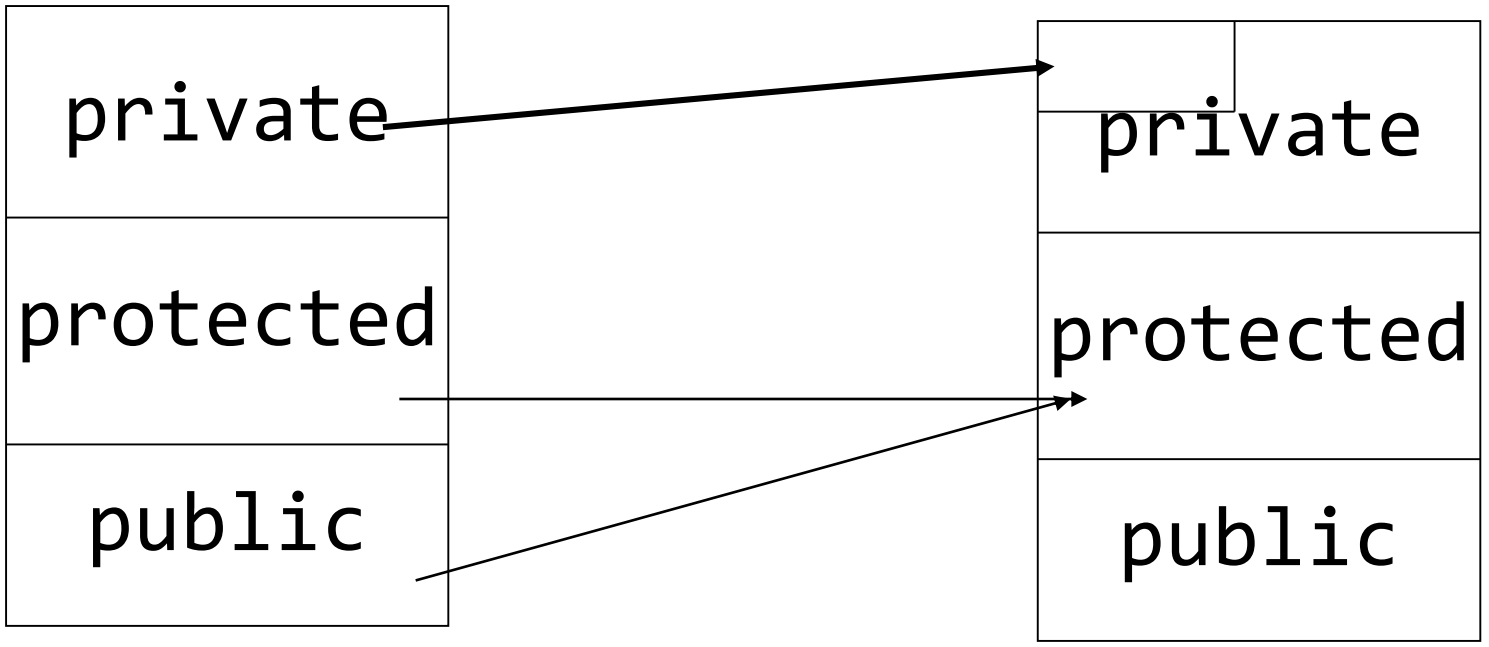
C++

private öröklődés:



C++

protected öröklődés:



C++

Mit örököl a leszármazott?

- Adattagokat
- Metódusokat

Mit nem örököl a leszármazott?

- Ősosztály konstruktorait, destruktorát
- Ősosztály értékadás operátorát
- Ősosztály barátait

C++

Mit vezethet be a leszármazott osztály?

- Új adattagokat
- Új metódusokat
- Felüldefiniálhat már meglévőket
- Új konstruktorokat és destruktort
- Új barátokat

C++

Egy általános metódus deklarációja a következőket jelenti:

1. A metódus elérheti a privát mezőket is
2. Az osztály scope-ját használja
3. A metódus egy konkrét objektumra hívódik meg, ezért birtokolja a ‘this’ pointert

Statikus metódus csak az 1, 2 - vel rendelkezik,

Ha egy függvényt friend-nek deklarálunk, akkor csak az 1. jogunk lesz (friend mechanizmus)

friend példa:

```
  typedef double Angle;
class Complex {
public:
 Complex(double r=0, double i=0){ R = r; I = i;}
 Complex operator =(Complex z){R = z.R; I = z.I; return *this; }
 Complex operator +(Complex z) {return  Complex(R+z.R,I+z.I);}
 Complex operator +(double x) { return Complex(R+x,I);}
 Complex operator *(Complex);
      Complex operator *(double);
      Complex operator -(Complex);
      Complex operator -(double);
      Complex operator /(Complex);
      Complex operator /(double);
      double Re(); double Im();
      double Abs(); Angle  Phi();
private:
 double R;  double I;
};
```

C++

```
Complex operator + (double x, Complex z){ return z+x;}
```

Vagy: osztály belsejében:

```
friend Complex operator+(double, Complex);
```

```
Complex operator+(double p1, Complex p2)
{
  Complex temp;
  temp.R = p1+p2.R;
  temp.I = p2.I;
  return (temp);
}
```

