Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Információs Technológiai és Bionikai Kar

Objektumorientált programozás

2017. szeptember 19.

Az OO paradigma

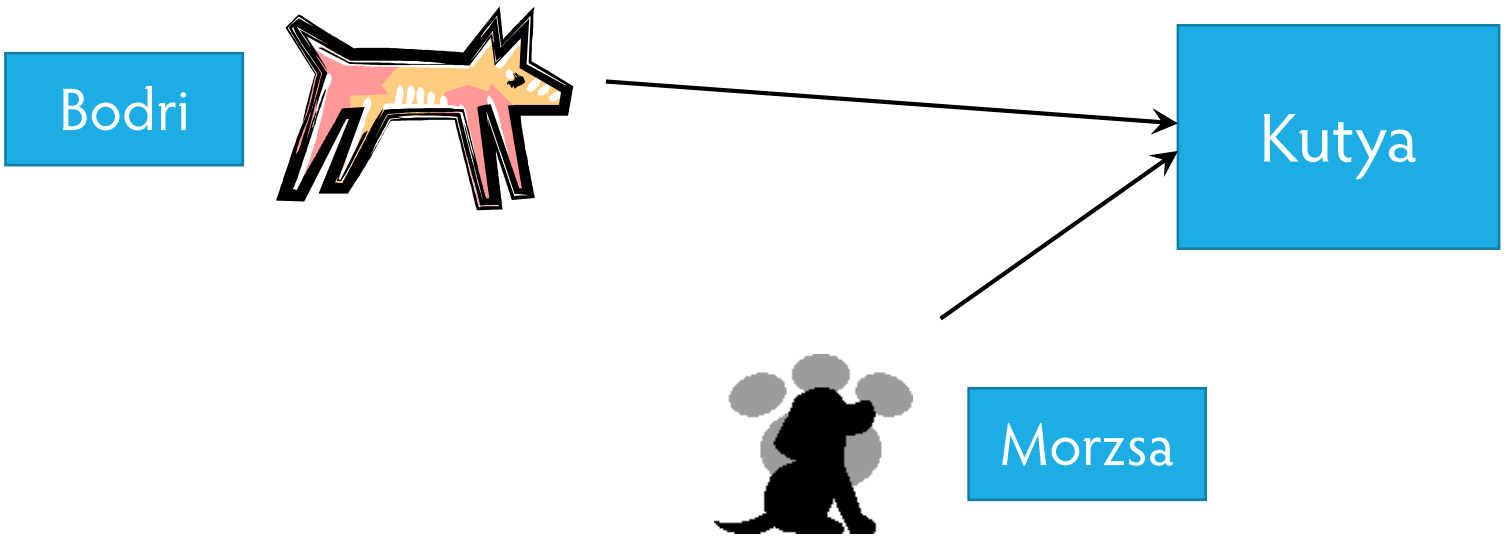
- Mitől OO egy program?
- Objektum
- Osztály
- Öröklődés

A valós világ modellezése

- Az ember a világ megértéséhez modelleket épít
- Modellezési alapelvek
  - Absztrakció
    - 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.
  - Megkülönböztetés
    - Az objektumok a modellezendő valós világ egy-egy önálló egységét jelölik.
    - Az objektumokat a számunkra lényeges tulajdonságaik, viselkedési módjuk alapján megkülönböztetjük.
  - Osztályozás
    - Az objektumokat kategóriákba, osztályokba soroljuk
      - 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.

