

Programozás alapjai 2.

(2. ea) C++

névterek, memóriakezelés

Szeberényi Imre, Somogyi Péter

BME IIT

<szebi@iit.bme.hu>



MŰ E G Y E T E M 1 7 8 2

Hol tartunk?

- Változó definíció bárhol ✓
- Struktúranév típusná válik ✓
- Korábban csak preprocesszorral megoldható dolgok nyelvi szintre (const, bool, inline, template) ✓ ...
- Kötelező a prototípus használata ✓
- Referencia, cím szerinti paraméterátadás ✓
- Többarcú fv.-ek (polimorf, túlterhelés, overload) ✓ ...
- Alapértelmezésű (default) argumentumok ✓
- I/O stream ✓ ...
- Névterek
- Dinamikus memória kez. nyelvi szint. (new, delete)

Névterek, scope operátor

- A moduláris programozás támogatására külön névterületeket definiálhatunk.
- Ez ebben levő nevekre (azonosítókra) a hatókör (scope) operátorral (::), vagy a using namespace direktívával hivatkozhatunk.

```
namespace nevterem {  
    int alma;  
    float fv(int i);  
    char *nev;  
}
```

```
nevterem::alma = 12;  
float f = nevterem::fv(5);
```

```
using namespace nevterem;  
alma = 8; float f = fv(3);
```

using direktíva

A `using namespace` direktívával a teljes névteret, vagy annak egy részét láthatóvá tehetjük:

```
using namespace nevterem;  
alma = 8;  
float f = fv(3);
```

```
using nevterem::alma;  
using nevterem::fv;  
alma = 8; float f = fv(3);  
nevterem::nev = "Dr. Bubo";
```

Név nélküli névtér

Biztosítani akarjuk, hogy egy kódrészlet csak az adott fordítási egységből legyen elérhető. Névütközés biztosan nem lesz.

```
#include <iostream>
namespace { // nincs neve
void solveTheProblem() { std::cout << "Solved\n"; }
} // névtér vége
int main() {
    solveTheProblem();
}
```

Névterek egymásba ágyazása, alias

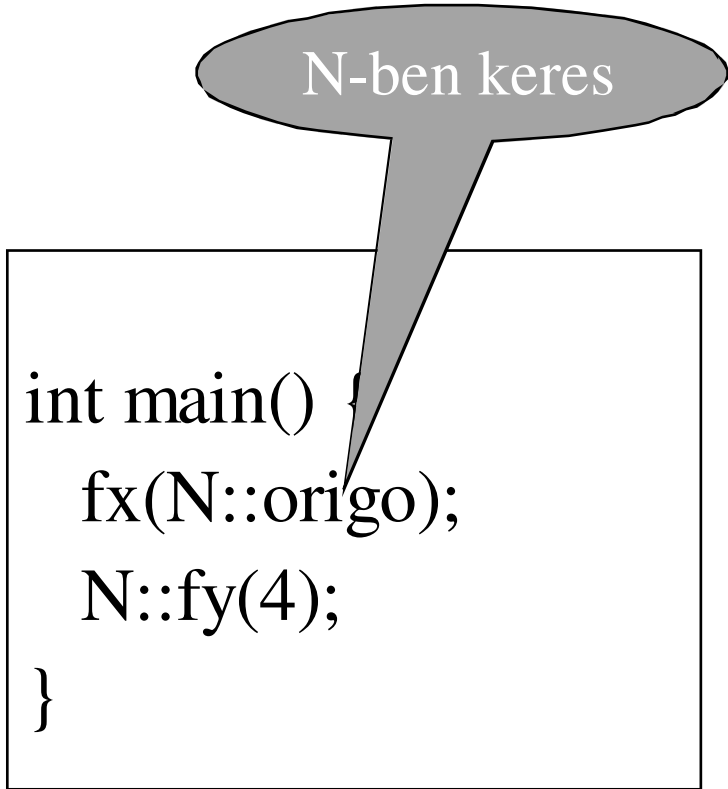
- A névterek egymásba ágyazhatók.
- Egy létező névterhez egy újabb nevet rendelhetünk (rövidítés).

```
namespace kis_nevterem {  
    namespace belso_terem { int fontos; }  
}  
namespace bent = ::kis_nevterem::belso_terem;  
bent::fontos = 8;
```