C++

Még egy (tipikus) friend példa

```
class Point {
  friend ostream &operator<<( ostream &, const Point &);
   public:
        Point( int = 0, int = 0 );       // default constructor
        void setPoint( int, int );       // set coordinates
        int getX() const { return x; }  // get x coordinate
        int getY() const { return y; }  // get y coordinate
    protected:          // accessible by derived classes
      int x, y;        // x and y coordinates of the Point
   }; // end class Point
```

Interfész

Típusspecifikáció támogatása

„Szolgáltatások”

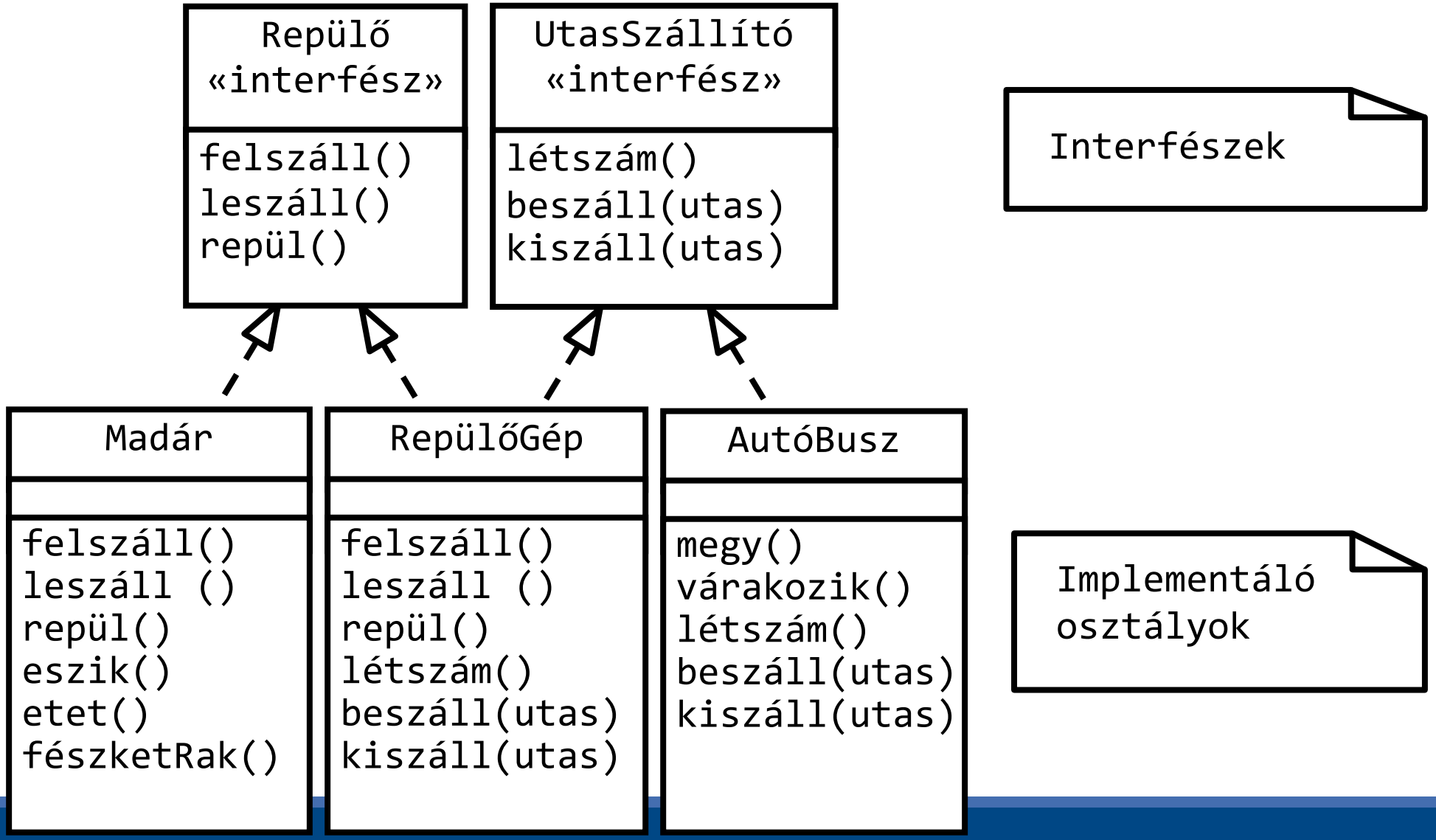
Meg kell valósítani a szolgáltatásait

Többszörös öröklődéssel nincs (annyi) probléma

- összefogja a közös jellemzőket

Interfész ≠ Absztrakt osztály!

Interfész


Repülő
«interfész»
felszáll()
leszáll()
repül()
UtasSzállító
«interfész»
létszám()
beszáll(utas)
kiszáll(utas)
Interfészek
Madár
felszáll()
leszáll ()
repül()
eszik()
etet()
fészketRak()
RepülőGép
felszáll()
leszáll ()
repül()
létszám()
beszáll(utas)
kiszáll(utas)
AutóBusz
megy()
várakozik()
létszám()
beszáll(utas)
kiszáll(utas)
Implementáló
osztályok