Programozás alapjai II.
(8. ea) **C++**

bejárók és egy tervezési példa

Szeberényi Imre, Somogyi Péter
BME IIT

<szebi@iit.bme.hu>

MŰEGYETEM 1782

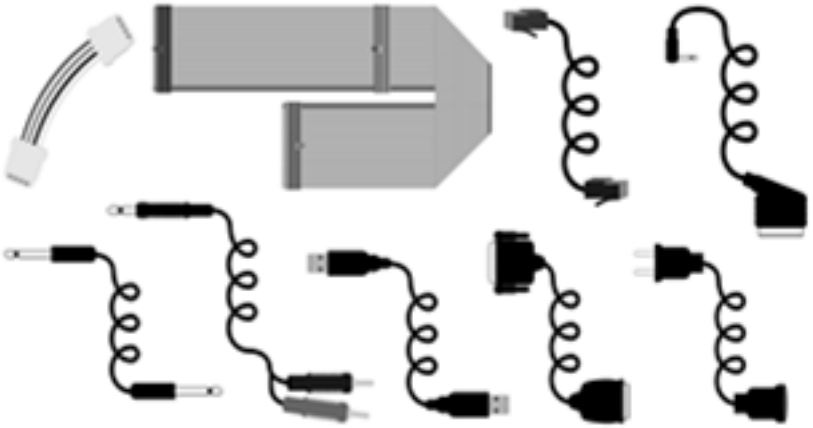
Előző óra összefoglalása /1

- Generikus osztályokkal és függvényekkel általános szerkezetekhez jutunk:
  - Típust paraméterként adhatunk meg.
  - A generikus osztály v. függvény később a típusnak megfelelően példányosítható.
  - A specializáció során a sablonból az általánostól eltérő példány hozható létre.
  - A függvényparaméterekből a konkrét sablonpéldány levezethető.
  - Függvénysablon átdefiniálható.

Programtervezési minták

- Gyakran előforduló problémák általános, újrafelhasználható megoldása.
- Az ötlet az építészetből származik, a 90-es években vette át a programozás.
- Fontos, hogy **nevük van**! Így mindenki azonnal érti miről van szó.
- Három fő csoport:
  - létrehozási, szerkesztési, viselkedési minta.
- A tárgy keretében csak 1-2 jellegzetes mintát ismerünk meg. Részletesen később.

Adapterek



Másként szeretnénk elérni, és/vagy kicsit másként szeretnénk használni.

Pl: Van egy generikus tömbünk ami indexelhető, de szeretnénk inkább az at() tagfüggvénnyel elérni az elemeit

```
// Van:
template <class T, size_t s>
class Array {
   T t[s];
public:
  T& operator[](size_t i) {
      return t[i];
   }
};
```

```
// Kell:
MyArray<int, 10> i10;
MyArray<double, 5> d5;

cout << i10.at(5);
cout << d5.at(5); //!!
```

Adapter megvalósítása #1

```
// Tartalmazott objektummal (delegáció):
template <class T, size_t s>
class MyArray {
   Array<T, s> a;
public:
   // Szükség lehet a tartalmazott konstruktorának explicit meghívására
   // pl: MyArray(param) :a(param) { }

   // Az átalakítást végző függvények....
   T& at(size_t i) {
      if (i >= s)
        throw std::out_of_range("MyArray");
      return a[i];
   }
};
```

Adapter megvalósítása #2

```
// Örökléssel
template <class T, size_t s>
class MyArray : public Array<T, s> {
public:
   // Szükség lehet a tartalmazott konstruktorának explicit meghívására
   // pl: MyArray(param) :Array<T, s>(param) { }

   // Az átalakítást végző függvények....
   T& at(size_t i) {
      if (i >= s)
        throw std::out_of_range("MyArray");
      return Array<T, s>::operator[](i);
   }
};
```

Következtetések

Adapter minta nem kötődik a sablonokhoz!

Megvalósítása:

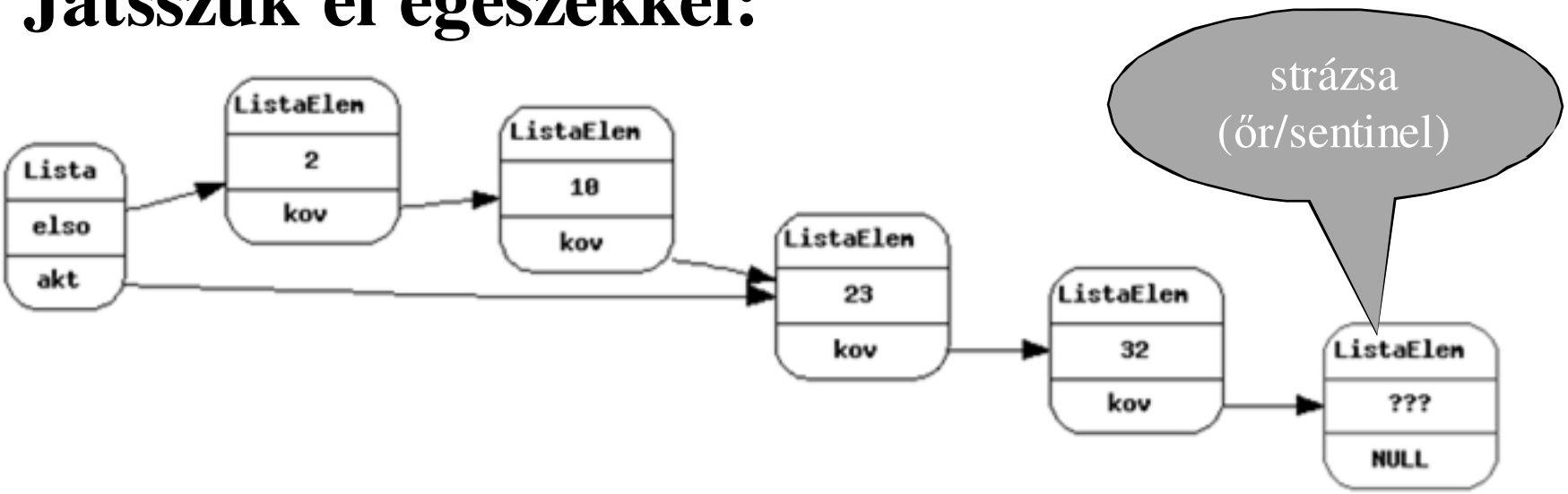
- Öröklés:
  - kompatibilitás kihasználása
  - meglevő publikus függvények továbbadása
- Tartalmazás:
  - tartalmazott obj. dolgai rejtve maradnak
  - a nem módosított tagfüggvényeket is delegálni kell

Összetettebb példa: Lista sablon

Műveletek:

- beszur() – új elem felvétele
- kovetkezo() – soron következő elem kiolvasása
  - jelzi, ha elérte a végét és újra az elejére áll.