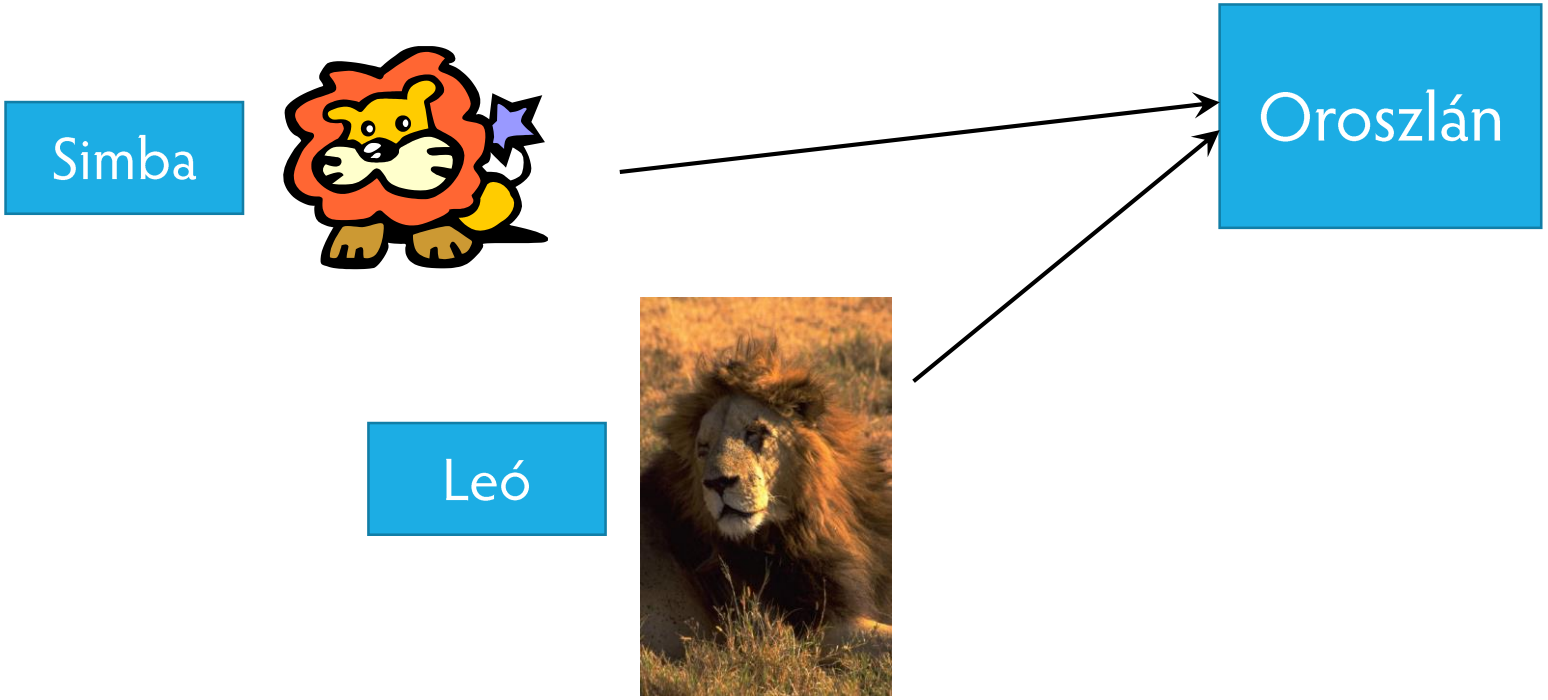
A valós világ modellezése

- Osztályozás



A valós világ modellezése

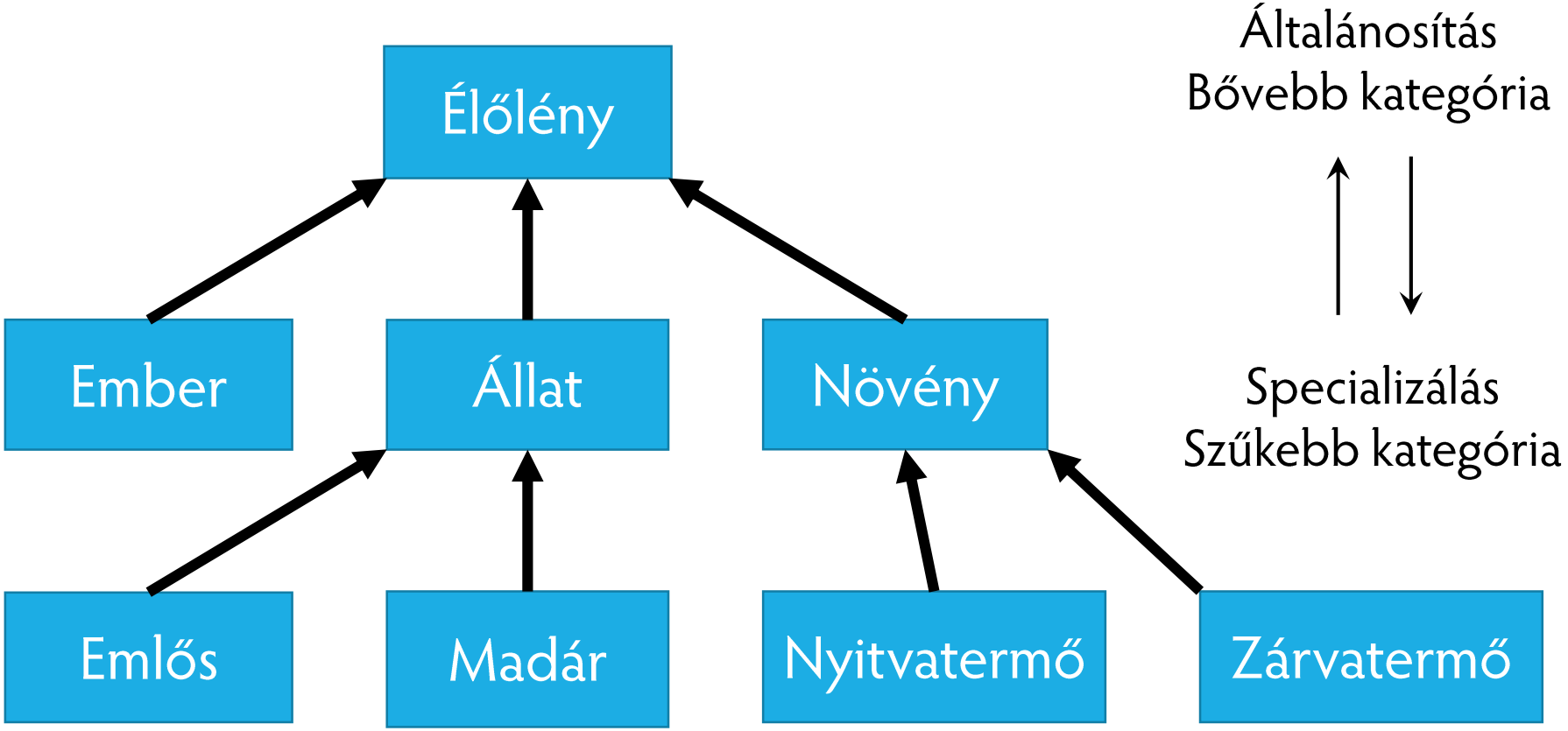
- Osztályozás



A valós világ modellezése

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

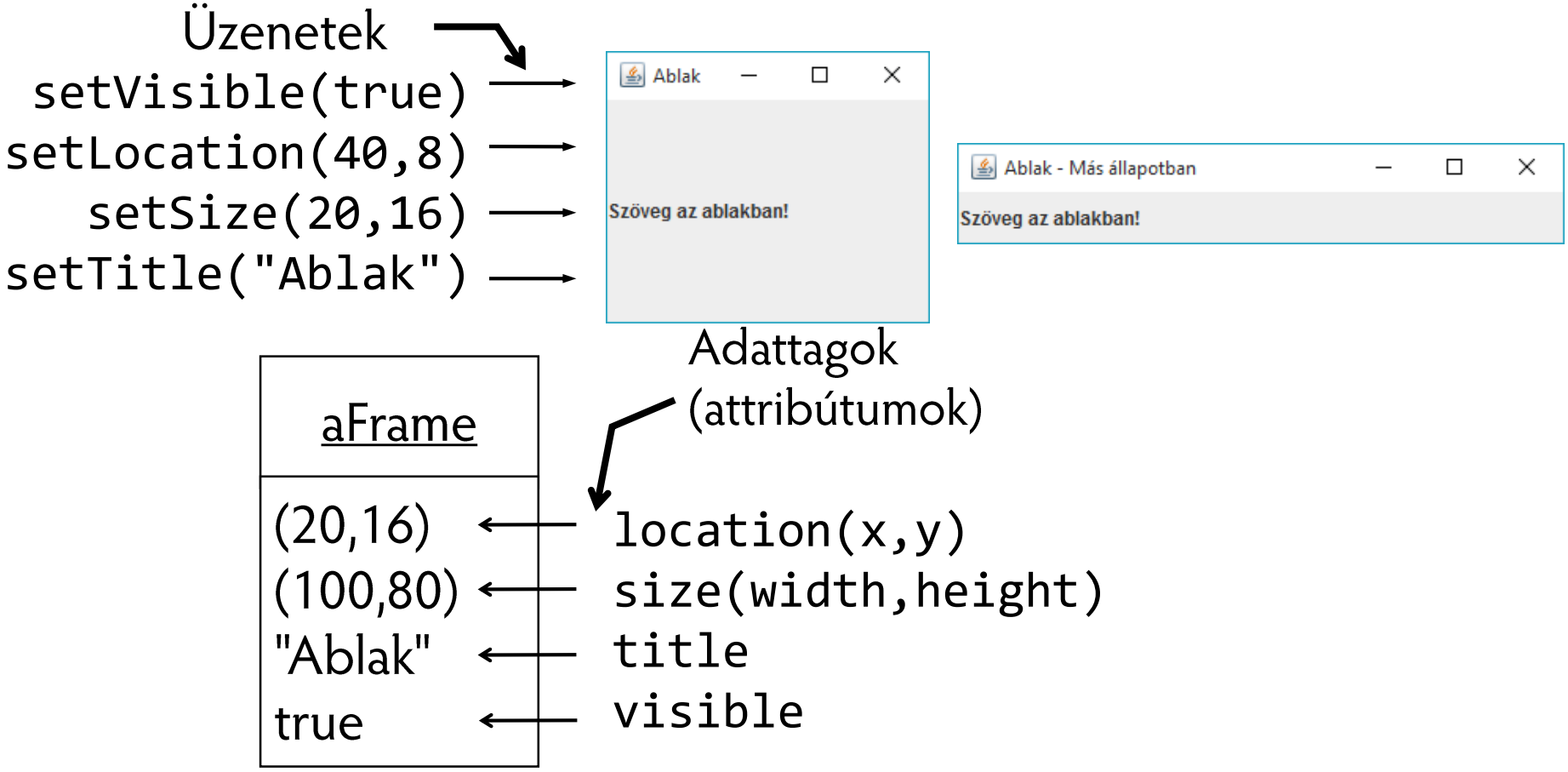
A valós világ modellezése



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

Ablak objektum

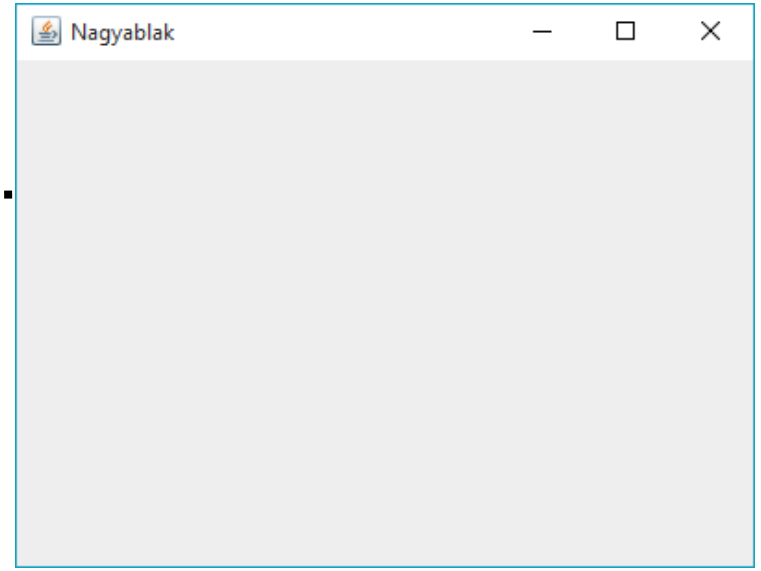


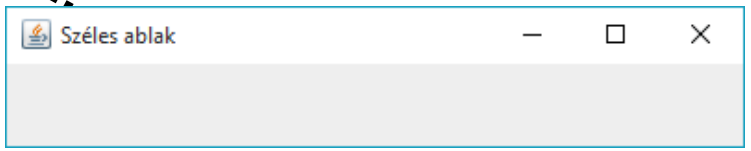
Osztály, példány

- 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

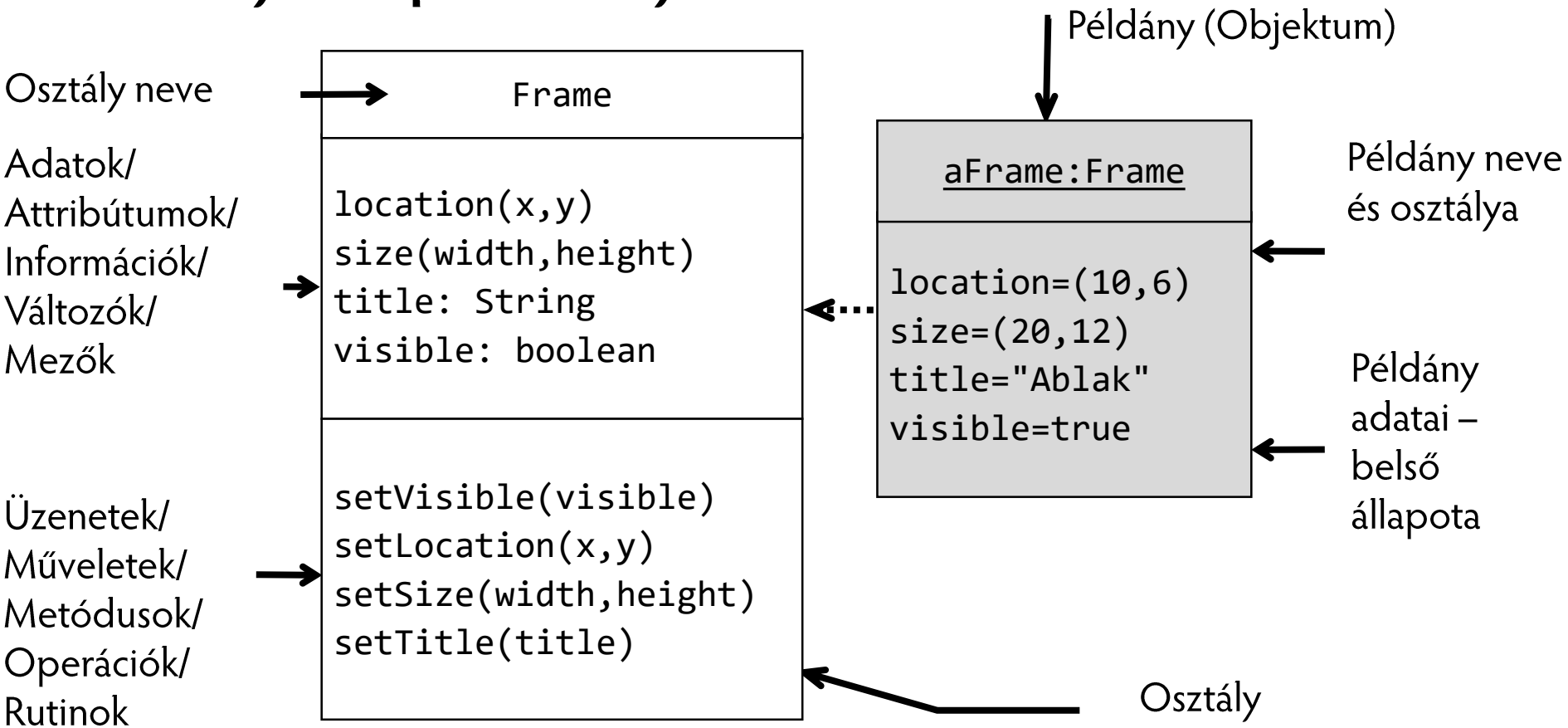
Frame osztály és példányai

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



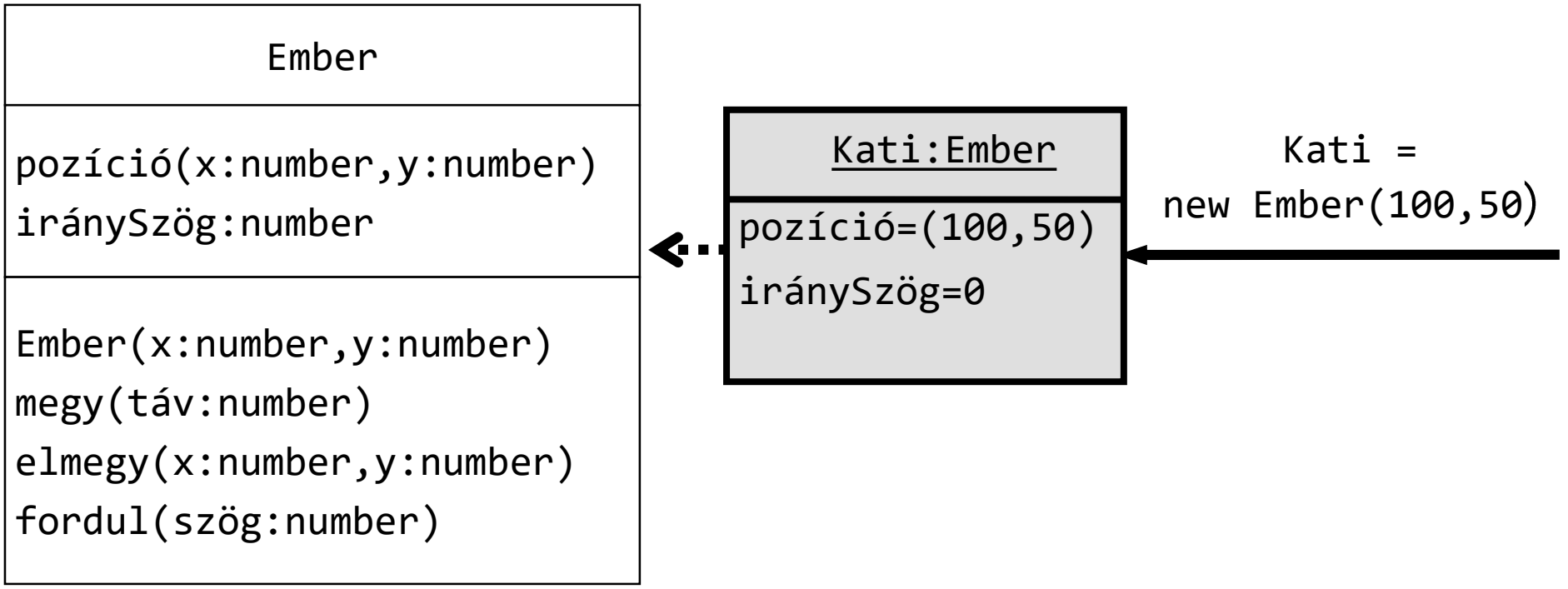
Osztály és példány a C++-ban

```
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 kezdőértékének megadása
  - 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

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

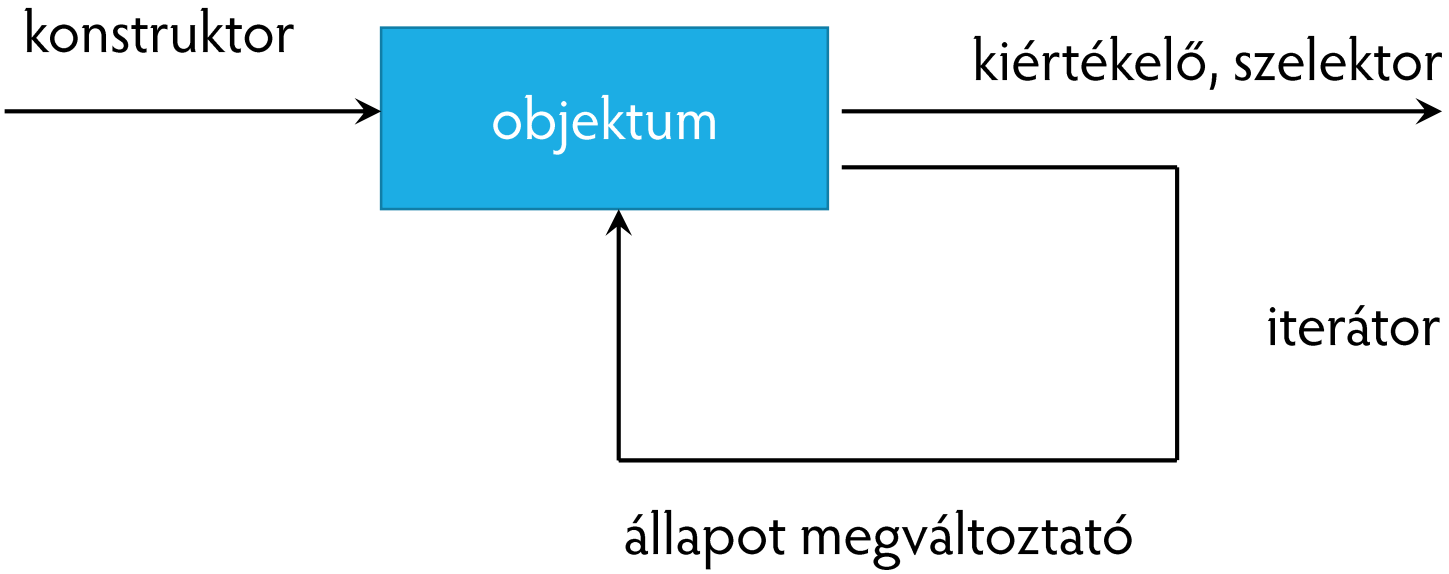
- Export műveletek csoportosítása:
  - Létrehozó (konstruktor)
    az objektum létrehozására, felépítésére
    - Példa veremnél
      - create: → Verem
  - Állapot megváltoztató
    - Példa verem esetén