Argument-dependent lookup (ADL)

Nem minősített függvények hívásakor a fv. argumentumainak névterében is keres.

```
namespace N {  
    struct P { int x, y; };  
    void fx(P p) { ... }  
    void fy(int i) { ... }  
    P origo;  
}
```



```
int main() {  
    fx(N::origo);  
    N::fy(4);  
}
```

Az std névtér

- Standard függvények konstansok és objektumok névtére. Ebben van standard az I/O is.
- Az egyszerű példákban kinyitjuk az egész névteret az egyszerűbb írásmód miatt:

using namespace std;

- Komoly programokban ez nem célszerű.
- **Header-be pedig soha ne tegyük! Miért?**

Standard I/O madártávlalból

```
#include <iostream>
```

```
using std::cout;
```

```
using std::endl;
```

```
int main() {
```

```
    cout << "Hello C++\n";
```

```
//→ std::operator<<(std::cout, "Hello C++\n");
```

```
    int i;
```

```
    std::cin >> i
```

```
    cout << "2 * " << i " = " << 2 * i << endl;
```

```
}
```



fv, overload
+ ADL miatt

<iostream>

Standard I/O objektumait definiáló fejléc fájl valahogy így néz ki:

```
#include <ios>
#include <streambuf>
#include <istream>
#include <ostream>
namespace std {
    extern istream cin;
    extern ostream cout;
    extern ostream cerr;
    extern ostream clog;
    ....
}
```

Kiírás: **operator<<**
egy ostream típushoz
(insert)

Beolvasás: **operator>>**
egy istream típushoz
(extract)

A működés bonyolult. Most csak a felszínt kapargatjuk.

<iostream> /2

- Az iostream kapcsán megismert eszközök a fájlkezelésnél is használhatók.
- A stream típus logikai környezetben igazzá, vagy hamissá konvertálódik attól függően, hogy hibás állapotban van-e a stream.
- A streamek működése, belső állapota többek között manipulátorokkal befolyásolható

<iostream> /3

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main() {
    cout << "Hexa konverer:" << endl;
    int x;
    while (cin >> x)
        cout << hex << x << endl;
}
```

logikai környezet.

manipulátorok

Manipulatorok <iomanip>

Hatás szempontjából 3 fajtájuk van:

- Azonnali hatás:

```
cout << endl; // kiír egy ,'\n'-t és üríti a buffert  
cin >> ws;    // eldobja az összes whitespace-t
```

- csak a következő kiírásig érvényes

```
cout << setw(4) << 3 << 4; // "  _34"
```

- a stream állapota tartósan megváltozik

```
cout << setfill('0') << setw(3) << 7 // "007"
```

<https://infocpp.iit.bme.hu/iomanip>

Inline függvények (ism.)

```
#define max(a,b) (a) < (b) ? b : a
```

```
x = 8, y = 1; z = max(x++, y++); x,y,z = ?
```



```
inline int max(int a, int b) {  
    return(a < b ? b : a);  
}
```

Úgy viselkedik, mint a függvény, de beépül.

OK, de kell double-re, long-ra, ...

1. megoldási próbálkozás

```
inline int max(int a, int b) {  
    return(a < b ? b : a); }  
inline long max(long a, long b) {  
    return(a < b ? b : a); }  
inline double max(double a, double b) {  
    return(a < b ? b : a); }
```

Az azonos nevekből nincs baj (túlterhelés), de fárasztó leírni minden típushoz.

Lehet, hogy a makró mégis jobb?

Megoldás: *template* – nyelvi elem

formális sablonparaméter

