

# *Programozás alapjai II.*

## *(6. ea) C++*

*Mutatókonverziók, heterogén kollekció*

---

Szeberényi Imre, Somogyi Péter

BME IIT

<szebi@iit.bme.hu>



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

# Öröklés (ismétlés)

---

- Egy osztályból olyan újabb osztályokat származtatunk, amelyek rendelkeznek az eredeti osztályban már definiált tulajdonságokkal és viselkedéssel.
- Analitikus – Korlátozó
- A tagfüggvények felüldefiniálhatók (override)
- virtuális függvény: hogy a tagfüggvény alaposztály felől (pointerén, referenciáján keresztül) is elérhető legyen.

# Analitikus öröklés példa (ism.)

```
class Pont {  
    int x, y;  
public:  
    Pont(int x1, int y1) :x(x1), y(y1) {}  
    void set(int x1, int y1) {x = x1; y = y1;}  
};
```

```
class Pont3D :public Pont {
```

```
    int z;
```

```
public:
```

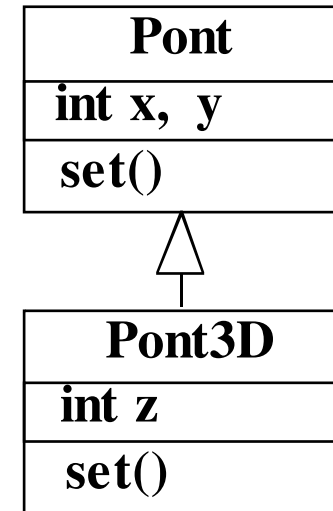
```
    Pont3D(int x1, int y1, int z1)
```

```
                :Pont(x1, y1), z(z1) {}
```

```
    void set(int x1, int y1, int z1) {
```

```
                Pont::set(x1, y2); z = z1; }
```

```
};
```



Bővült

# *Korlátozó öröklés példa/1 (ism.)*

Szeretnénk egy stack és egy queue osztályt:

- mindkettő tároló
- nagyon hasonlítanak, de
- eltér az interfészük:
  - put, get
  - push, pop
- önállóan vagy örökléssel ?

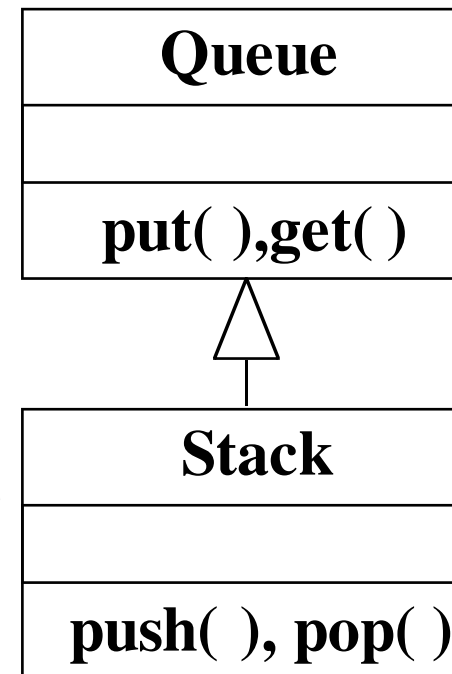
```
class Queue { ....  
public:  
    void  put( int e );  
    int   get( );  
};  
  
class Stack { ....  
public:  
    void  push( int e );  
    int   pop( );  
};
```

# Korlátozó öröklés példa/2 (ism.)

```
class Stack : private Queue { // privát: eltakar a külvilág felé
    size_t nelem;
public:
    Stack( ) : nelem(0) { }
    int pop( ) { nelem--; return(get()); }
    void push(int e) {
        put(e); // betesz
        for( size_t i = 0; i < nelem; i++ )
            put(get( )); // átfogat
        nelem++;
    }
};
```

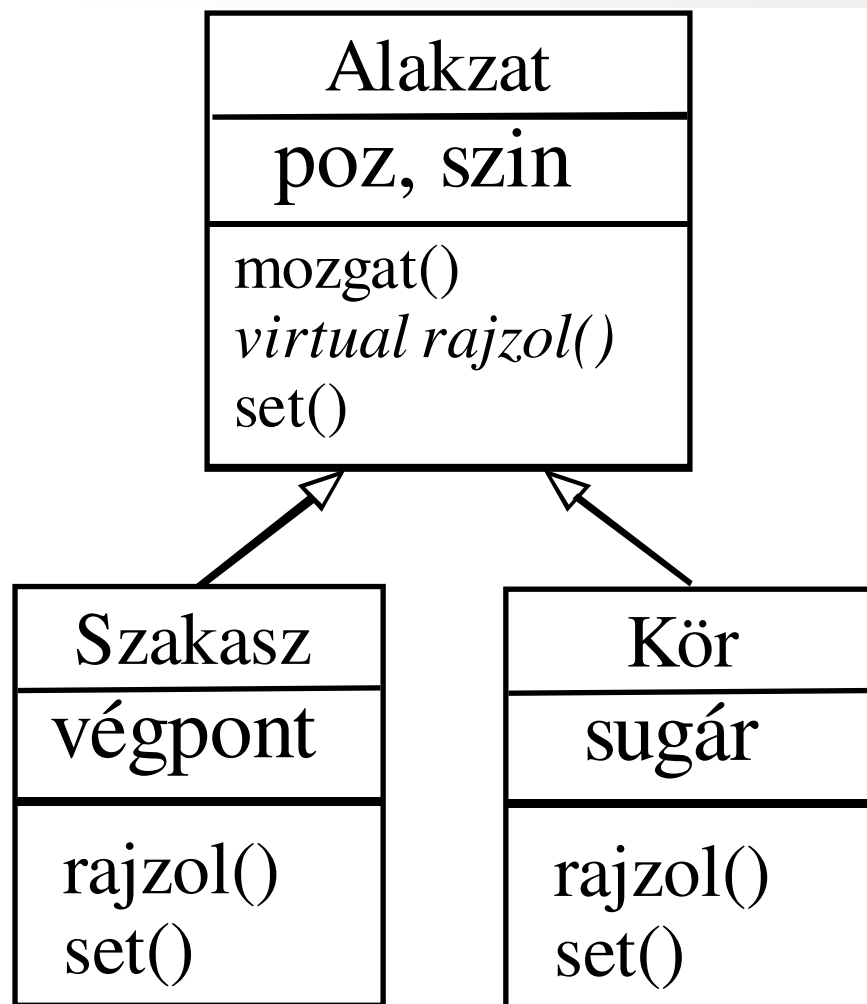
Továbbhívjuk a get()-et

Nem hatékony, csak példa!



```
Stack s1; s1.pop(); s1.get()
```

# Virtuális tagfüggvény (ism.)



rajzol() "átdefiniálása"  
virtuális függvénnyel



késői  
kötés

set() átdefiniálása:  
fv. override

**Alakzat::rajzol();  
Mit hív ?**

# *Fontos C++ sajátosságok*

---

- Konstruktor nem lehet virtuális
- Destruktor igen, és érdemes odafigyelni:
  - Ha alaposztályból dinamikus adattagot tartalmazó osztályt hozunk létre, majd ezt az alaposztály „felől” használjuk (töröljük).
- A konstruktorból hívott (saját) virtuális függvény **még nincs** átdefiniálva! A virt. táblát maga konstruktor tölti ki! (kötés)
  - absztrakt osztály esetén NULL pointer!