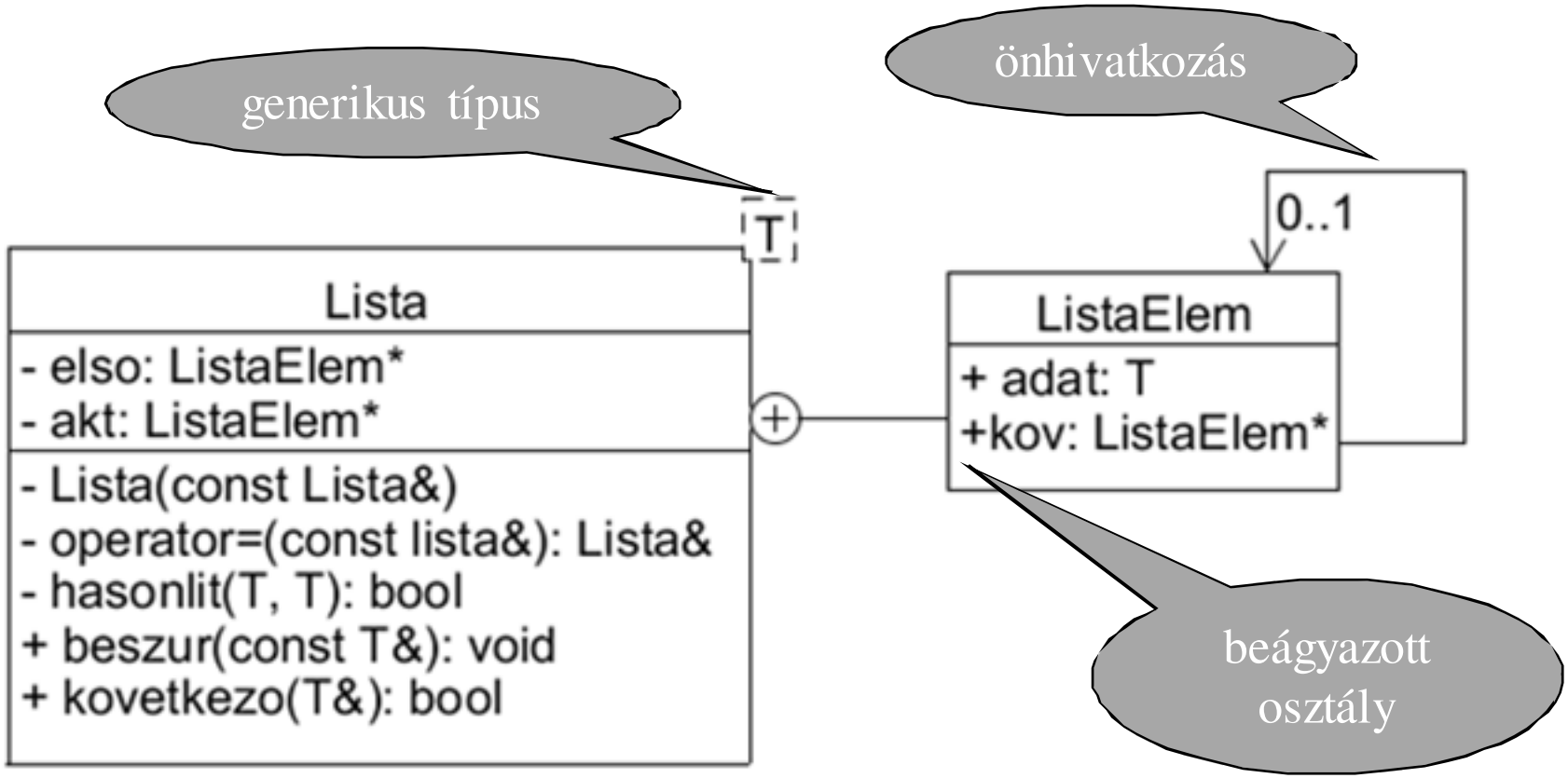
Játsszuk el egészekkel:



Lista tervezése

- Két osztály:
  - Lista
    - pointer az első elemre (első elem)
    - pointer az akt elemre
    - Művelet: beszur(), kovetkezo()
  - ListaElem
    - adat
    - pointer önmagára
    - Művelet: másol, létrehoz

A két osztály kapcsolata



Lista osztály sablonja

```
template <class T>  class Lista {      // Lista osztálysablon
   struct ListaElem {                  // privát struktúra
      T adat;                          // adat
       ListaElem *kov;                 // következő elem
       ListaElem(ListaElem *p = NULL) :kov(p) {}
   };
   ListaElem *elso, *akt;              // első + akt pointer
    bool hasonlit(T d1, T d2) {  return(d1<d2); }
public:
   Lista() { akt = elso = new ListaElem; } // első + akt.
   void beszur(const T& dat);          // elem beszúrása
   bool kovetkezo(T&  dat);            // következő elem
   ~Lista() { /* házi feladat */ };
};
```

Tagfüggvények sablonja

```
template <class T>                          // tagfüggvénysablon
void Lista<T>::beszur(const T& dat) {
   ListaElem *p;                            // futó pointer
   for (p = elso; p->kov != NULL &&
                  hasonlit(p->adat, dat); p = p->kov);
   ListaElem *uj = new ListaElem(*p); //régit ámásolja
   p->adat = dat; p->kov = uj;              // új adat beírása
}
template <class T>                          // tagfüggvénysablon
bool Lista<T>::kovetkezo(T& dat) {// következő elem
   if (akt->kov == NULL) { akt = elso; return(false); }
   dat = akt->adat;  akt = akt->kov;
   return(true);
}
```