      - pop: Verem → Verem × Elem
      - push: Verem × Elem → Verem

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:



Kliens üzen a szervernek

Kívülről elérhető metódus hívása

A feladatot elvégeztető objektum

A feladatot elvégző objektum

Kliens üzen a szervernek

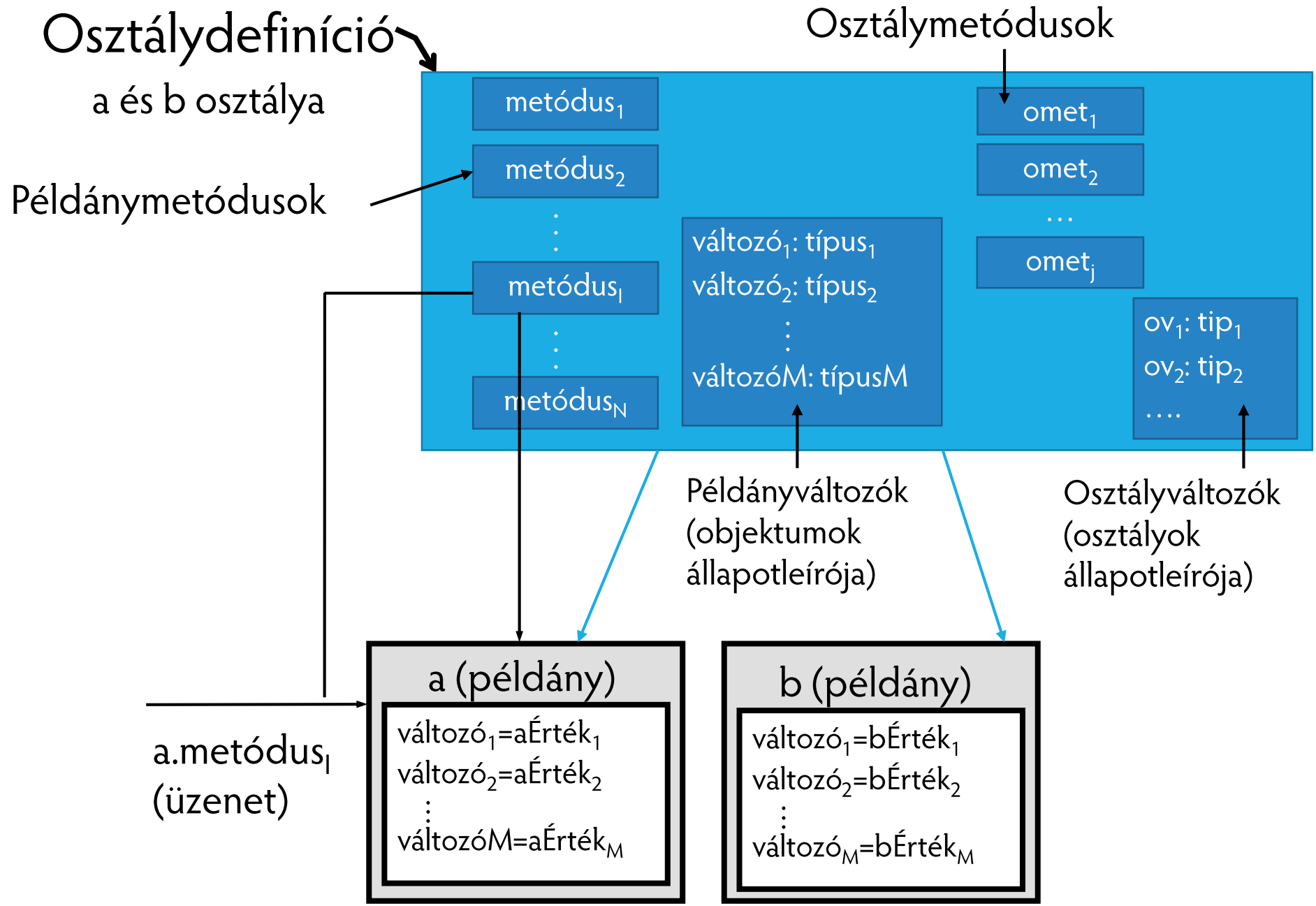
- Kliens
  - Aktív objektum, másik objektumon végez műveleteket, de rajta nem végeznek
  - Nincs export felülete
  - Például óra (órajel)
    - Meghatározott időközönként művelet egy regiszteren
- Szerver
  - Passzív objektum
  - Csak export felülete van
  - Másoktól érkező üzenetekre vár, mások szolgáltatását nem igényli
- Ágens
  - Általános objektum, van export és import felülete

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
Osztálymetódusok
Példánymetódusok
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:

```
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);
}
```

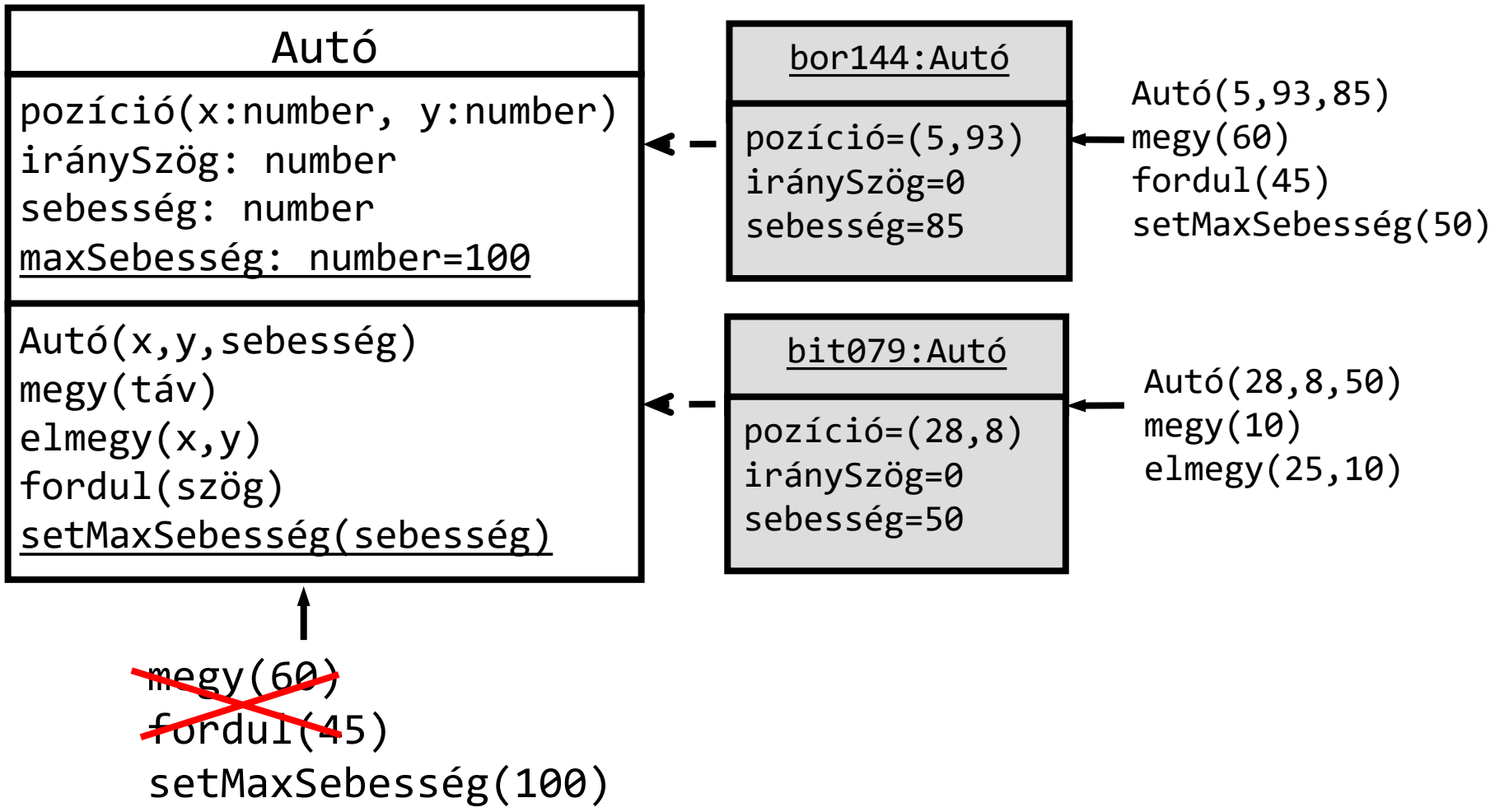
- Mire jó?
  - Ha paraméter nélküli konstruktor hívás történik, akkor az `alapert_datum` értéket kapja meg az új objektum.
- Az előző konstruktor helyett:

```
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)