# Inicializálás /1 (ism.)

```
class Pont {  
protected:  
    int x, y;  
public:  
    Pont(int x1 = 0, int y1 = 0) { x = x1; y = y1; }  
};  
class Pont3D :public Pont {  
    int z;  
public:  
    Pont3D(int x1, int y1, int z1)  
        {x = x1; y = y1; z = z1;}  
};
```

Kell a default, mert ...

Mindig lehet így?

Alaposztály konstruktora mikor hívódik?



## *Inicializálás /2 (ism.)*

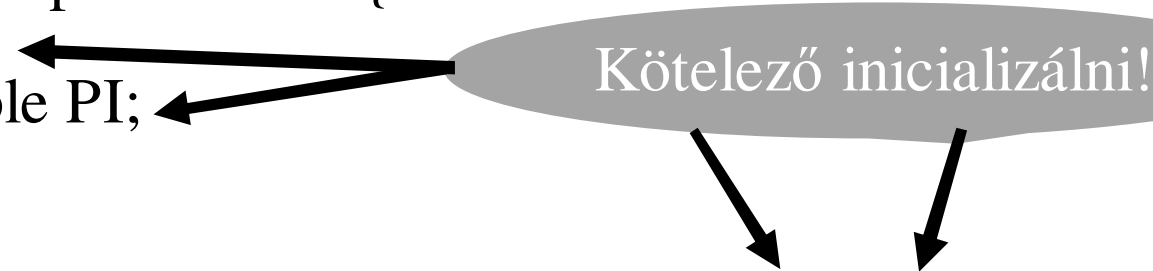
```
class Pont {  
protected:  
    int x, y;  
public:  
    Pont(int x1, int y1) : x(x1), y(y1) { }  
};  
class Pont3D :public Pont {  
    int z;  
public:  
    Pont3D(int x1, int y1, int z1) : Pont(x1, y1), z(z1)  
        { }  
};
```

Most lehet paraméter nélküli, mert paraméterest hívunk.

Alaposztály konstruktora

## *Inicializálás /3 (ism.)*

```
class FixKor :public Pont {  
    double& r;  
    const double PI;  
    int x, y;  
public:  
    Kor(int x, int y, double& r) :x(x), y(y), r(r), PI(3.14) { }  
};
```



Kötelező inicializálni!

Melyik y? Van már this?

```
class FixKor :public Pont {  
    double& r;  
    static const double PI;  
    ...  
};  
const double Kor::PI = 3.14; // statikus tag, létre kell hozni
```

# *Explicit konstruktor*

- Az egyparaméteres konstruktorok egyben automatikus konverziót is jelentenek:  
pl: `String a = "hello";` → `String a = String("hello");`
- Ez kényelmes, de zavaró is lehet:
  - tfh: van `String(int)` – konstruktor, ami megadja a string hosszát, de nincs `String(char)` konstruktor;
  - ekkor: `String b = 'x';` → `String b =String(int('x'));`  
nem biztos, hogy kívánatos.
- Az aut. konverzió az explicit kulcsszóval kapcsolható ki. (pl: `explicit String(int i);`)

# Öröklés és polimorfizmus

```
struct A {
    void valami() { cout << "A valami" << endl; }
    void semmi() { cout << "A semmi" << endl; }
};
struct B: public A{
    void valami() { cout << "B valami" << endl; }
    void valami(int) { cout << "B valami int" << endl; }
};
...
B b;
b.valami();           // B valami
b.valami(1);         // B valami(int)
b.semmi();           // A semmi
b.A::valami();       // A valami
b.A::valami(int)     // HIBA
```

# Értékadás és kompatibilitás

```
struct Alap { int a; void f(); };  
struct Utod : Alap { double d; int f1(); };
```

`Alap alap;`



`Utod utod;`



`alap = utod;`

?

A kompatibilitás miatt az értékadás formálisan rendben, de az új résznek nincs helye a memóriában. **Elveszik.** **Szeletelőds** (slicing) történik.

# *Mutatókonverzió és kompatibilitás*

```
struct Alap { int a; void f(); };  
struct Utod : Alap { double d; int f1(); };
```

**Alap alap;**



**Utod utod;**



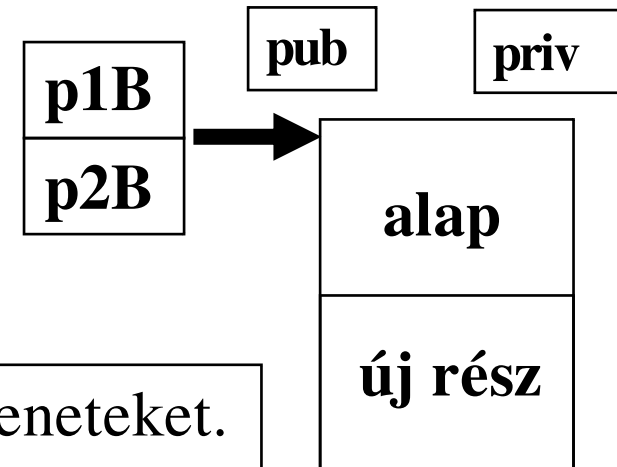
**Alap\* p = &utod;**



Memóriakép rendben van, de mi a helyzet a viselkedéssel?

# Konverzió alaposztály mutatóra

```
struct Alap { void f(); };  
struct Pub : public Alap { void f(); };  
struct Priv : private Alap { void f(); };  
Alap *p1B, *p2B;
```



```
Pub pub; // pub kaphat Alap-nak szóló üzeneteket.  
p1B = &pub; // nem kell explicit típuskonverzió  
p1B->f() // alap o. f() elérhető
```

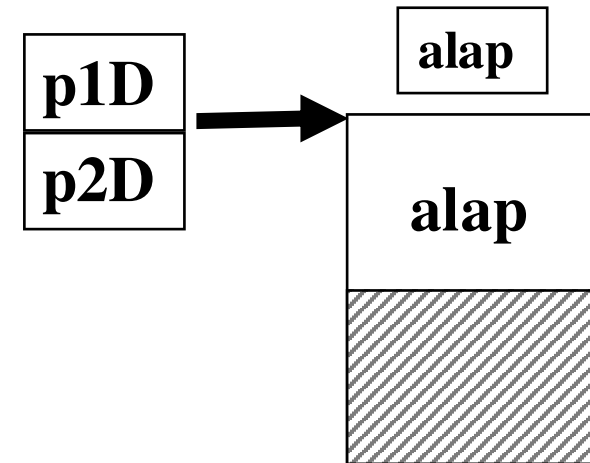
```
Priv priv; // priv nem érti Alap üzeneteit pl: priv.Alap::f()  
p2B = (Alap*)&priv; // explicit konverzió kell  
p2B->f() // így már érti
```

Viselkedés és a memóriakép is kompatibilis.