Lista sablon használata

```
#include "generikus_lista.hpp" // sablonok
int main()
{
   Lista<int> L;            // int lista
   Lista<double> Ld;        // double lista
   Lista<const char*> Ls;          // const char* lista

   L.beszur(1); L.beszur(19); L.beszur(-41);
   Ls.beszur("Alma"); Ls.beszur("Hello"); Ls.beszur("Aladar");

   int x; while (L.kovetkezo(x))
          std::cout << x << std::endl;
   const char *s; while (Ls.kovetkezo(s))
          std::cout << s << std::endl;
   return 0;
}
```

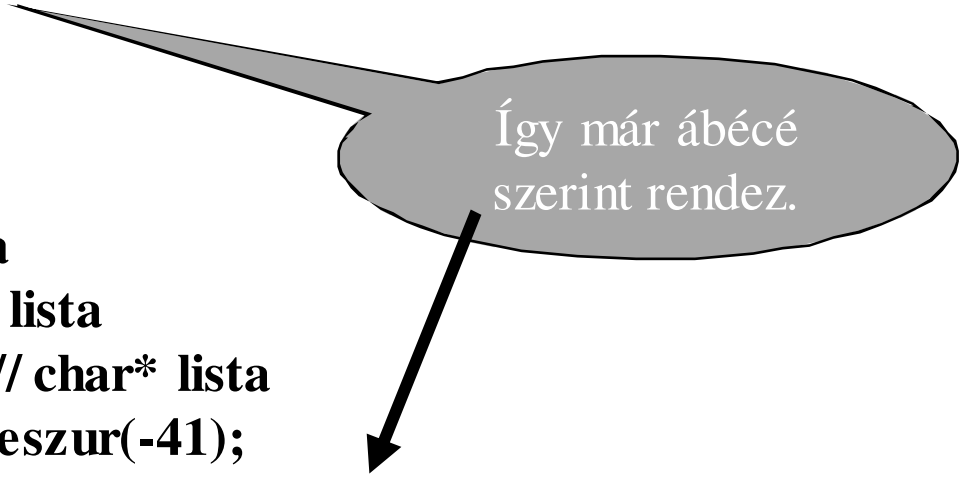
sablon példányosítása

Jól fog működni ?

```
bool hasonlit(T d1, T d2) {
          return(d1<d2);
} // const char* < const char*
```

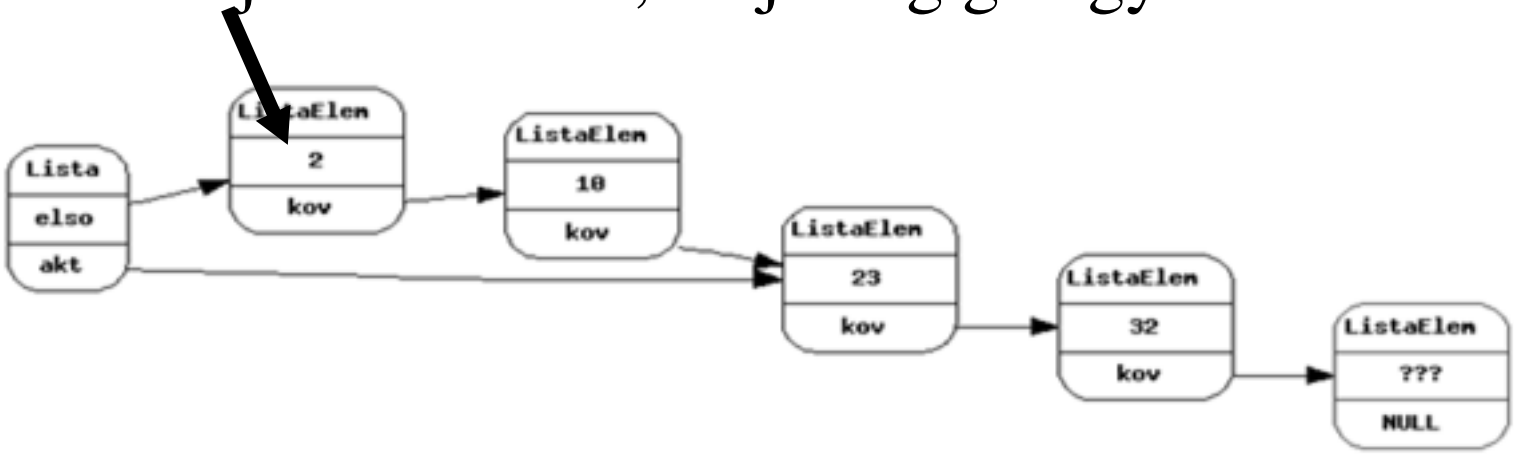
Specializációval

```
#include "generikus_lista.hpp"  // sablonok
#include <cstring>

template<>
bool Lista<const char*>::hasonlit(const char *s1, const char *s2) {// spec.
    return(std::strcmp(s1, s2) < 0);
}

int main() {
    Lista<int> L;              // int lista
    Lista<double> Ld;      // double lista
    Lista<const char*> Ls;          // char* lista
    L.beszur(1); L.beszur(19);  L.beszur(-41);
    Ls.beszur("Alma"); Ls.beszur("Hello"); Ls.beszur("Aladar");
    int x;  while (L.kovetkezo(x))  std::cout << x << std::endl;
    const char *s; while (Ls.kovetkezo(s)) std::cout << s << stt::endl;
    return 0;
}
```



Lista sablon felülvizsgálata

- Írjuk ki minden elemhez, hogy mely további elemet oszt maradék nélkül!
  1. Kiírjuk az elemet, majd végigmegyünk a listán.