```
template <typename T> //korábban class → typename  
inline T max(T a, T b) {  
    return a < b ? b : a;  
}
```

hatókör: a **template** kulcsszót
követő deklaráció/definíció vége

aktuális sablonparaméter

```
cout << max<long>(2, 10);  
cout << max<double>(2.5, 3.14);
```

```
cout << max(40, 50);
```

levezethető a
paraméterekből

Mi a sablon?

- Parametrikus polimorfizmus.
- Típus biztos nyelvi elem az általánosításhoz.
- Gyártási forma: a sablonparaméterektől függően példányosítja a fordító (megírja a programot).
- Paraméter: típus, konstans, függvény, sablon
- Feldolgozása fordítási idejű ezért a példányosítás helyének és a sablonnak egy fordítási egységben kell lennie. → gyakran header fájlba tesszük
- A példában függvényt sablont láttunk, de később adatszerkezeteknél is használni fogjuk.

Mindeden típusra jó ez a max?

```
template <typename T>
```

```
T max(T a, T b) { // inline felesleges, mert...
```

```
    return a < b ? b : a;
```

```
}
```

```
cout << max(40, 50);
```

```
cout << max("alma", "korte") // "alma" → const char *
```

Valóban a címeket akartuk összehasonlítani?

strcmp kellene, de hogyan? Több megoldás van:

- 1. Összehasonlító függvény (predikátum)**
- 2. Specializáció**
- 3. ...**

1. megoldás: összehasonlító fv.

```
// max 3 paraméteres változata (overload)
```

```
template <typename T, typename C>
```

```
T max(T a, T b, C cmp) {  
    return cmp(a, b) ? b : a;  
}
```

Predikátum

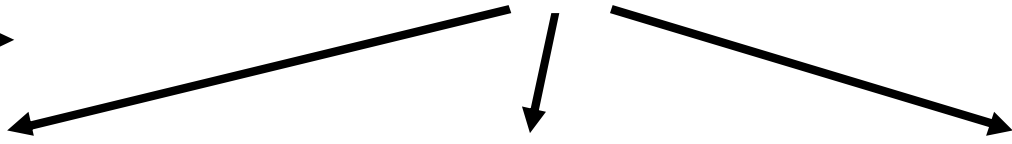
```
bool strLess(const char *s1, const char *s2) {  
    return strcmp(s1, s2) < 0;  
}
```

```
cout << max(40, 50); // 50
```

```
cout << max("alma", "korte", strLess); // korte
```

2. megoldás: Template specializáció

```
// Teljes specializáció T ::= const char* esetre
template<>
inline
const char* max(const char* a, const char* b) {
    return strcmp(a,b) > 0 ? a : b;
}
```



```
cout << max<long>(2, 10);           // 10
cout << max<double>(1, 3.14);       // 3.14
cout << max(40, 50);                // 50
cout << max("alma", "korte");       // korte
cout << max("Ádám", "Béla");        // Ádám ??
```

Ékezettel C-ben is baj volt

Egy betű → egy karakter kódolásnál srcoll() fv.

```
template<>
```

```
const char* max(const char* a, const char* b) {  
    return strcoll(a,b) < 0 ? b : a;  
}
```

```
cout << max("Ádám", "Béla") << endl; // Béla
```

```
git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_02/  
-> template
```

Egyéb kódolásnál (pl. UTF-8) a C string helyett valami mást érdemes használni, de majd később.

Függvénysablon összefoglalás

- Függvények, algoritmusok általánosítási eszköze.
- Hatékony, paraméterezhető, újrafelhasználható, általános.
- Fordítási időben generálódó függvény.
- → A példányosítás helyének és a sablonnak egy fordítási egységben kell lennie.
- → Automatikusan inline-ként fordulhat.
- Függvény overload, default paraméterek ugyanúgy mint más függvényekkel.
- Sablon specializáció → paraméter típustól függően más kód generálódik. Generikus programozás.

Predikátum

- Logikai függvény, ami egy algoritmus működését befolyásolja
- Pl.: válasszuk ki egy tömbből a leg... elemet!
- Melyik a leg? A predikátum függvény adja meg.