# Konverzió származtatott o. mutatóra

```
struct Alap { void f(); };  
struct Pub : public Alap { void f(); };  
struct Priv : private Alap { int a; };  
Alap alap;  
Pub* p1D; Priv* p2D;
```

```
p1D = (Pub*)&alap;  
p1D->f();    // ??????  
p2D = (Priv*)&alap  
p2D->a = 0   // ??????
```



Explicit konverzióval **nem**  
létező adatmezőket és  
függvényeket is el lehet érni!  
Ne használjuk! Veszélyes!

Viselkedés és a memóriakép SEM kompatibilis.



# *Típuskonverzió és az öröklés*

- Kompatibilitás esetén a konverzió automatikus.
- A másik irányba (alaptól származtatottra) explicit módon ki lehet kényszeríteni, de a legtöbb esetben értelmetlen és veszélyes!
- Típuskonverzió = objektumkonverzió
- Mutatókonverzió = rejtett objektumkonverzió
  
- Kompatibilitás:
  - kompatibilis memóriakép
  - kompatibilis viselkedés (tagfüggvények)

## *Függv. elérése alap. o. mutatóval*

```
class Alakzat { ... virtual void rajz() = 0; void k(); };  
class Szakasz : public Alakzat { void rajz(); void k(); };  
class Kor : public Alakzat { void rajz(); void k();... };  
Alakzat* tar[100];  
tar[0] = new Szakasz(...); // konverzió, (kompatibilis)  
tar[1] = new Kor(...);      // konverzió, (kompatibilis)
```

....

```
for (int i = 0; i < 100; i++ ) {  
    tar[i] ->rajz(); tar[i]->k();  
}
```

Származtatott o. fv.

Alap oszt. függvénye

# *Heterogén gyűjtemények*

---

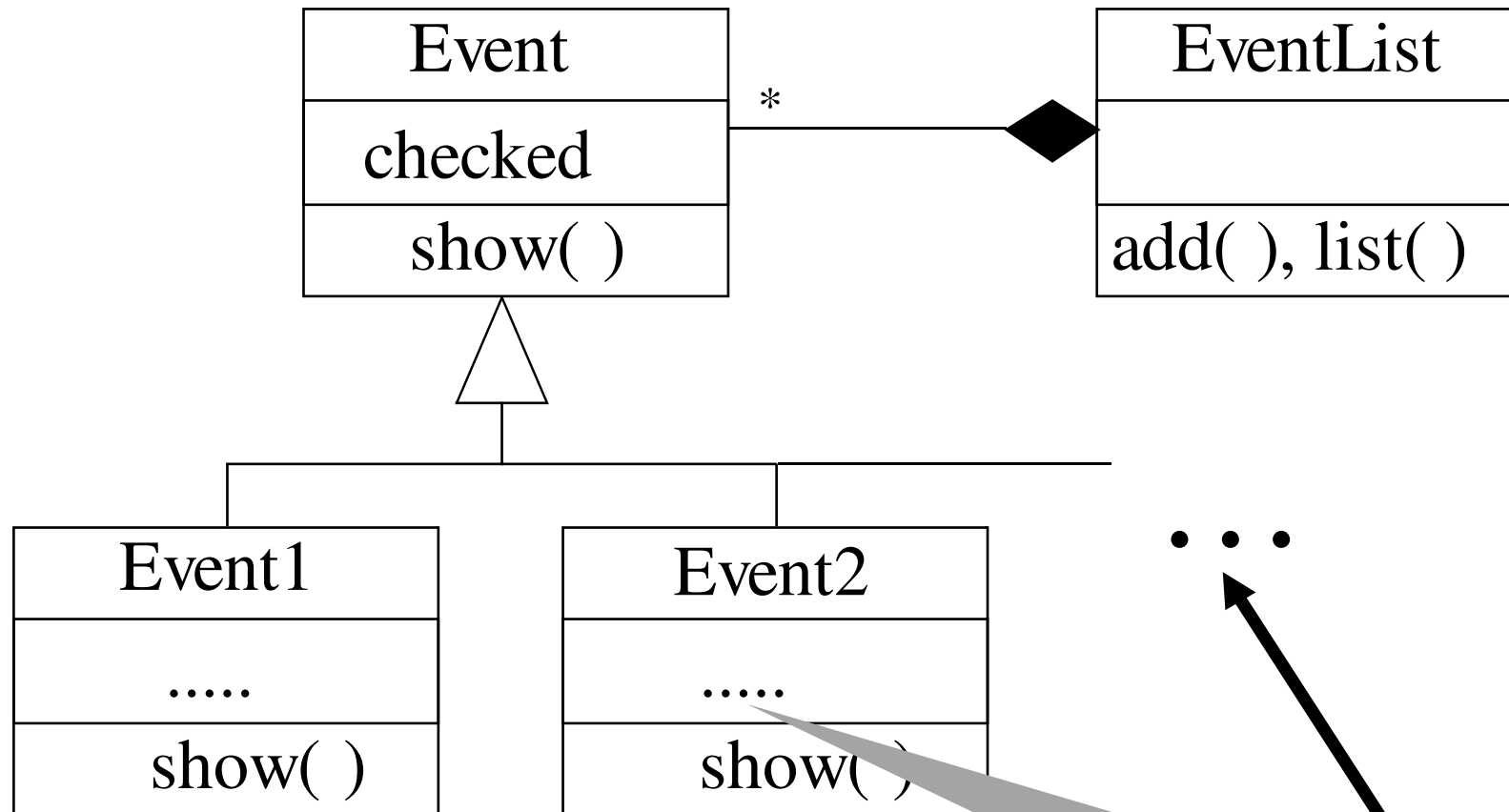
- Különböző típusú objektumokat egy **közös** gyűjteménybe tesszük
- Egységes kezelés: valamilyen viselkedési kompatibilitásra építve
  - egy öröklési hierarchiából származó objektumokat tehetünk heterogén szerkezetbe
  - kompatibilitásból származó előnyök kihasználása

# *Heterogén kollekció példa*

---

- Egy rendszer eseményeit kell naplózni.
- Az események egymástól eltérő adattartamúak, és esetleg új események is lesznek, amit még nem ismerünk.
- Események sorrendje fontos, ezért célszerűen egy tárolóban kell lenniük.
- Az eseménynapló megnézésekor meg kell mutatni azt is, hogy mely eseményeket néztük meg már korábban.

# *Eseménynaplózó osztályai*



Még nem ismerjük,  
de nem is kell!