  2. Kiírjuk a következő elemet, de melyik a következő ?

Lista sablon felülvizsgálata /2

- Tegyünk bele újabb pointert?
  - Mégis hányat?
- Adjuk ki valahogy az adat pointerét?
  - Ekkor ismernünk kell a belső szerkezetet.
- Megoldás:
  Olyan általánosított mutató, ami nem ad ki felesleges információt a belső szerkezetről.
  → **Bejáró (iterátor)**

Bejárók (iterátorok)

- Általánosított adatsorozat elemeire hivatkozó elvont mutatóobjektum.
- Legfontosabb műveletei:
  - éppen akt. elem elérése (* ->)
  - következő elemre lépés (++)
  - mutatók összehasonlítása (==, !=)
  - mutatóobjektum létrehozása az első elemre (begin())
  - mutatóobj. létrehozása az utolsó utáni elemre(end())

```
Lista<int> li;
Lista<int>::iterator i1, i2;
for (i1 = li.begin();   i1 != li.end();   i1++)
    int x = *i1;
```

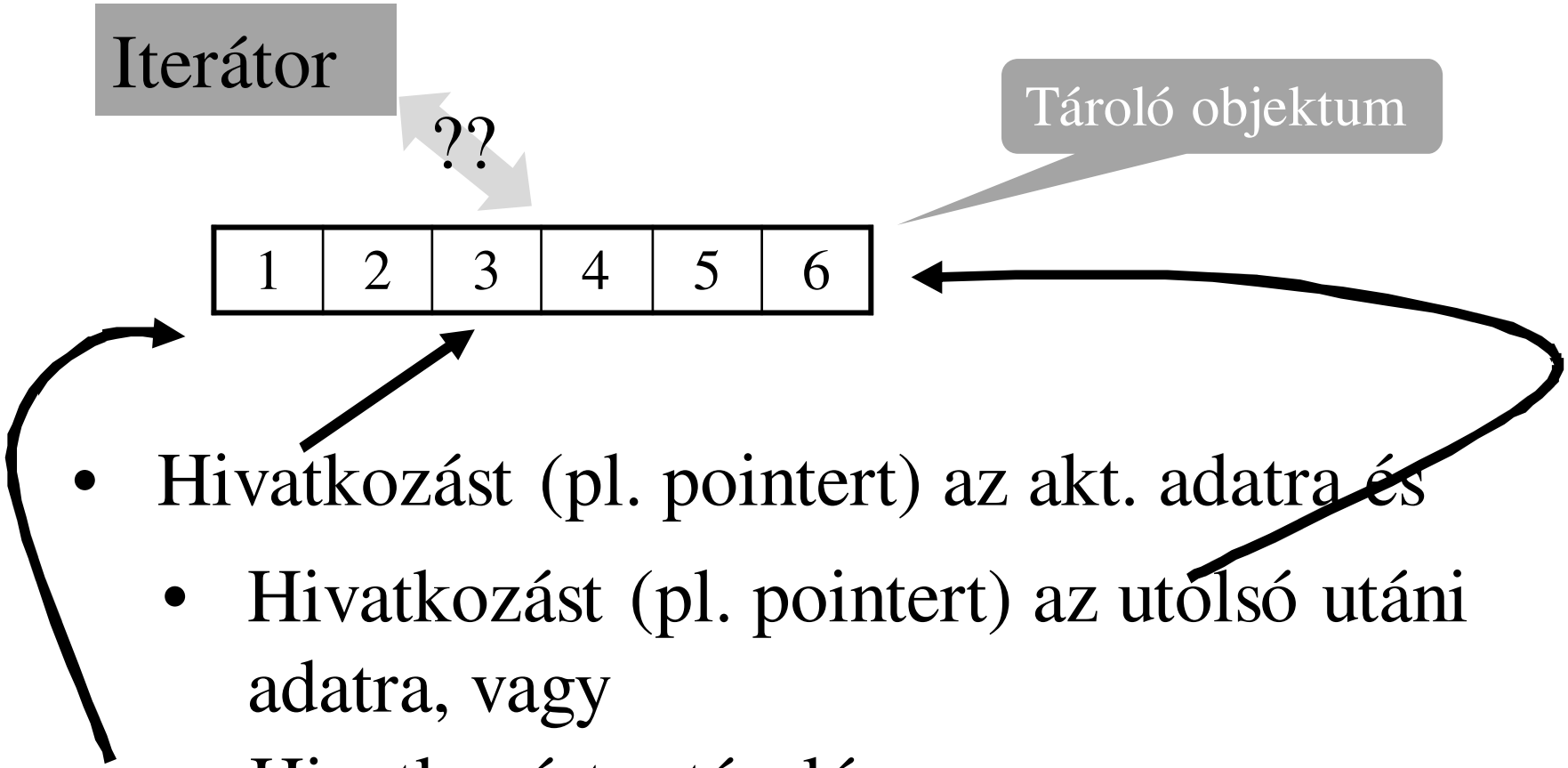
Tároló objektum (lista)

Újabb absztrakciós eszköz

- Általánosan kezelhetjük a tárolókat, azok belső megvalósításának ismerete nélkül.
- Példa: előző feladatot ismeretlen szerkezetű tárolóban tárolt elemekkel akarjuk elvégezni:

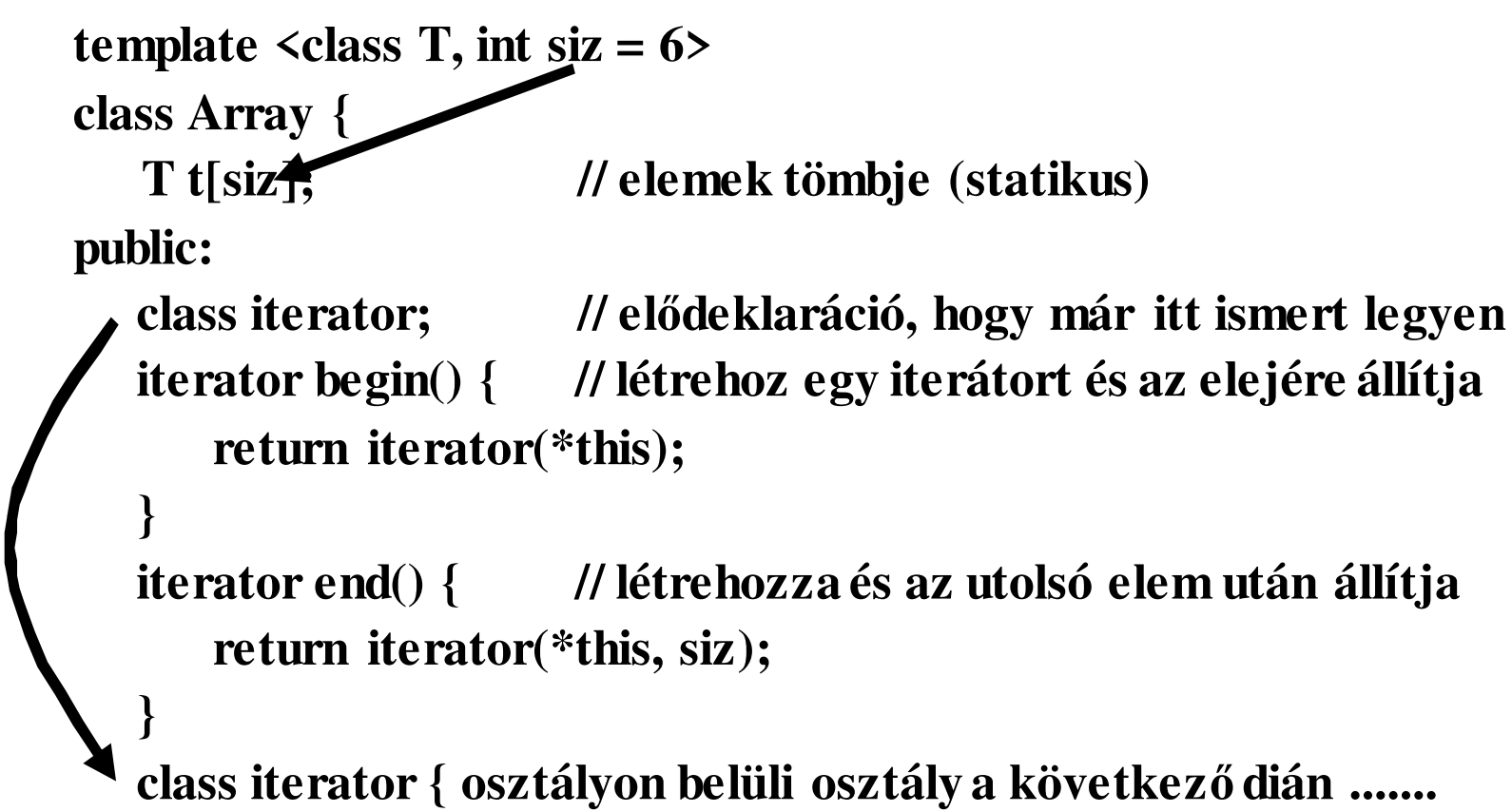
```
Tarolo<int> t; Tarolo<int>::iterator i1, i2;
 for (i1 = t.begin(); i1 != t.end(); ++i1) {
     cout << *i1 << " osztja a kovetkezoket:";
     i2 = i1;
     for (++i2; i2 != t.end(); ++i2)
         if (*i2 % *i1 == 0) cout << " " << *i2;
     cout << endl;
}
```

Mit tárol egy iterátor?



- Hivatkozást (pl. pointert) az akt. adatra és
  - Hivatkozást (pl. pointert) az utolsó utáni adatra, vagy
  - Hivatkozást a tárolóra

Generikus tömb iterátorral



```
template <class T, int siz = 6>
class Array {
    T t[siz];                  // elemek tömbje (statikus)
public:
    class iterator;            // elődeklaráció, hogy már itt ismert legyen
    iterator begin() {         // létrehoz egy iterátort és az elejére állítja
        return iterator(*this);
    }
    iterator end() {           // létrehozza és az utolsó elem után állítja
        return iterator(*this, siz);
    }
    class iterator { osztályon belüli osztály a következő dián .....
```

Generikus tömb iterátorral /2

Az osztályon belül van!

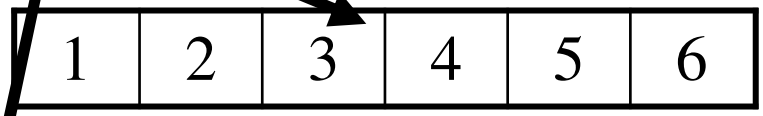
```
class iterator {
   T *p, *pe;   // pointer az akt elemre, és az utolsó utánira
public:
   iterator() :p(0), pe(0) {}
   iterator(Array& a, int ix = 0)  :p(a.t+ix), pe(a.t+siz) {}
   iterator& operator++() {   // növeli az iterátort (pre)
       if (p != pe) ++p;
      return *this;
   }
   bool operator!=(const iterator &i) { // összehasonlít
       return(p != i.p);
   }
   T& operator*() {                        // indirekció
       if (p != pe) return *p;
       else throw out_of_range ("Hibas indirekcio");
   }
};                                         // iterator belső osztály vége
};                                         // Array template osztály vége
```

Generikus tömb használata

```
int main() {
   Array<int>  a1, a2;

   int i = 1;
   for (Array<int>::iterator i1 = a1.begin(); i1 != a1.end(); ++i1)
                        *i1 = i++;
   return 0;
}
```

elejére áll!

utolsó utáni elemre




```
int& operator*() {
   if (p != pe) return *p;
   else throw out_of_range (....);
}
```

```
iterator& operator++() {
   if (p != pe) ++p;
   return *this;
}
```

Generikus lista iterátorral

```
template<class T> class Lista  {
  struct ListaElem {        // privát struktúra
    T  adat;                // adat
    ListaElem *kov;         // pointer a következőre
    ListaElem(ListaElem *p = NULL) :kov(p) {}
  };
  ListaElem *elso;          // pointer az elsőre
  bool hasonlit(T d1, T d2) { return(d1<d2); }
public:
  Lista() { elso = new ListaElem;} // strázsa létrehozása
  void beszur(const T& dat);       // elem beszúrása
  class iterator;           // elődeklaráció
  iterator begin() {        // létrehoz egy iterátort és az elejére állítja
      return(iterator(*this)); }
  iterator end() {          // létrehozza és az utolsó elem után állítja
     return(iterator()); }
```

nincs akt

Generikus lista iterátorral /2

```
// Lista osztály deklarációjában vagyunk...
class iterator {              // belső osztály
  ListaElem *akt;             // mutató az aktuális elemre
public:
  iterator() : akt(NULL) {};  // végére állítja az iterátort
  iterator(const Lista& l) : akt(l.elso) { // elejére állítja
    if (akt->kov == NULL) akt = NULL; // strázsa mi
  }
  iterator& operator++() { // növeli az iterátort (pre)
    if (akt != NULL) {
      akt = akt->kov;         // következőre
      if (akt->kov == NULL) akt = NULL; // strázsa miatti trükk
    }
    return(*this);
  }
```

Itt az akt

Így egyszerűbb, mint a végéig menni.