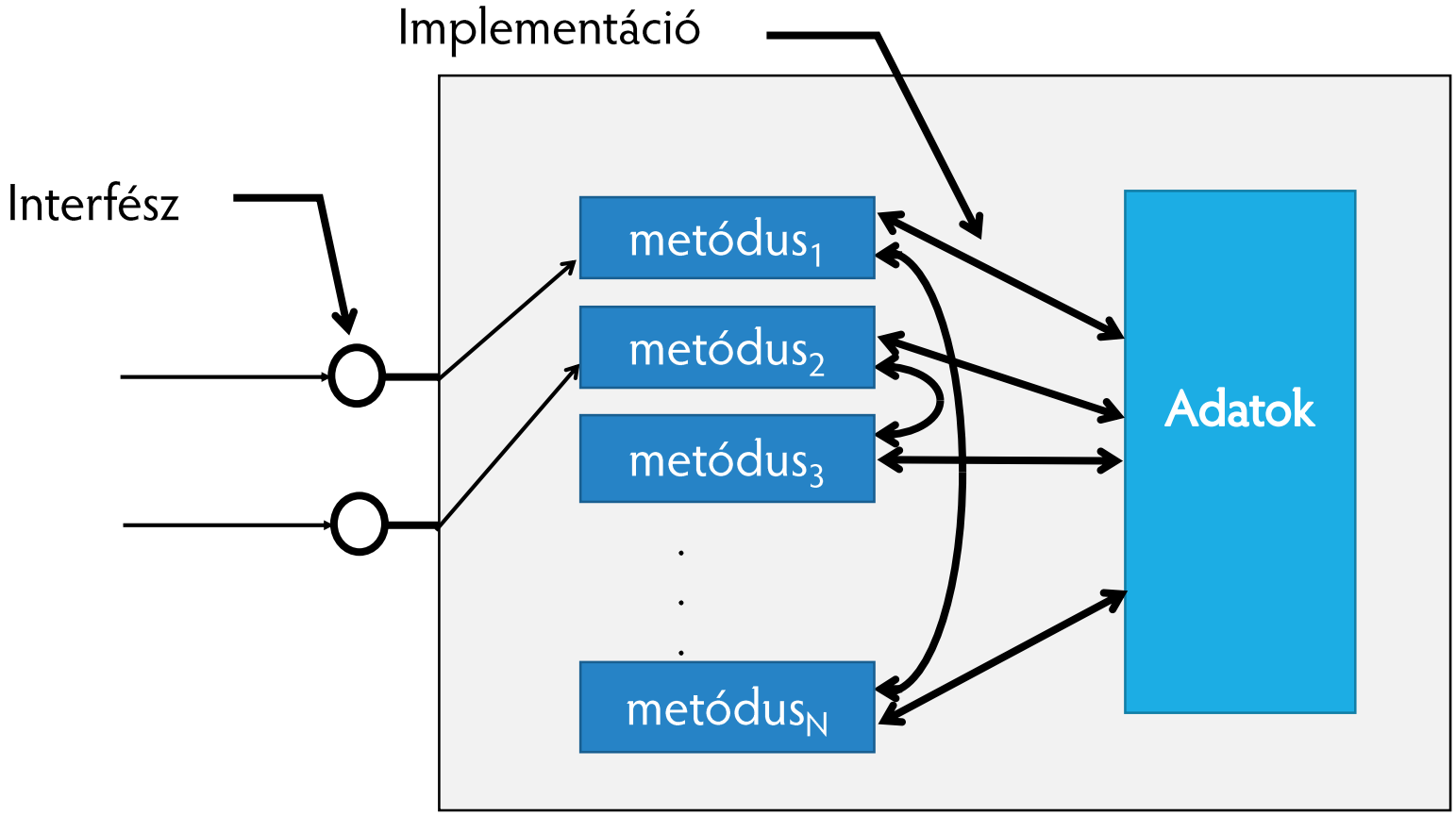
A „this”

- Ha egy osztályból több objektumot példányosítunk, akkor el kell tudni dönteni, hogy éppen melyik objektum hívta meg a metódust.
  - Tudni kell, hogy a metódus melyik objektum adataival fog dolgozni
  - Ezért szükség van egy olyan mutatóra, amely mindig a metódust meghívó objektumpéldányra mutat.
  - Ezt szolgálja a „`this`” „paraméter”.
    - A 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 hivatkozhatunk a `this` segítségével
    - Ez számos nyelvben alapértelmezett

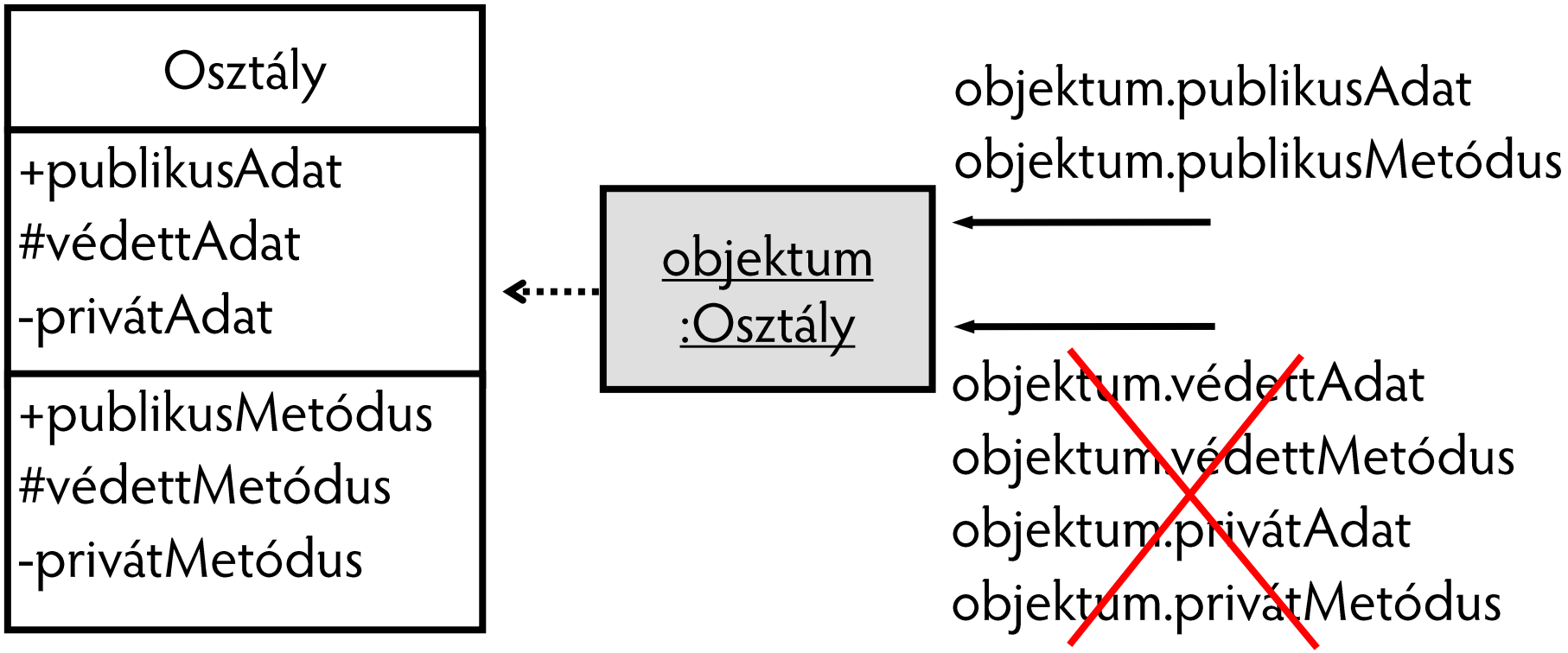
OOP elvárások

- 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

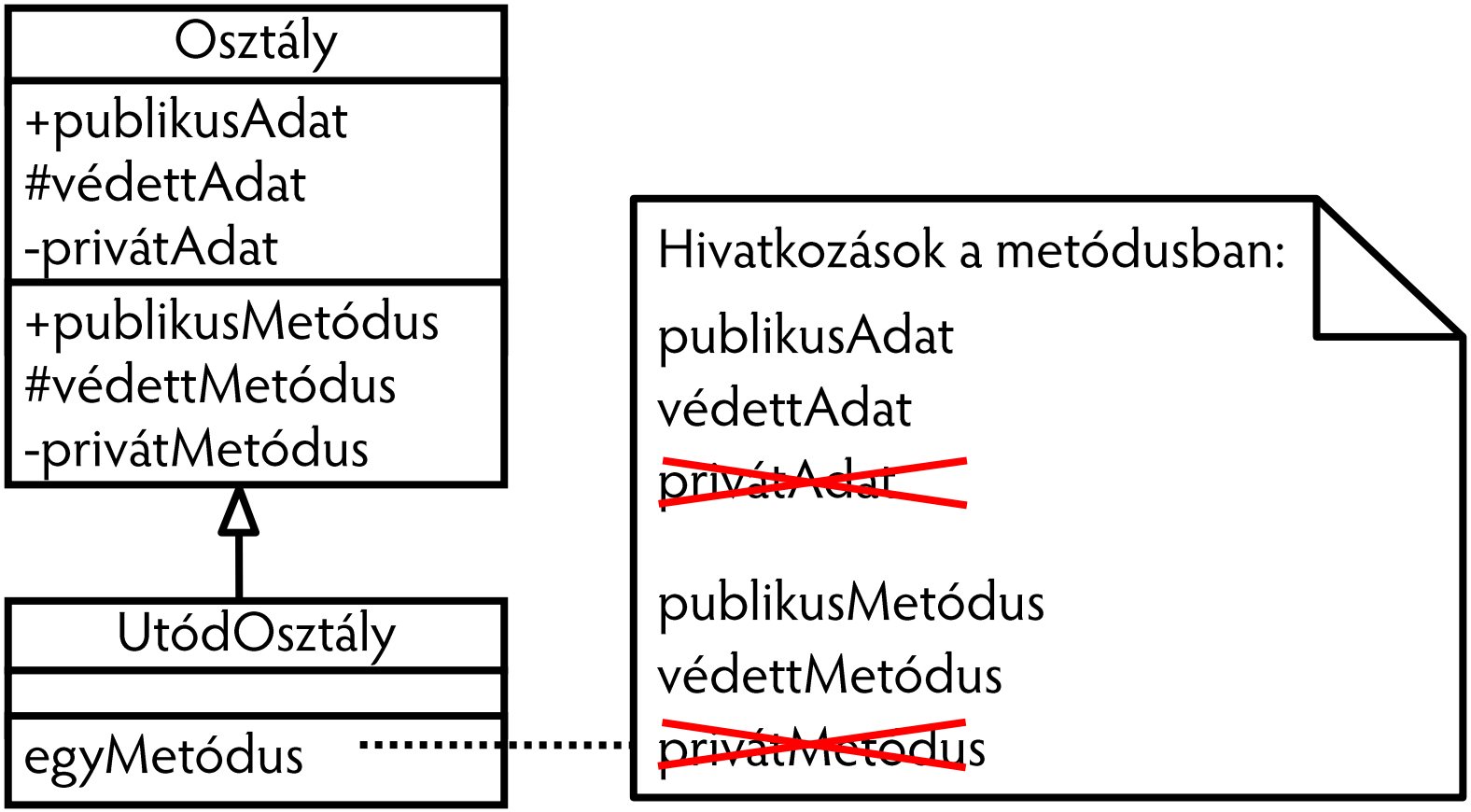
Információ elrejtése



Láthatóság – Objektum védelme



Osztály védelme

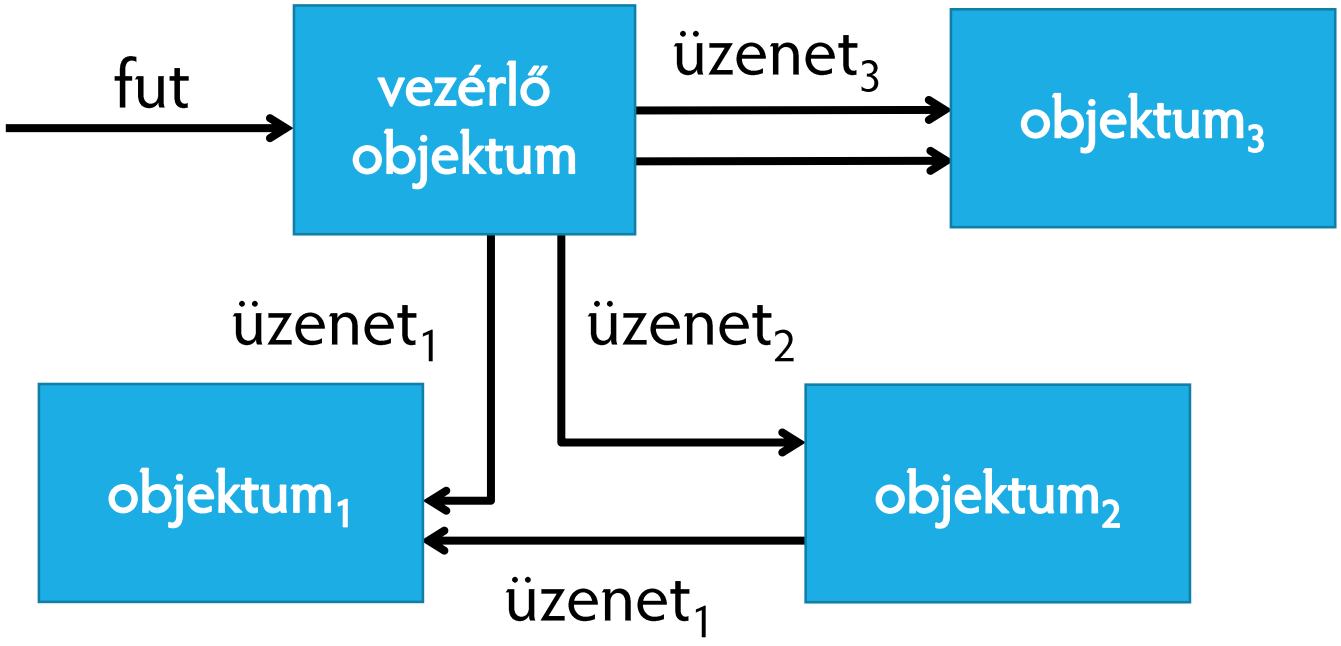


C++

- Az adattagok és metódusok elrejtése megoldott
- A láthatóság minősítője lehet
  - `public`
    - a külső felhasználók is elérik
  - `protected`
    - csak az adott osztály és leszármazottai 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