# *Esemény és leszármazottai*

```
class Event {  
    bool checked;  
public:  
    Event ( ) :checked(false) { }  
    virtual void show( ) { cout<<" Checked: ";  
                          cout<<checked<<endl; checked = true; }  
    virtual ~Event() { }  
};
```

```
class Event1 :public Event {  
    ...  
public:  
    Event1();  
    void show ( ) { cout << ..... ;  
                  Event::show();  
    }  
};
```

Hurok ?

# *Esemény lista: pointerek tárolója*

```
class EventList {  
    size_t      nevent;  
    Event*     events[100];  
public:  
    EventList( ) : nevent(0) { }  
    void add(Event* e) {  
        if (nevent < 100) events[nevent++] = e;  
    }  
    void list( ) {  
        for (size_t i = 0; i < nevent; i++) events[i]->show();  
    }  
    ~EventList() {  
        for (size_t i = 0; i < nevent; i++) delete events[i];  
    }  
};
```

Alaposztály pointereket tárolunk

Származtatott osztály függvénye

Megszűnik az esemény is (komponens reláció)

# *Eseménynapló használata*

```
class Event {...};  
class Event1 :public Event {...};  
class Event2 :public Event {...};  
class EventList {...};
```

Új esemény:  
csak definiálni  
kell az új osztályt

```
...  
EventList list;  
    list.add(new Event1(...));  
...  
    list.add(new Event2(...));  
...  
    list.add(new Event9(...));
```

Ezzel a list-re bízunk az objektumot, hiszen a pointerét nem jegyezzük meg.

```
list.list();
```



# *Ki szabadít fel?*

```
class EventList {
    size_t      nevent;
    Event*      events[100];
public:
    EventList( ) : nevent(0) {}
    void add(Event* e) {
        if (nevent < 100) events[nevent++] = e;
        else { delete e; throw „nem fért be”; } }
    void list( ) {
        for (size_t i = 0; i < nevent; i++) events[i]->show(); }
    ~EventList() {
        for (size_t i = 0; i < nevent; i++)
            delete events[i];
    }
}; ...
```

`list.add(new Event1(...));`

// → ~Event();

Virtuális kell!

# Virtuális destruktorkor újból

```
class Event {  
public:  
    virtual void show( ) {}  
    virtual ~Event() {} 2  
};
```

```
class Event1 :public Event {  
    int *p;  
public:  
    Event1(int s) { p = new int[s]; }  
    void show() {}  
    ~Event1() { delete[] p; } 1  
};
```

```
Event *ep = new Event1(120);  
ep->show();  
delete ep;
```

Virt. destr. más, mint a többi virt. fv., mert az ősr destruktora mindig meghívódik!

[https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas\\_peldak/ea\\_06](https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_06) → virt\_destruktor2

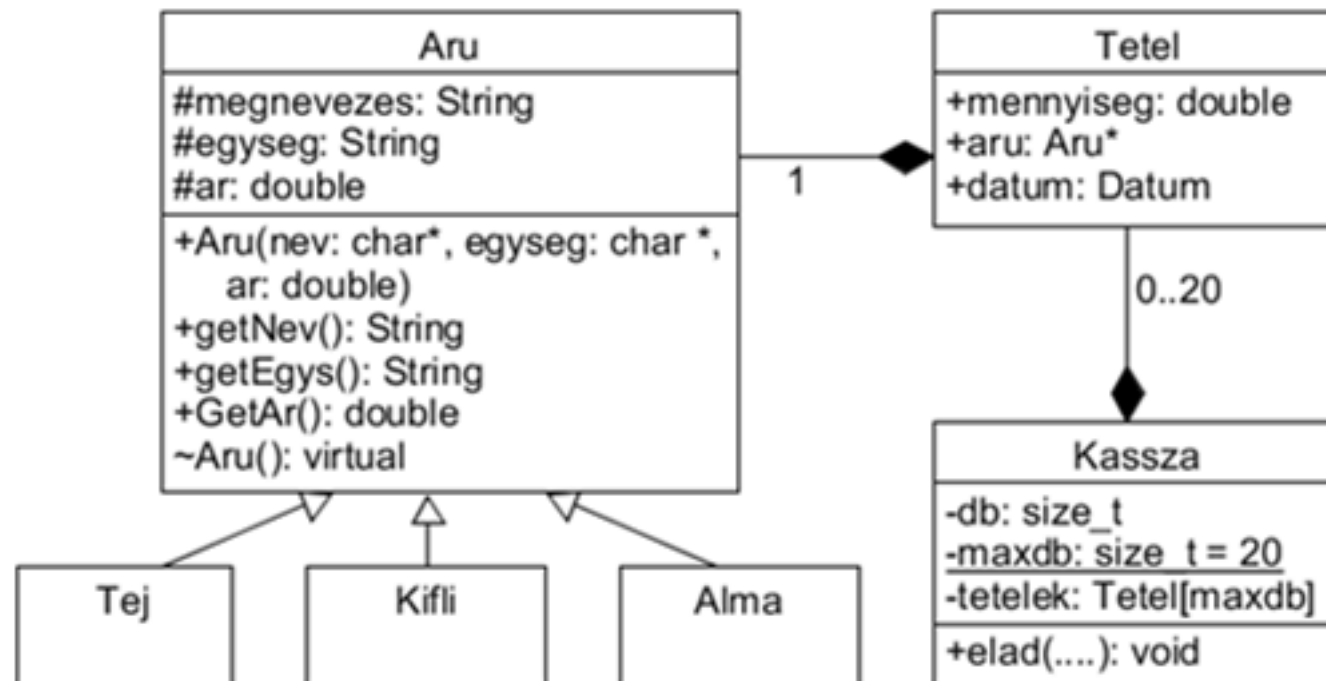
# Összetettebb példa: CppBolt

- Pénztárgépet modellezünk: A pénztáros megadja az eladott mennyiséget és az árut.
- A gép nyilvántartást vezet. Lekérdezhető a napi/összes eladás, napi bevétel, stb.
- Ötlet: heterogén kollekció:
  - Közös attr.: eladott mennyiség, dátum, (összeg)
- Probléma: minden áru ebből származzon?
  - Nem célszerű
- Megoldás (1): közbenső osztály az áruk valós őse (pointere) fölé.

# CppBolt

Csomagoló osztály: Tetel, ami Aru pointereket tárol.

Aru az őse a „valós” áruknak. A Kassza pedig a tároló



[http://svn.iit.bme.hu/proga2/cporta\\_peldak/CppBolt/](http://svn.iit.bme.hu/proga2/cporta_peldak/CppBolt/)

# *Heterogén kollekció összefoglalás*

---

- Különböző típusú objektumokat egy közös gyűjteménybe tesszük.
- Kihasználjuk az öröklésből adódó kompatibilitást.
- Nagyon gyakran alkalmazzuk
  - könnyen bővíthető, módosítható, karbantartható

# Tipikus halálfejes hiba

```
class EventList {  
    int         nevent;  
    Event      events[100];  
public:  
    EventList( ) { nevent = 0; }  
    void add(Event& e) { if (nevent < 100)  
                        events[nevent++] = e; }  
  
    void list( ) {  
        for (int i = 0; i < nevent; i++)  
            events[i].show();  
    }  
};
```

Nem pointert tárol!