Generikus lista iterátorral /3

Nem referencia. Miért ?

```
iterator operator++(int) { // növeli az iterátort (post)
   iterator tmp = *this;      // előző érték
   operator++();              // növel
   return(tmp);               // előzővel kell visszatérni
}
bool operator!=(const iterator &i) const { // összehasonlít
     return(akt != i.akt);
}
T& operator*() {                    // indirekció
     if (akt != NULL ) return(akt->adat);
    else throw out_of_range("Hibás");
 }
T* operator->() {                   // indirekció
     if (akt != NULL) return(&akt->adat);
     else throw out_of_range("Hibás");
 }   }; };
```

Címet kell, hogy adjon

Lista használata

```
#include "generikus_lista_iter.hpp"

int main()      {
    Lista<int> L;
    Lista<int>::iterator i;
    for (i = L.begin();  i != L.end();  i++)
        int x = *i;

    Lista<Komplex> Lk;
    Lista<Komplex>::iterator ik(Lk);
    ik->Abs();
    Komplex k1 = ik->;          // hibás
    return(0);
}
```

A végéig megy, nem kell tudni, hogy valóban milyen adat.

növel

aktuális elem elérése

-> egyoperandusú utótag operátor.
A formai köv. miatt a tagnevet ki kell írni !

Bejárók - összefoglalás

- Tárolók -> adatsorozatok tárolása
  - adatsorozat elemeit el kell érni
  - tipikus művelet: *"add a következőt"*
- Iterátor: általánosított adatsorozat elemeire hivatkozó elvont mutatóobjektum.
- Legfontosabb műveletei:
  - éppen akt. elem elérése (*** ->**)
  - következő elemre lépés (**++**)
  - mutatók összehasonlítása (**==, !=**)
  - mutatóobjektum létrehozása az első elemre (**begin**())
  - mutatóobjektum létrehozása az utolsó utáni elemre (**end**())

Bejárók – összefoglalás /2

- Nem kell ismerni a tároló belső adatszerkezetét.
- Tároló könnyen változtatható.
- Generikus algoritmusok fel tudják használni.
- Indexelés nem mindig alkalmazható, de iterátor..
- A pointer az iterátor egy speciális fajtája.

Későbbi diákon is használjuk

```
template<class Iter>
void PrintFv(Iter first, Iter last){
    while (first != last) cout << *first++ << endl;
}
int tarolo[5] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
PrintFv<int*>(tarolo, tarolo+5);
Array<double, 10> d10;
PrintFv<>(d10.begin(), d10.end());
```

Bejárók – még egy példa

```
int szamok[] = { 2, 6, 72, 12, 3, 50, 25, 100, 0 };
std::cout << "szamok a tombbol:  ";
PrintFv(szamok, szamok+8);
Lista<int> li;
int *p = szamok; while (*p != 0) li.beszur(*p++);
std::cout << "szamok a listabol: ";
PrintFv(li.begin(), li.end());
Lista<int>::iterator i1, i2;
for (i1 = li.begin(); i1 != li.end(); ++i1) {
    std::cout << std::setw(3) << *i1 << " osztja: ";
    i2 = i1;
    for (++i2; i2 != li.end(); ++i2)
       if (*i2 % *i1 == 0)  std::cout << " " << *i2;
    std::cout << std::endl;
}
```

Egy tervezési példa

Sharks & Fishes

Példa: Cápák és halak /1

- Modellezzük halak és cápák viselkedését az óceánban.
- Óceán: 2d rács. Cella: szabad, lehet benne hal vagy cápa.
- Kezdetben halak és cápák véletlen-szerűen helyezkednek el.
- Diszkrét időpillanatokban megvizsgáljuk a populációt és a viselkedésüknek megfelelően változtatjuk azt.

Cápák és halak /2 – szabályok

- Hal:
  - Átúszik a szomszédos szabad cellába, ha van ilyen.
  - Ha elérte a szaporodási kort, akkor a másik cellába történő úszás közben szaporodik: Eredeti helyén hagy egy 0 éves halat.
  - Ha nincs szabad cella, nem úszik és nem szaporodik.
  - Sohasem döglik meg.