```
template <typename T, typename S>
T legElem(T a[], int n, S sel) {
    T tmp = a[0];
    for (int i = 1; i < n; ++i)
        if (sel(a[i], tmp)) tmp = a[i];
    return tmp;
}
```

Predikátum példa

```
template <typename T, typename S>
T legElem ...

// a predikátum is lehet template
template <typename T>
bool nagyobb_e(T a, T b) {
    return a > b;
}

int tomb[] = { 1, 3, 4, 80, -21 };
cout << legElem(tomb, 5, nagyobb_e<int>);

git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_02/
-> predicate
```


Dinamikus memória

C:

```
#include <malloc.h>
```

....

```
struct Lanc *p;
```

```
p = malloc(sizeof(Lanc));
```

```
if (p == NULL)
```

....

```
free( p );
```

C++:

```
Lanc *p;
```

```
p = new Lanc;
```

....

```
delete p;
```

Tömb:

```
int *p;
```

```
p = new int[10];
```

```
delete[] p;
```

Dinamikus memória /2

C: malloc(), free(), realloc()

- C++-ban is használható de csak nagyon körültekintően, ugyanis nem hívódik meg a megfelelő konstruktor ill. destruktor. Ezért inkább ne is használjuk.

C++ (operátor): new, delete, new[], delete[]

- Figyeljünk oda, hogy a tömböket mindig a delete[] operátorral szabadítsuk fel.

C++: nincs realloc()-nak megfelelő.

Példa: fordit_main.cpp

```
#include <iostream>
#include "szimpla_lanc.h"
using std::cout;
using std::cin;
int main() {
    int i;
    Lanc_elem* kezdo = NULL; // üres lánc
    while (cin >> i) kezdo = lanc_epit(kezdo, i);
    cout << "Adatok fordított sorrendben:" <<
    std::endl;
    lanc_kiir(cout, kezdo);
    lanc_felszabadit(kezdo);
}
```

Számokat olvasunk be és
fordított sorrendben kiírjuk.
Láncban tárolunk.

Példa: szimpla_lanc.h

```
#ifndef SZIMPLA_LANC_H
#define SZIMPLA_LANC_H
#include <iostream>
struct Lanc_elem {
    int adat;
    Lanc_elem* kov;
};
Lanc_elem* lanc_epit(Lanc_elem* p, int i);
void lanc_kiir(std::ostream& os, const Lanc_elem*
    p);
void lanc_felszabadit(Lanc_elem* p);
#endif // SZIMPLA_LANC_H
```

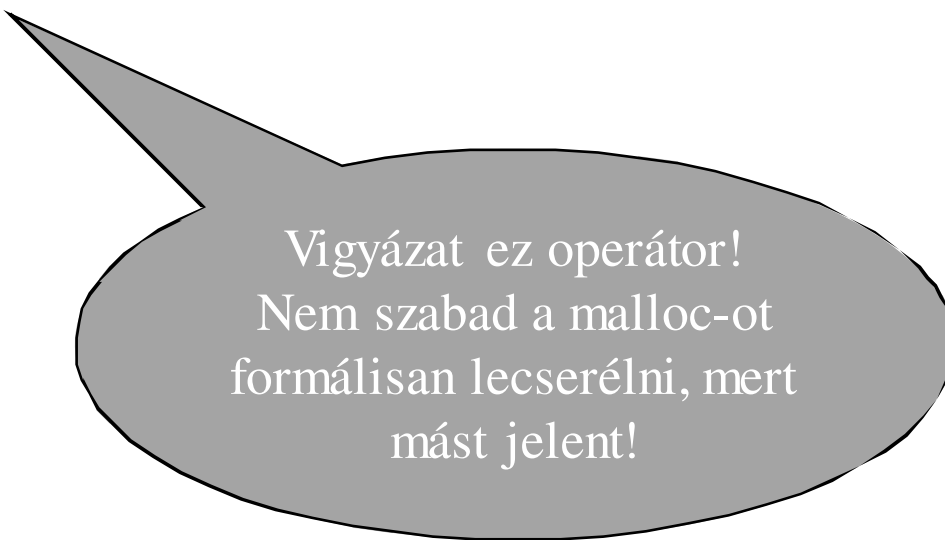
Struktúra név
típussá vált

Névteret nem
nyitunk .h-ban!

Példa: szimpla_lanc.cpp