Event::show()

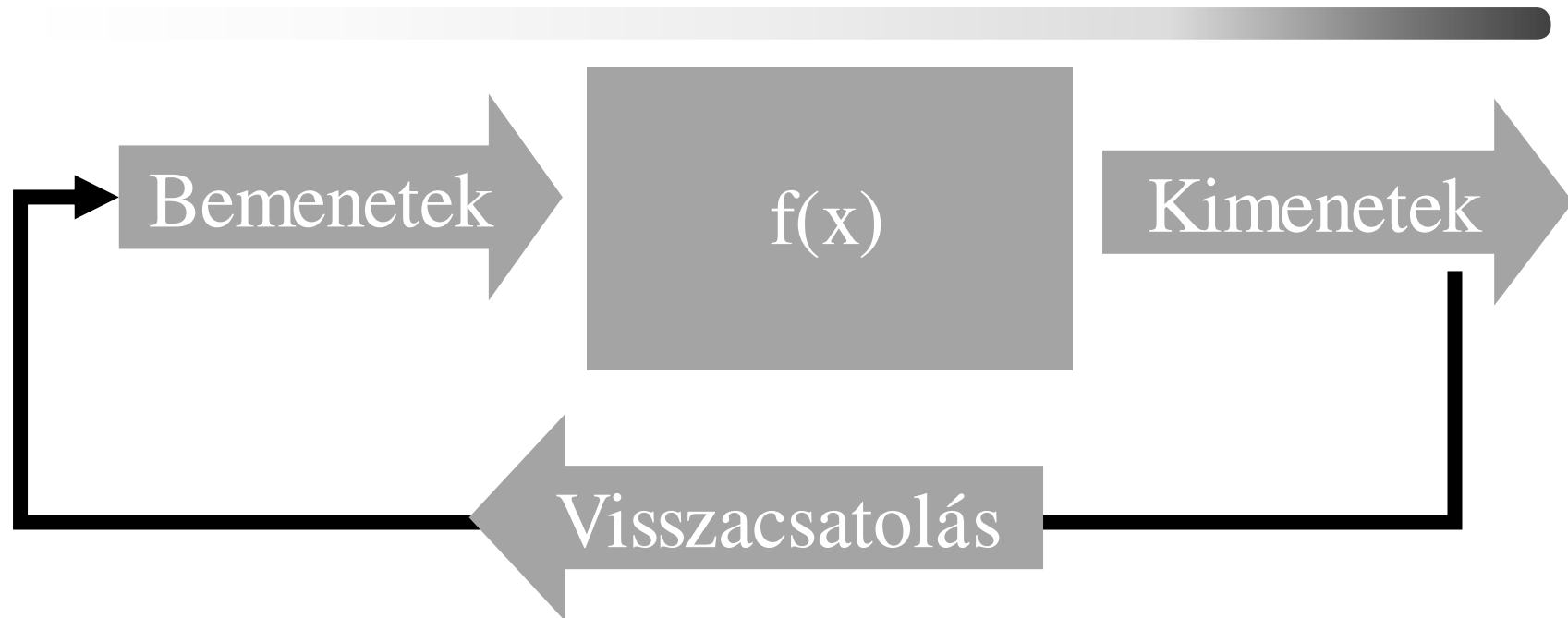
Adatvesztés!  
Szeletelés (slicing)  
A származtatott rész elveszik!

# *Digitális áramkör modellezése*

---

- Digitális jel: üzenet (objektum)
- Áramköri elemek: objektumok
  - bemenet, kimenet, viselkedés ( $f(x)$ )
  - kapcsoló, kapu, drót, forrás, csomópont
- Objektumok a valós jelterjedésnek megfelelően egymáshoz kapcsolódnak. (üzennek egymásnak)
- Visszacsatolás megengedett.

# *Modell*



A változásokat üzenetek továbbítják. Ha nincs változás, nem küldünk újabb üzenetet.  
Csak véges számú iterációt engedünk meg.