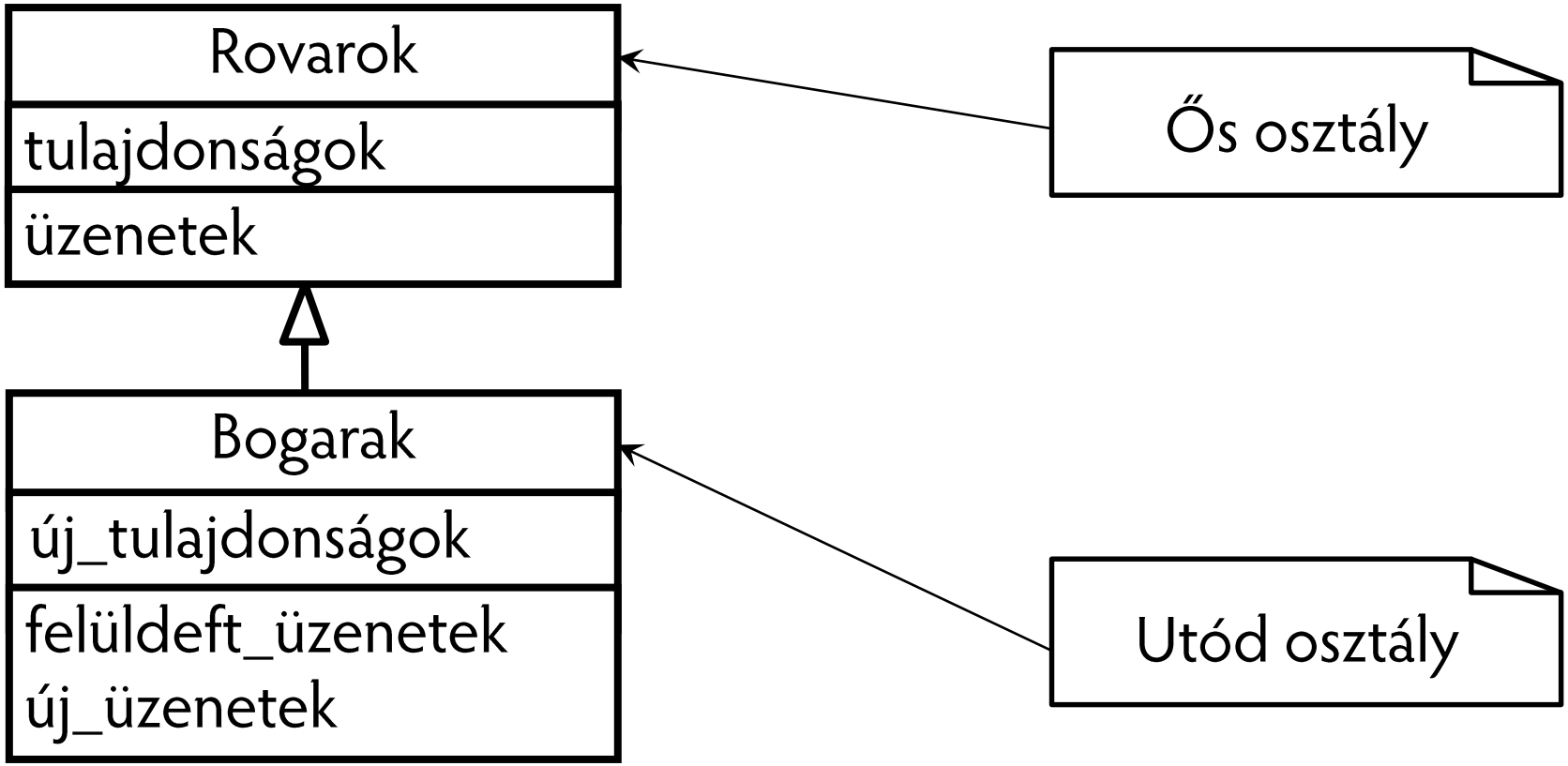
Öröklődés

- 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

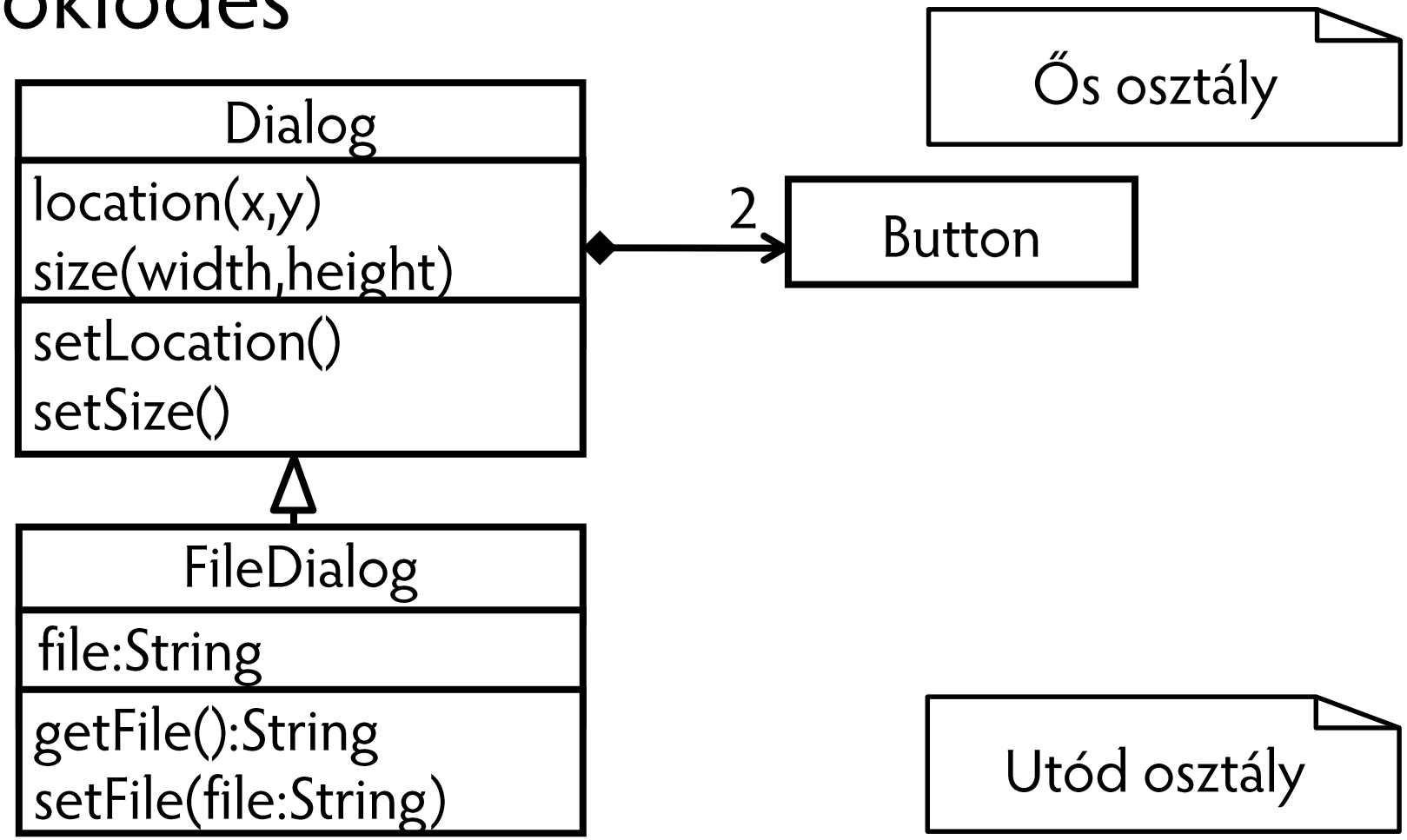
Öröklődés

- Mit tehet a leszármazott?
- Bevezethet új műveleteket és adattagokat
  - Ezek egyszerűen hozzáadódnak az örökölt metódusokhoz és adattagokhoz.
- Változtathat az örökölt viselkedésén – átdefiniálhatja az örökölt metódusokat, ezek a hierarchiában felülbírálják az örökölt metódust.