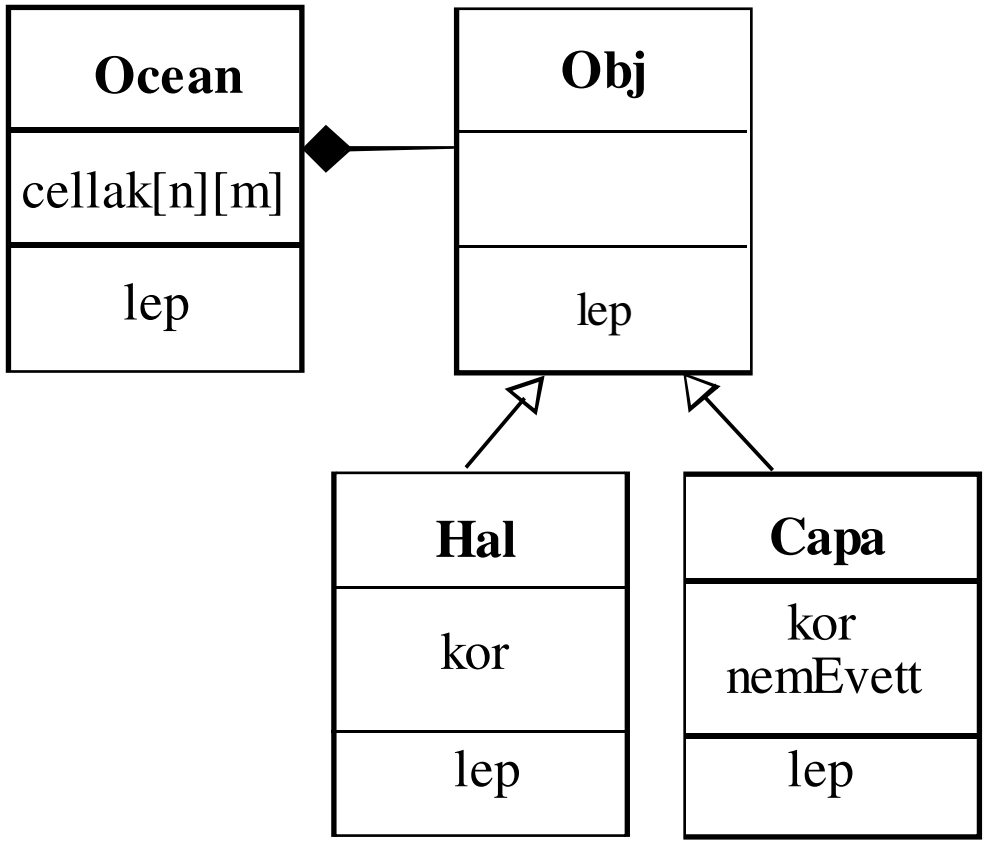
Cápák és halak /3 – szabályok

- Cápa:
  - Ha van olyan szomszédos cella, amiben hal van, akkor átúszik oda és megeszi.
  - Ha nincs hal a szomszédban, de van szabad cella, akkor oda úszik át.
  - Ha elérte a szaporodási kort, akkor a másik cellába történő úszás közben szaporodik: Eredeti helyén hagy egy 0 éves, éhes cápát.
  - Ha nincs szabad cella, nem úszik és nem szaporodik.
  - Ha egy adott ideig nem eszik, megdöglik.

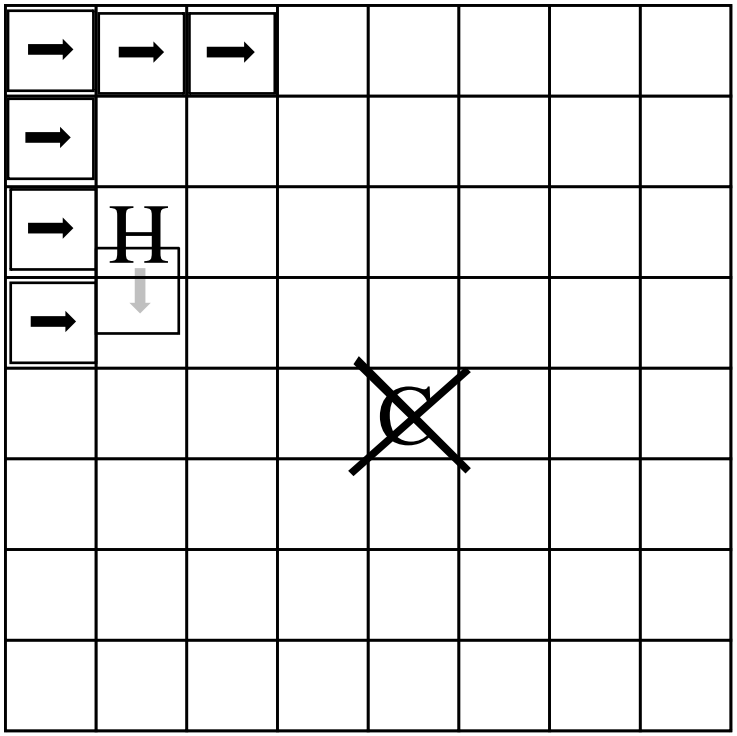
Modellezés: heterogén adatszerk.

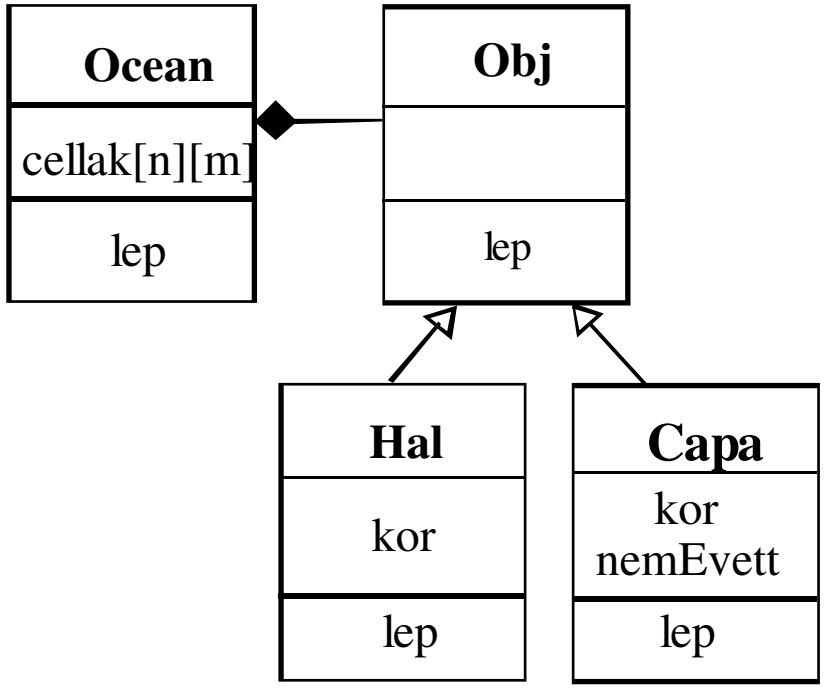
- Óceán olyan alapobjektumra mutató pointert tárol mely objektumból származtatható hal, cápa, stb. (Heterogén kollekció.)
- Óceán ciklikusan bejárja a tárolót és a pointerek segítségével minden objektumra meghív egy metódust, ami a viselkedést szimulálja.
- Minden ciklus végén kirajzolja az új populációt.