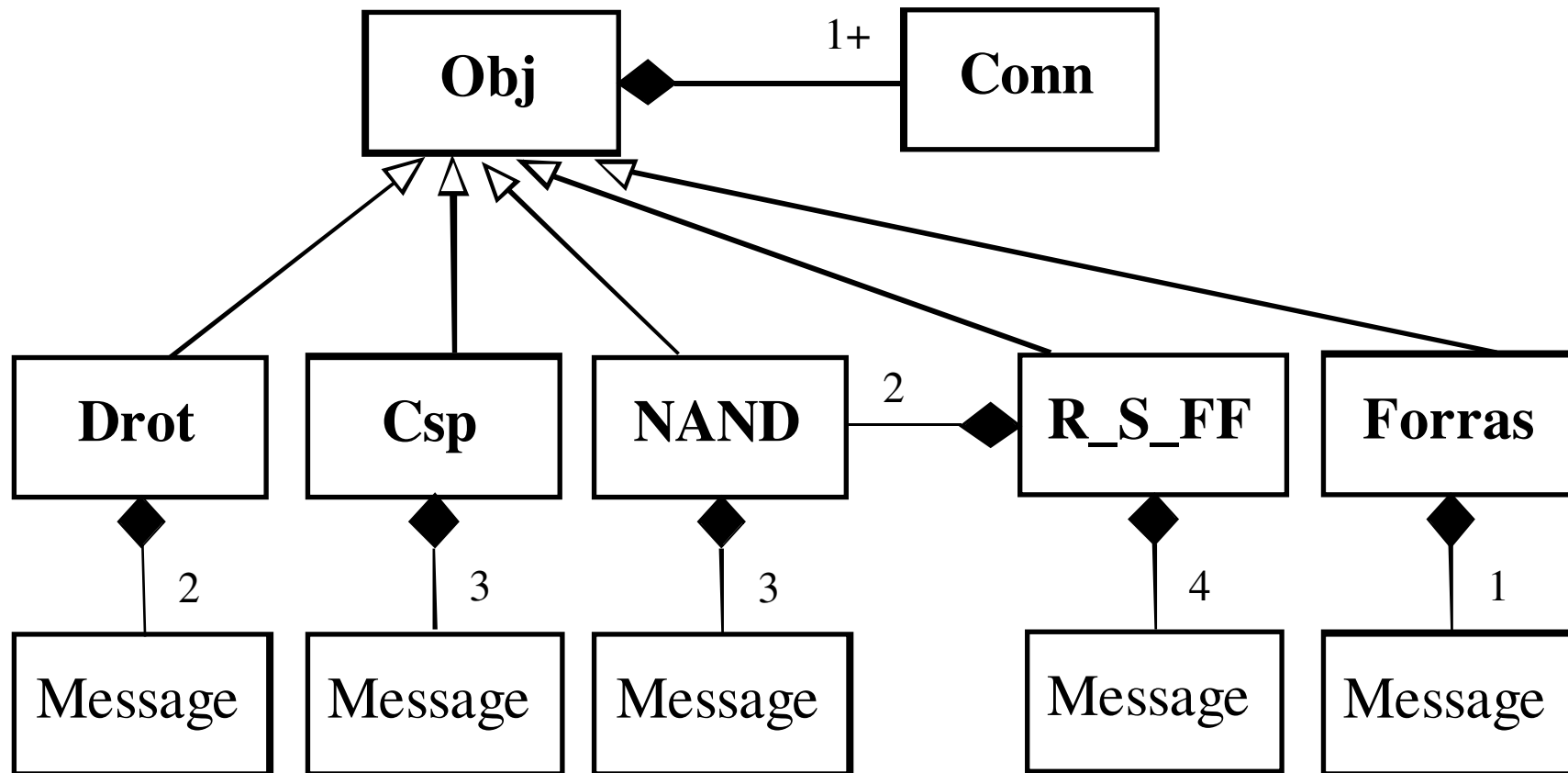


# *Áramköri elemek felelőssége*

---

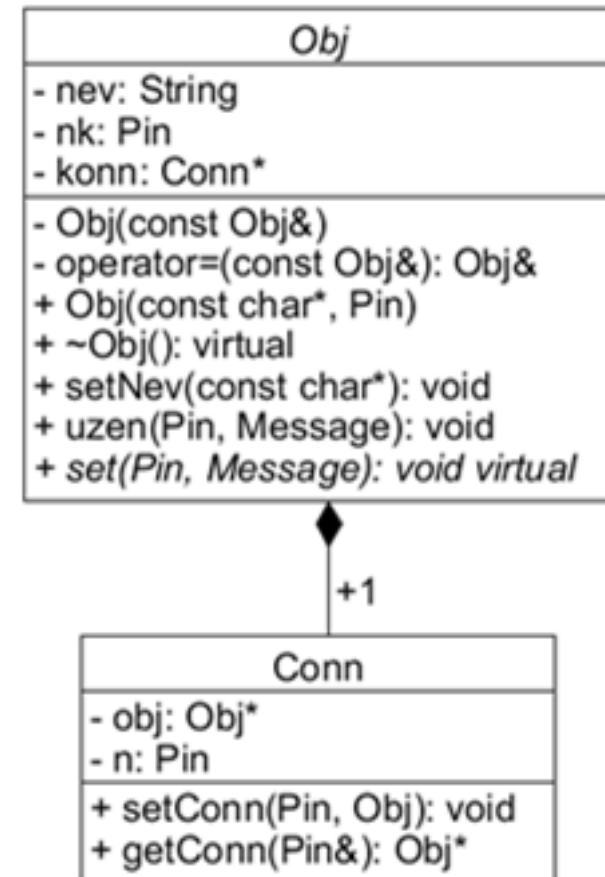
- Kapcsolatok (bemenet/kimenet) kialakítása, nyilvántartása.
- Bejövő üzenetek tárolása összehasonlítás céljából.
- Válaszüzenetek előállítása és továbbítása a bejövő üzeneteknek és a működésnek megfelelően.

# Osztályhierarchia



# Obj: alaposztály

- Minden áramköri elem ebből származik
- Felelőssége:
  - az objektumok közötti kapcsolatok leírása (a *Conn* osztály dinamikus tömbje)
  - kapcsolatokon keresztül az üzenetek (*Message* objektum) továbbítása,
  - a működést (viselkedést) megvalósító függvény elérése (a *set* virtuális függvényen keresztül).



# *Obj: absztrakt alaposztály*

```
class Obj {
    String nev;                // objektum neve
    Pin    nk;                 // kapcsolódási pontok száma
    Conn  *konn;              // kapcsolatok leírása
    Obj(const Obj&);          // hogy ne lehessen használni
    Obj& operator=(const Obj&); // hogy ne lehessen haszn.
public:
    Obj(const char *n, Pin k) : nev(n) {
                                konn = new Conn[nk = k]; }
    virtual ~Obj() { delete[] konn; } // tömb felszab.
    void setNev(const char *n) { nev =String(n); } // név beáll.
    void setConn(Pin k, Obj& o, Pin on); // összekapcs.
    void uzen(Pin k, Message msg); // üzen
    virtual void set(Pin n, Message msg) = 0; //működtet
};
```

# *Conn: kapcsolatok tárolása*

- Egy objektumkapcsolatot leíró osztály
- Példányaiból felépített dinamikus tömb (*Obj::konn*) írja le egy objektum összes kapcsolatát

Miért nem referencia ?

```
class Conn {  
    Obj *obj;           // ezen objektumhoz kapcsolódik  
    Pin  n;            // erre a pontra  
public:  
    Conn() :obj(NULL) {}  
    void setConn(Pin k, Obj& o) { n = k; obj = &o; } // beállít  
    Obj *getConn(Pin& k) { k = n; return(obj); }    // lekérdez  
};
```

# *Message: jel mint üzenet*

- Digitális jelet reprezentáló osztály
  - undef, jel 0 és jel 1 értéke van.
- A végtelen iteráció elkerülése végett a jelszint mellett egy iterációs számláló is van.
- Megvalósítása struktúrával, mivel az adattakarás csak nehezítene.
- Műveletei:

`msg1 == msg2`

`msg1 != msg2`

`msg1 + msg2`

`--msg`

# *Message: jel mint üzenet /2*

```
struct Message {  
    enum msgt { undef, jel } typ; // típus  
    bool J; // jelszint 0 v. 1  
    int c; // iterációs számláló  
    Message(msgt t = undef, bool j = false, int n = 20)  
        :typ(t), J(j), c(n) { }  
    // két üzenet egyenlő, ha az típusuk és jelszintjük is azonos  
    bool operator==(const Message& m) const {  
        return(typ == m.typ && J == m.J); }  
    bool operator!=(const Message& m) const {  
        return(!operator==(m)); }  
    Message operator+(const Message &m) const {  
        return Message(std::max(typ, m.typ, J+m.J, std::max(c,m.c)); }  
    Message& operator--() {  
        if (--c <= 0) throw "Sok Iteracio!";  
        return(*this); }  
};
```