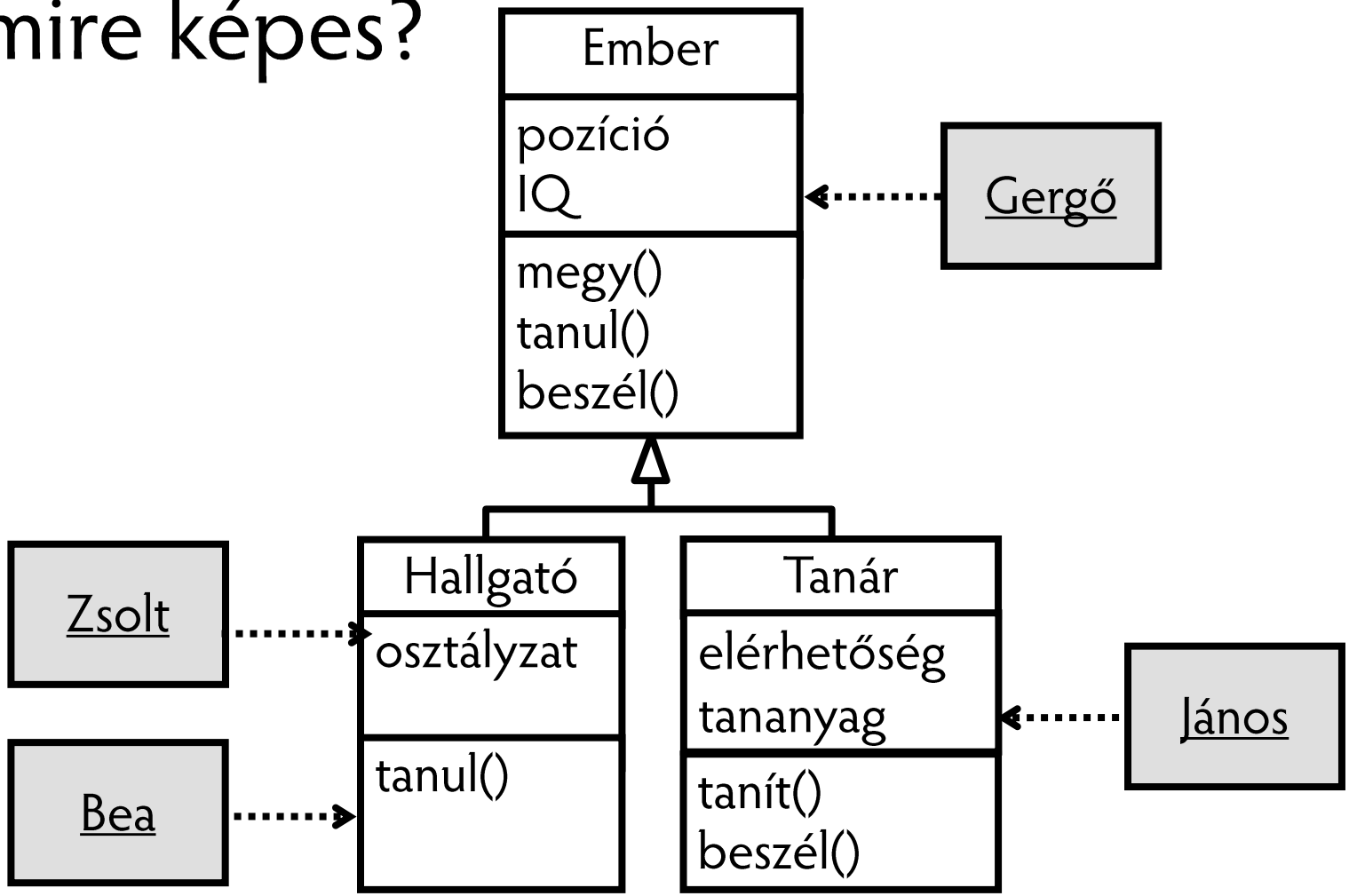
Öröklődés – IS-A reláció



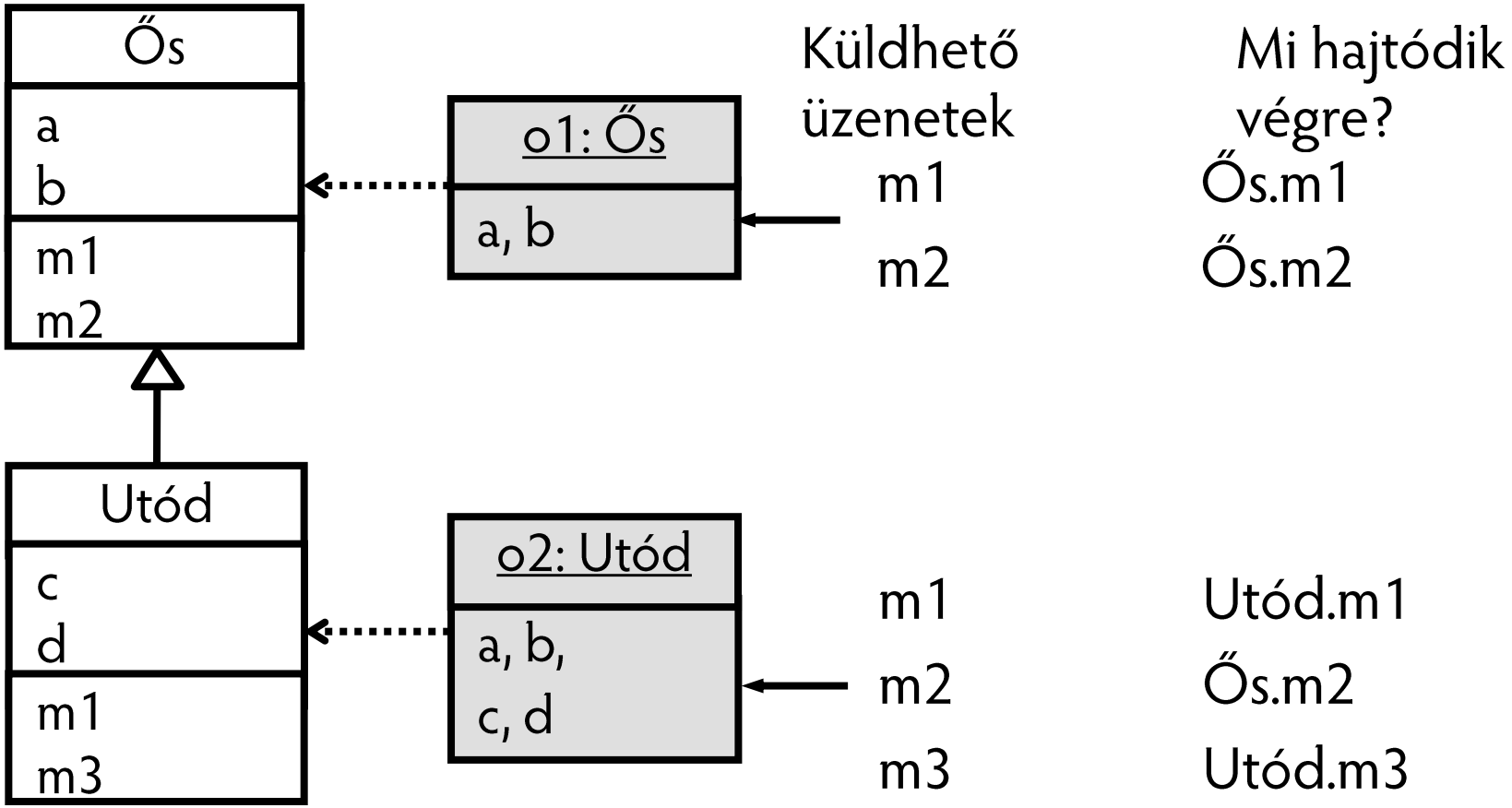
Öröklődés


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



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 (többbalakúság): 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

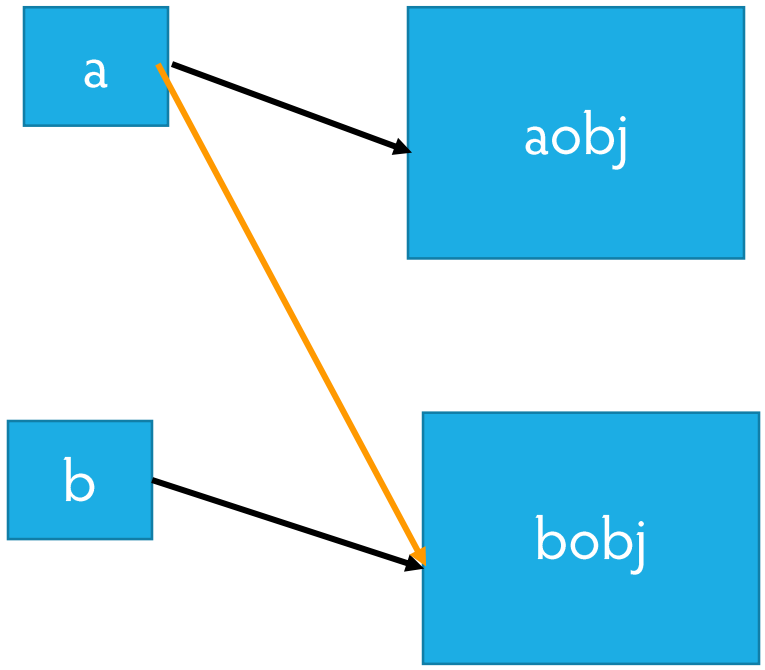
```
Employee emp ("Kati","Fekete", 3);
Manager m ("Jozsef", "Kovacs", 3, 2);
emp = m;
```

- Megengedett

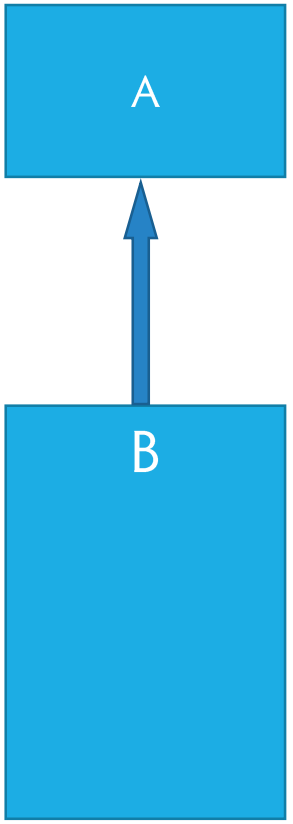
```
emp.print();
m.print();
```

- 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();
```

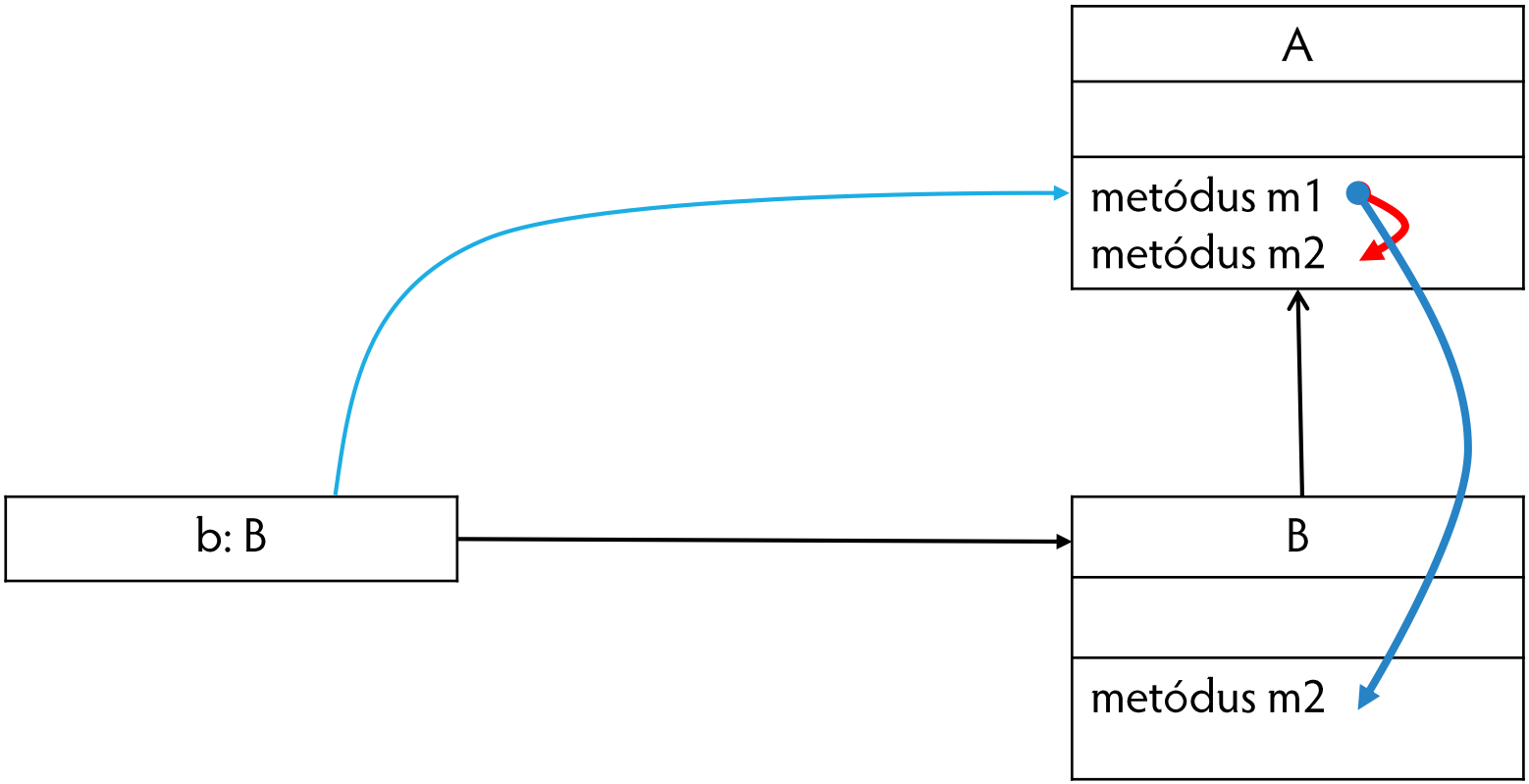
Melyik `print`?

Dinamikus összekapcsolás

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

- Előző példák
  - A háromszög kirajzolása
  - A manager kinyomtatása

Dinamikus összekapcsolás



Dinamikus összekapcsolás – C++-ban

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

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
  - Erről a programozási nyelvek és módszerek tárgyon beszélünk

C++ példa (folyt.)

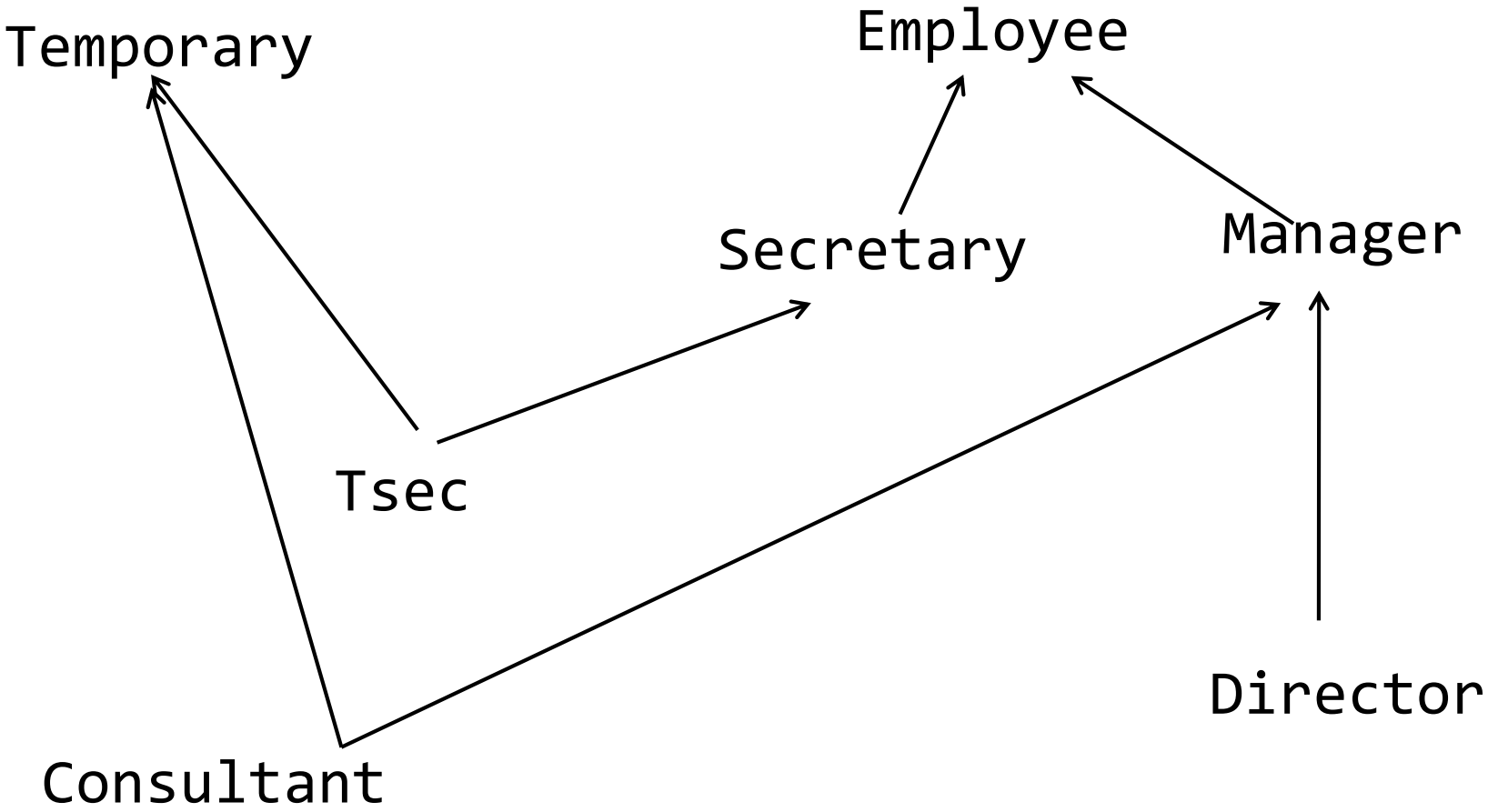
- egy leszármazott lehet ős is