```
#include "szimpla_lanc.h"
```

```
Lanc_elem* lanc_epit(Lanc_elem* p, int a) {  
    Lanc_elem *uj = new Lanc_elem;  
    uj->adat = a;  
    uj->kov = p;  
    return uj;  
}
```



Vigyázat ez operátor!
Nem szabad a malloc-ot
formálisan lecserélni, mert
mást jelent!

Példa: szimpla_lanc.cpp /2

...

```
void lanc_kiir(std::ostream& os,  
               const Lanc_elem* p) {  
    while (p != NULL) {  
        os << p->adat << ' ';  
        p = p->kov;  
    }  
}
```

Példa: szimpla_lanc.cpp /3

...

```
void lanc_felszabadit(Lanc_elem *p) {  
    while (p != NULL) {  
        Lanc_elem *tmp = p->kov;  
        delete p;  
        p = tmp;  
    }  
}  
  
git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_02/  
-> fordít
```

Mi van, ha elfogy a memória ?

Két működési mód választható:

1. Hibakezelő mechanizmus indul be
 - meghívódik a `new_handler`, ha van, egyébként
 - `bad_alloc` kivétel generálódik
2. NULL pointerrel tér vissza

Mai implementációkban az alapeset a kivételkezelés, ami manapság a hibakezelés szabványosnak tekinthető megoldása.

new_handler

Kevésbé használt megoldás, de pl. garbage collector-hoz használható.

```
void outOfMem() {  
    cerr << "Gáz van\n";  
    exit(1);  
}
```

A visszatérésnek (return) akkor van értelme, ha ez a rutin képes területet felszabadítani. Különben végtelen ciklus.

```
int main() {  
    set_new_handler(outOfMem);  
    double p* = new double;  
    ....
```

Kivételes esetek

- Gyakran hibakezelésnek mondjuk, de nem csak hiba lehet kivételes eset. Kivételes eset pl. amikor egy program először indul el az adott környezetben, és a további működéséhez ...
- Alapvetően két kategóriába sorolhatók:
 - végzetes,
 - nem végzetes
- Kezelésük nagyon különböző
 - nincs mit tenni, meg kell állni
 - az eset ott helyben kezelhető
 - az eset a program más részében kezelhető
 - nem tudjuk, elhalasztjuk (másra bízunk) a döntést.

Példák kivételes esetre

- printf függvényt nem a visszatérési értéke miatt hívjuk, pedig a visszatérési értékében jelzi, hogy sikerült-e kiírni.

Mit kell/lehet tenni? Pl:

```
assert(sprintf("Hello Cicus") >= 0);
```

- Egy erőforrás lefoglalása nem sikerül

Mit kell/lehet tenni?

Meg lehet próbálni később

Példák kivételes esetre /2

- Adott nyelvhez (természetes) tartózó üzenetek állománya nem található.

Mit kell/lehet tenni? Pl:

Meg lehet próbálni másik nyelvet

- Másodfokú egyenletnek nincs valós megoldása. Mit kell/lehet tenni?

Jelezni kell a függvényt hívónak

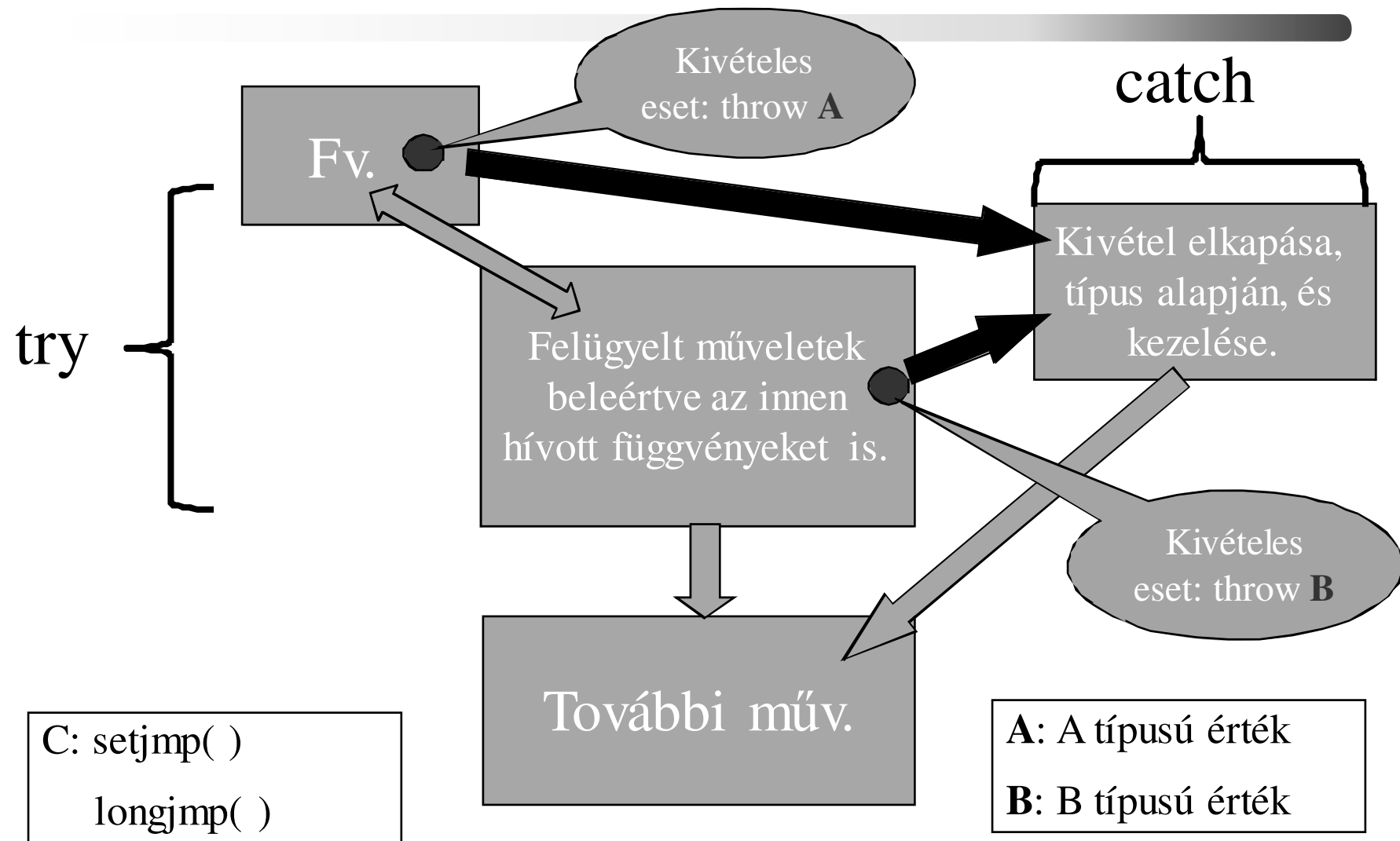
Kivételes esetek kezelése, jelzése

- Kinek kell jelezni?
 - felhasználó, másik programozó, másik program
 - saját magunknak