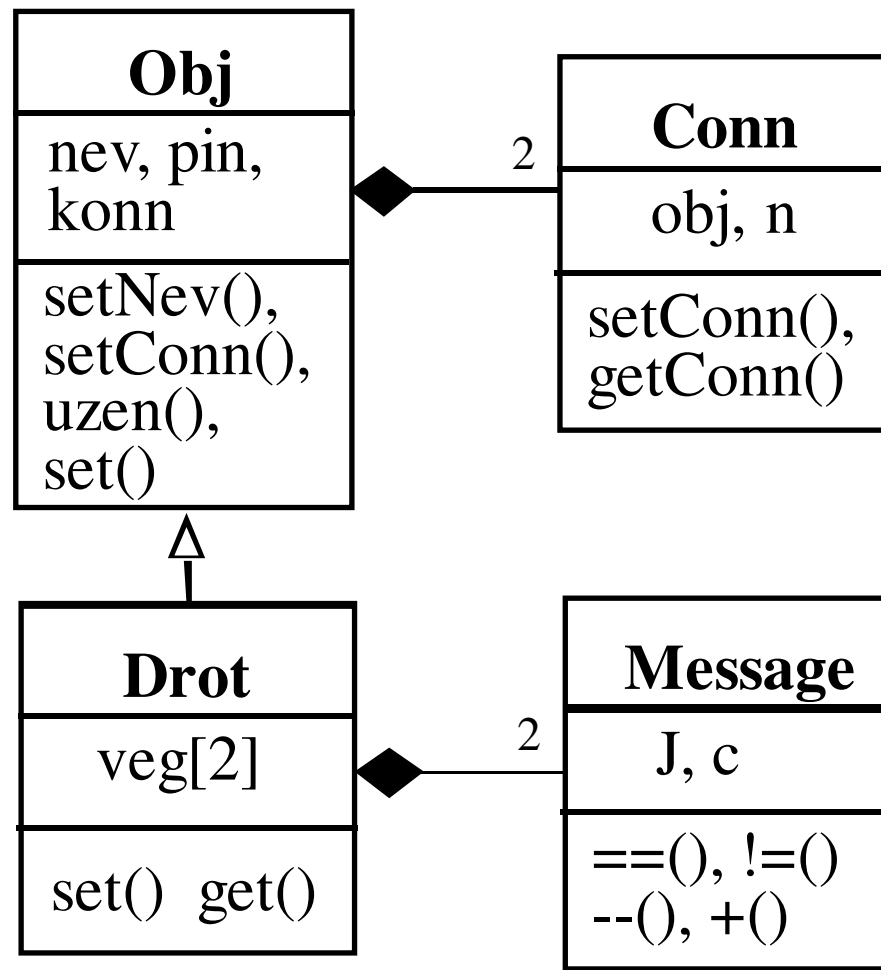
pre-dekremens op.

# Üzenet továbbítása

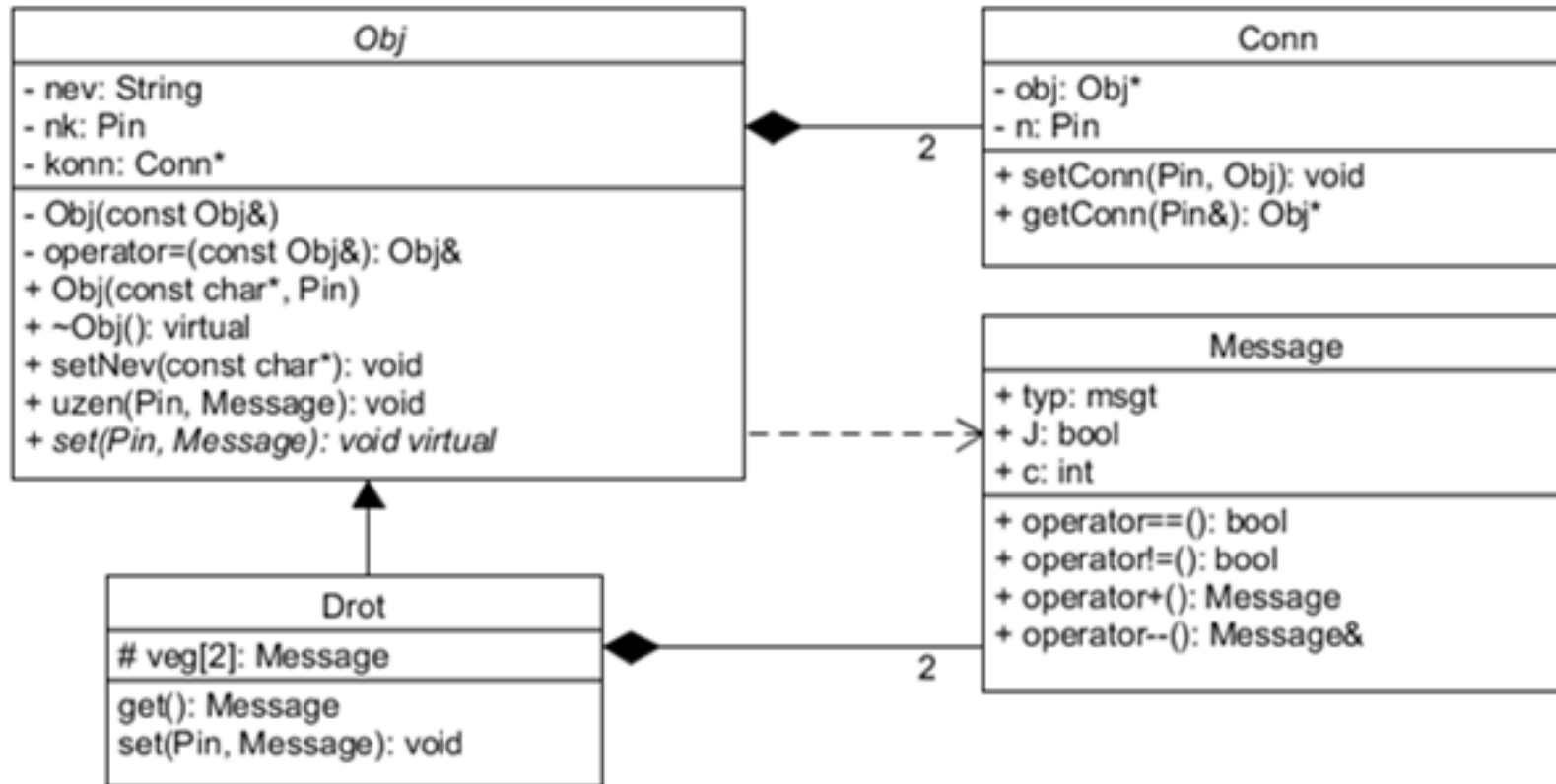
```
/**
 * Üzenet (msg) küldése a k. pontra kapcsolódó obj. felé
 */
void Obj::uzen(Pin k, Message msg) {
    Pin n;        // kapcsolódó objektum kapcs. pontja
    if (k >= nk)
        throw "Üzenet hiba"; // hiba, nincs ilyen végpont
    if (Obj *o = konn[k].GetConn(n)) {
        o->set(n, --msg); // szomszéd működtető függvénye
    }
}
```



# *Drót obj. modellje*



# *Drót kicsit precízebben*



A diagram szerkesztéséhez az UMLet ( <http://www.umlet.com/> ) programot használtam.