```
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 { … };
```

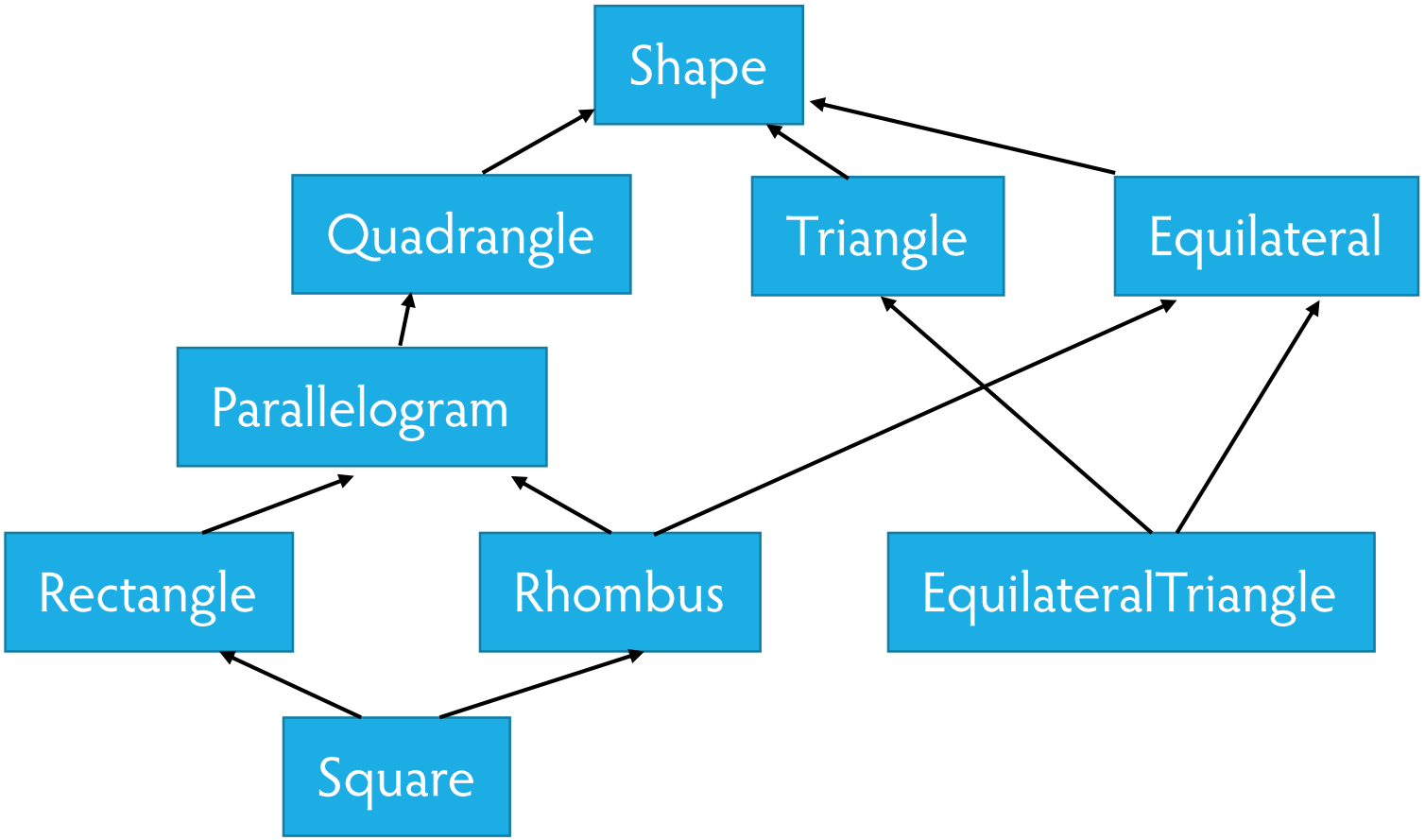
Példa


Temporary
Employee
Secretary
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

Egy típus- és osztályhierarchia



Adjunk hozzá egy attribútumot!

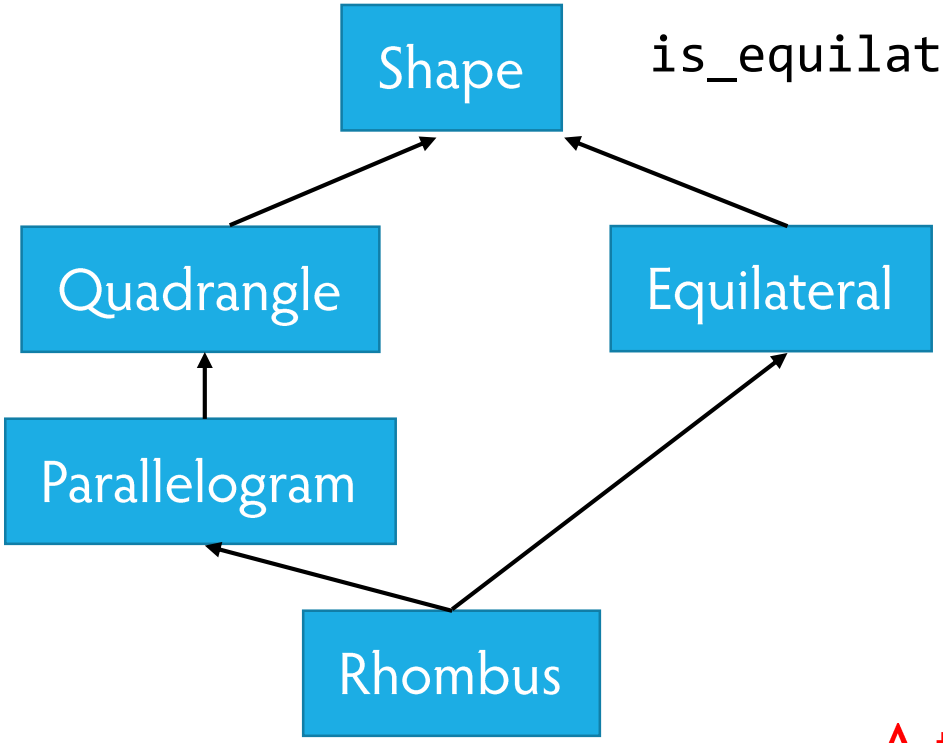
- Az alakzatoknak legyen színe – `color` – és egy `set_color` metódusa
  - Változtassuk meg a Shape, Quadrangle, Parallelogram, Triangle, Equilateral, EquilateralTriangle, Rhombus, Rectangle, Square stb. Típusokat
  - Változtassuk meg a Shape-t, a többiek öröklik az új attribútumot és metódust automatikusan

Adjuk hozzá az `is_equilateral`-t!

```
bool Shape::is_equilateral () {
  return false;
}


bool Equilateral::is_equilateral () {
  return true;
}
```

Egy Rhombus egyenlőoldalú?