- A kivételes eset kezelése gyakran nem annak keletkezési helyén történik.
(Legtöbbször nem tudjuk, hogy mit kell tenni. Megállni, kiírni valami csúnyát, stb.)

Kivétel kezelés

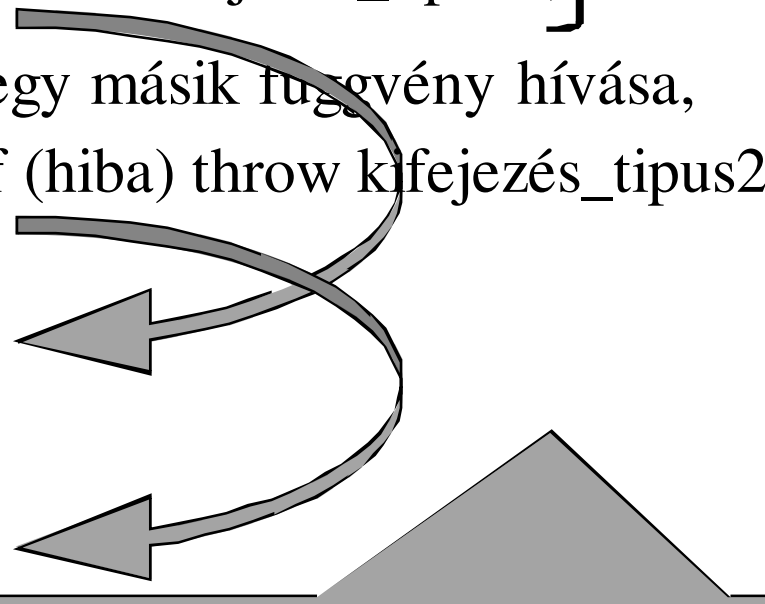
- C++ típus orientált kivételkezelést támogat, amivel a kivételes esetek kezelésének szinte minden formája megvalósítható.
- A kivételkezeléshez tartozó tevékenységek:
 - figyelendő kódrészlet kijelölése (try)
 - kivétel továbbítása (throw)
 - esemény lekezelése (catch)

Kivételkezelés = globális goto



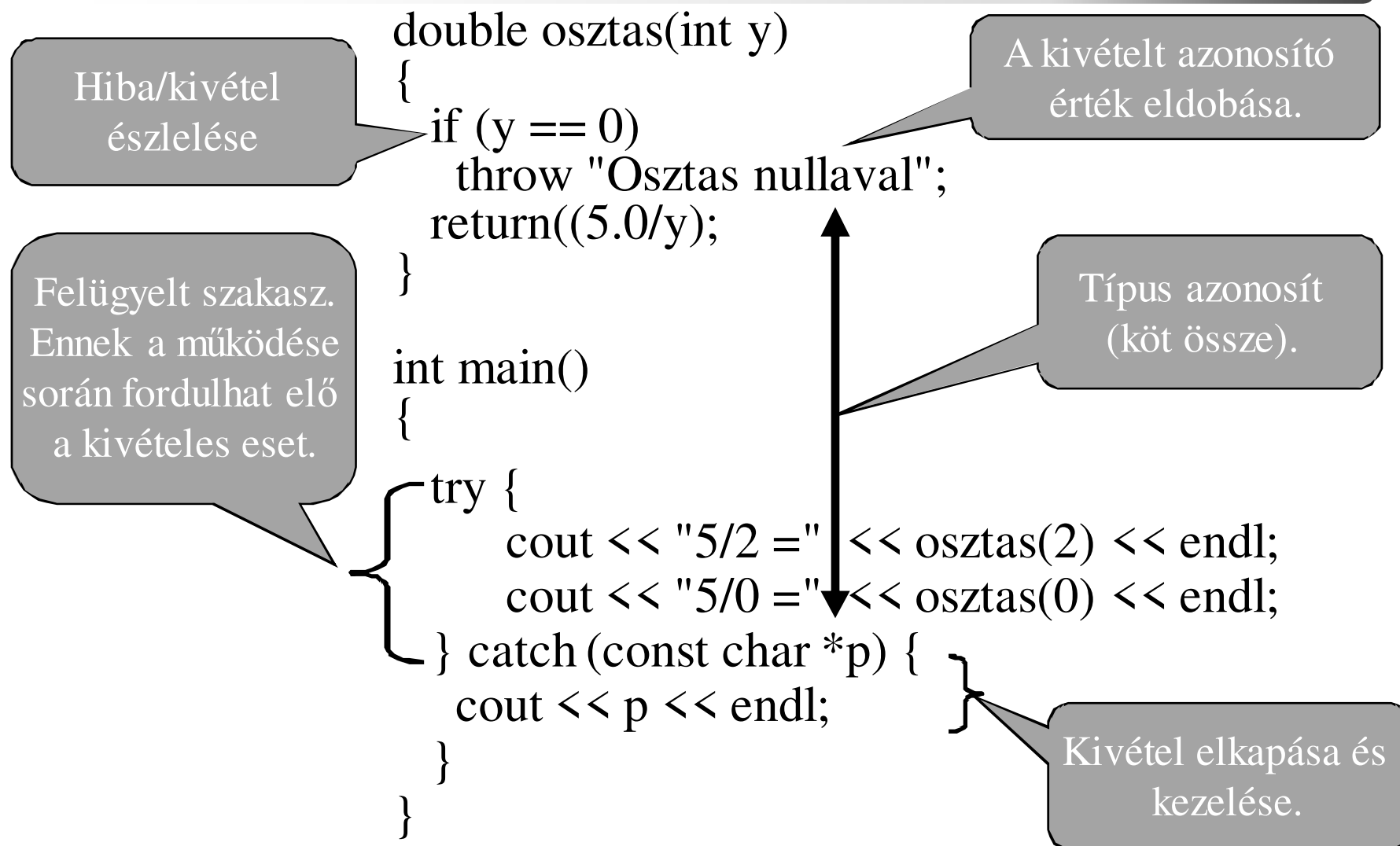
Kivételkezelés/2