# Drót

```
class Drot :public Obj {
protected:          // megengedjük a származtatottnak
    Message veg[2]; // két vége van, itt tároljuk az üzeneteket
public:
    Drot(const char *n = "") : Obj(n, 2) {} // 2 végű obj. Létrehozása
    Message get() const { return veg[0] + veg[1]; } //bármelyik vég
    void set(Pin n, Message msg); // működtet
};
void Drot::set(Pin n, Message msg) {
    if (veg[n] != msg) {          // ha változott
        veg[n] = msg;            // megjegyezzük és
        uzen(n^1, msg);          // elküldjük a másik végére (vezet)
    }
}
```

Gonosz trükk!

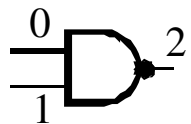
# Csomópont

```
class Csp :public Obj {
protected:          // megengedjük a származtatottnak
    Message veg[3]; // három vége van, itt tároljuk az üzeneteket
public:
    Csp(const char *n = "") : Obj(n, 3) {} // 3 végű objektum
    void set(Pin n, Message msg); // működtet
};
```

```
void Csp::set(Pin n, Message msg) {
    if (veg[n] != msg) {          // ha változott
        veg[n] = msg;            // megjegyezzük és
        uzen((n+1)%3, msg);      // elküldjük a másik 2 végére
        uzen((n+2)%3, msg);
    }
}
```

# Kapcsoló

```
class Kapcsoló :public Drot { // Drótból
    bool be;                // állapot
public:
    Kapcsoló(const char *n = "") : Drot(n), be(false) { }
    void set(Pin n, Message msg);
    void kikap() { be = false; uzen(0, Message(Message::jel));
                  uzen(1, Message(Message::jel)); }
    void bekap() { be = true; uzen(0, veg[1]); uzen(1, veg[0]);}
};
void Kapcsoló::set(Pin n, Message msg) {
    if (be) Drot::set(n, msg); // be van kapcsolva, drótként viselk.
    else veg[n] = msg; // ki van kapcsolva, csak megjegyezzük
}
```

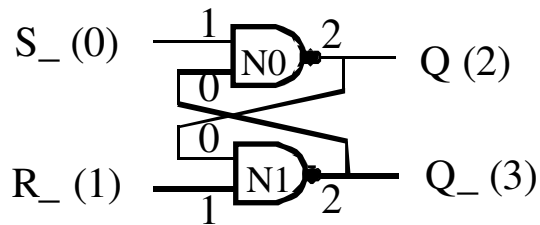


## *NAND kapu*

```
class NAND :public Obj {
    Message veg[3];          // három "vége" van
public:
    NAND(const char *n = "") : Obj(n, 3) {} // 3 végű obj. létreh.
    void set(Pin n, Message msg);          // működtet
    Message get() { return(veg[2]); } // kim. lekérdezése
};
void NAND::set(Pin n, Message msg) {
    if (n != 2 && veg[n] != msg) { // ha változott bemenet
        veg[n] = msg;              // megjegyezzük
        uzen(2, veg[2] = Message(Message::jel,
            !(veg[0].J * veg[1].J), msg.c)); // üzenünk a kimeneten
    }
}
```

kimenet előállítása

ciklusszám marad



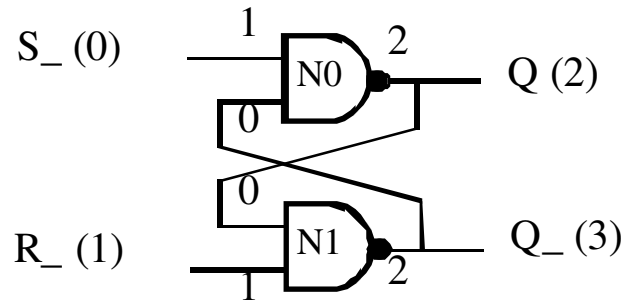
## *R\_S\_ tároló*

```

Class R_S_FF :public Obj {
protected:
    Message veg[4];           // négy "vége" van
    NAND N[2];               // két db NAND kapu, komponens
public:
    R_S_FF(const char *n) : Obj(n, 4) {
        N[0].setConn(2, N[1], 0); // összekötések létrehozása
        N[1].setConn(2, N[0], 0); }
    void set(Pin n, Message msg); // működtet
    Message get(int i) {         // kimenet lekérdezése
        if (i >= 2) i = 0; return(veg[i+2]);}
};

```

# *R\_S tároló /2*



```
Void R_S_FF::set(Pin n, Message msg) {  
    if (n < 2 && veg[n] != msg) { // ha input és változott,  
        veg[n] = msg; // letárolja  
        N[n].set(1, msg); // megfelelő bemenetre küldi  
        uzen(2, veg[2] = N[0].get()); // üzen a kimeneten  
        uzen(3, veg[3] = N[1].get()); // üzen a kimeneten  
    }  
}
```

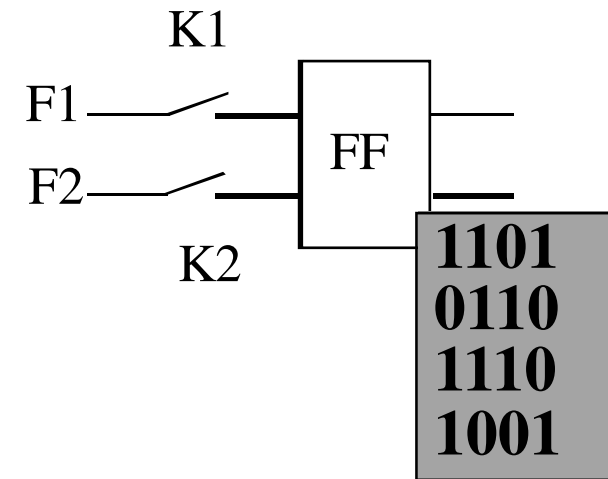
Kimenetek előállítása, mert belül nincs csomópont.



# Szimulátorunk próbája

```
Kapcsoló K1("K1"), K2("K2");  
Forras F1("F1"), F2("F2"); R_S_FF FF("FF");
```

```
try {  
    F1.setConn(0, K1, 0); FF.setConn(0, K1, 1);  
    F2.setConn(0, K2, 0); FF.setConn(1, K2, 1);  
  
    F1.init(); F2.init();  
    K1.bekap(); K2.bekap();  
    cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;  
    K1.kikap();  
    cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;  
    K1.bekap();  
    cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;  
    K2.kikap();  
    cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;  
} catch (const char *s) { cerr << s << endl; }
```



[https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas\\_peldak/ea\\_05](https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_05) → digit

# Összefoglalás

---

## Öröklés

- újrafelhasználhatóság
- kompatibilitás
- heterogén kollekció
- pointer konverzió
- adatvesztés
- virtuális tagfüggvények
- absztrakt alaposztály