```
is_equilateral () { return false; }
```

```
is_equilateral () {
    return true;
}
```

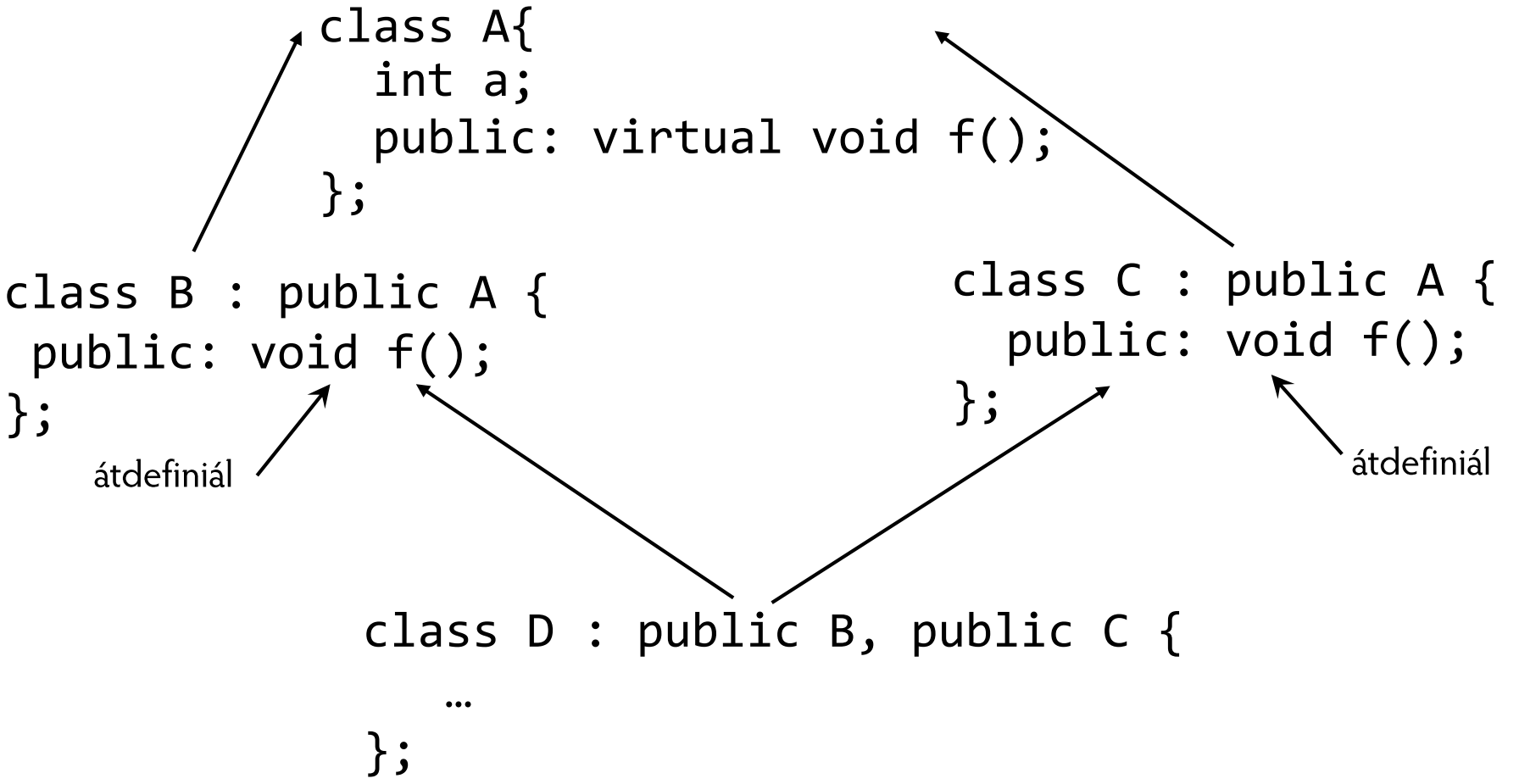
`is_equilateral?`

A többszörös öröklődésnek lehetnek problémái!

Többszörös öröklődés

- Egy osztálynak egynél több közvetlen őse lehet
- Problémák:
  - Adattagok hányszor?
  - Melyik metódus?

A többszörös öröklődés problémái:



A többszörös öröklődés problémái:

- Ha egy D-beli „f"-re (felüldefiniáltuk B-ben és/vagy C-ben) hivatkozunk, akkor az melyiket jelentse?
  - A ?
  - B ?
  - C ?
- 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++ – 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

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

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

C++ - Absztrakt osztály

```
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++

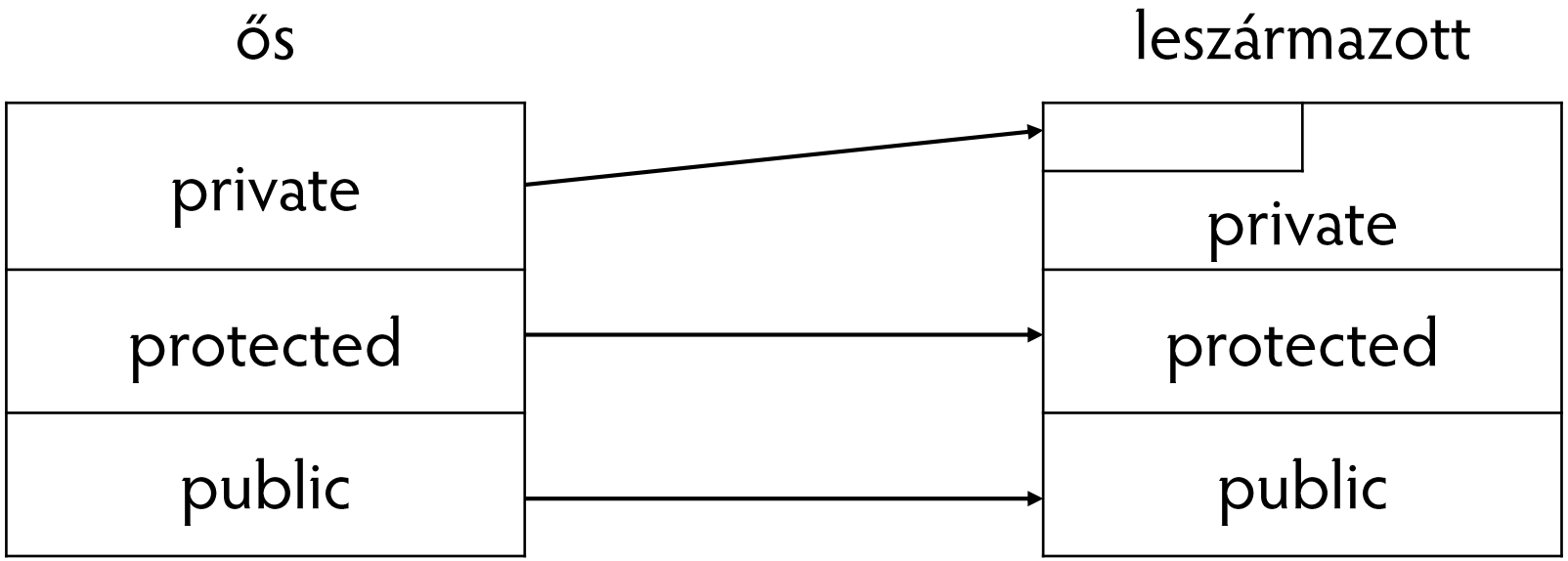
- Nem lehet:
```
Sikidom a;
```
- Lehet:
```
Teglalap t;
Haromszog h;

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

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

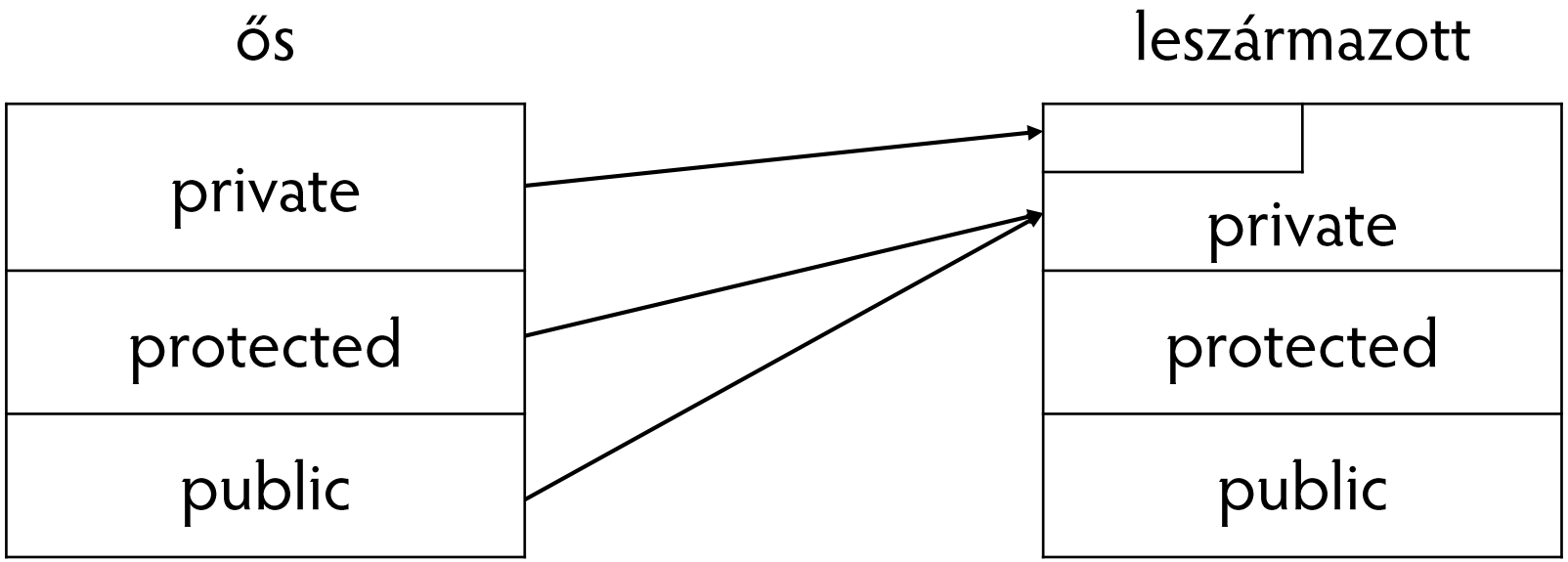
Láthatóságok öröklődésnél

- public öröklődés:



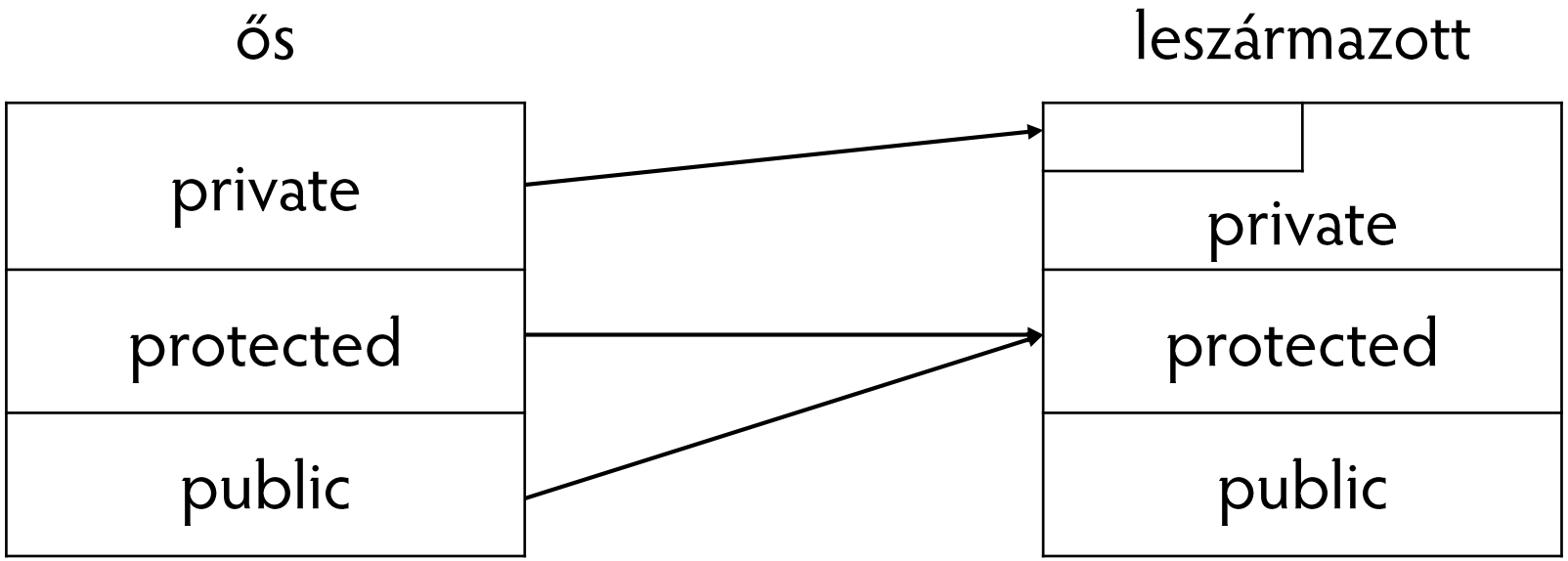
Láthatóságok öröklődésnél

- private öröklődés:



Láthatóságok öröklődésnél

- protected öröklődés:



Öröklés

- Mit örököl a leszármazott?
  - Adattagokat
  - Metódusokat
- Mit nem örököl a leszármazott?
  - Ősosztály konstruktorait, destruktorát
    - Ám tudja használni / meghívni / delegálni
  - Ősosztály értékadás operátorát
  - Ősosztály barátait

Öröklés

- Mit vezethet be a leszármazott osztály?
  - Új adattagokat
  - Új metódusokat
  - Felüldefiniálhat már meglévőket
  - Új konstruktorokat és destruktort
  - Új barátokat

Friend

- 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 eléri a '`this`' pointert
- Statikus metódus esetén a 3. pont nem érvényes
- `friend` függvény esetén csak az 1. jogunk lesz

Operátorok – Friend

```
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;
};
```

Operátorok – Friend

```
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);
  }
```

Friend

- 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
```

Verem, Sor, Lista, Vektor, …

Következő alkalommal