```
try {  
    .... Kritikus művelet1 pl. egy függvény hívása, aminek a  
           belsejében: {if (hiba) throw kifejezés_tipus1;}  
    .... Kritikus művelet2 pl. egy másik függvény hívása,  
           aminek a belsejében: {if (hiba) throw kifejezés_tipus2;}  
} catch (típus1 param) {  
    .... Kivételkezelés1  
} catch (típus2 param) {  
    .... Kivételkezelés2  
}
```



A hiba tetszőleges mélységben keletkezhet.
Közvetlenül a **try-catch** blokkban a **throw**-nak nincs sok értelme,
hiszen akkor már kezelni is tudnánk a hibát.

Kivételkezelés példa



Kivételkezelés a memóriára

```
#include <iostream>
```

```
using std::cerr;
```

```
int main() {
```

```
    long db = 0;
```

```
    try {
```

```
        while(true) {
```

```
            double *p = new double[1022]; db++;
```

```
        }
```

```
    } catch (std::bad_alloc) {
```

```
        cerr << "Gaz van" << endl;
```

```
        // Fel kellene szabadítani, de .... ?
```

```
    }
```

```
    cerr << "Ennyi new sikerult:" << db << endl;
```

```
}
```

A kivételes eset
itt keletkezhethet.

Kivétel elkapása
és kezelése.

Futtatás egy Linux VM-ben

```
~$ git clone \  
    https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_02  
~$ cd ea_02/mem_alloc  
~$ g++ -static mem_alloc.cpp -o mem_alloc  
~$ ( ulimit -d 500; ./mem_alloc )
```

A `-static` azért kell, hogy a betöltésnél ne legyen szükség
extra loader-re, ami extra memóriát használ.
A zárójel azért kell, hogy új shell induljon.
A sorvégi `\` folytatósort jelöl.

Futtatás egy Linux VM-ben /2

Az kóddal a new_handler működése is tesztelhető. Ehhez a fordításkor definiálni kell a HANDLER azonosítót:

```
~$ g++ -static mem_alloc.cpp \  
    -DHANDLER -o mem_alloc  
~$ ( ulimit -d 500; ./mem_alloc )
```