Első statikus modell



Algoritmusok

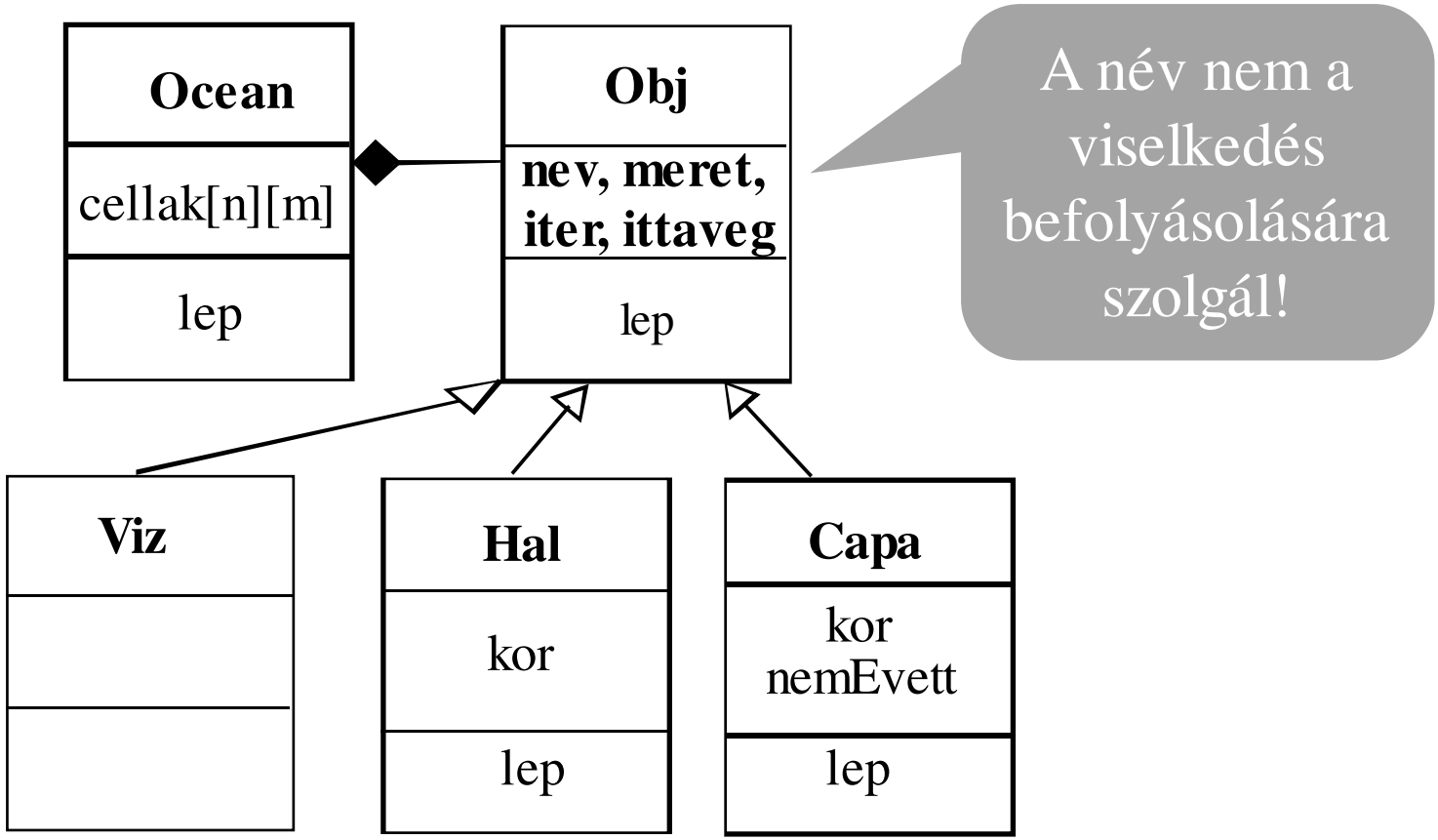




Problémák, kérdések

- Egy iterációs ciklusban csak egyszer léptessük.
  - kell egy számláló az ősbe
- A cápa felelőssége önmaga megszüntetése?
  - kell egy hullabegyűjtő (Ocean)
- Mi van az üres cellákban ?
  - víz
- Lehetne sziget is:
  - part objektum
- A cápa honnan tudja, hogy megeheti a halat?
  - nagyobb hal megeszi a kisebbet
  - méret értéke (víz < ……< ……..< part)

Kiegészített statikus modell



Koordináták kezelése

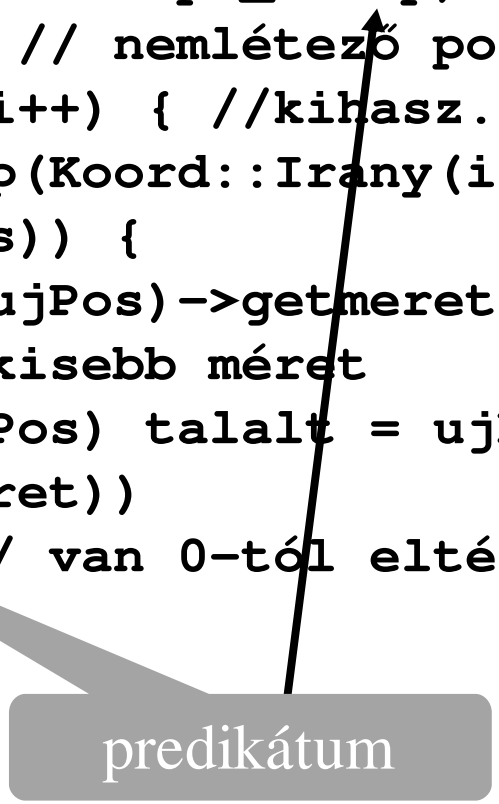
```
/// Cellarács koordinátáinak kezeléséhez
/// Koord osztály (minden tagja publikus)
struct Koord {
    enum Irany { fel, jobbra, le, balra };
    int i;                  /// sor
    int j;                  /// oszlop
    Koord(int, int);

    // Adott iránynak megf. lépve új pozíciót ad
    Koord lep(Irany) const;
};
```

Obj

```
typedef bool cmpf_t(int, int);
inline bool kisebb(int a, int b) { return a < b; }
class Obj {
protected:
    char nev;         /// Objektum neve
    int meret;        /// nagyobb eszik...
    int iter;         /// Iteráció számlálója
    bool ittaveg;     /// kimúlást jelző flag
public:
    Obj(char, int);
    char getnev() const;
    char getmeret() const;
    bool is_vege() const;
    Koord keres(Koord&, Ocean&,
                        cmpf_t = kisebb) const;
    virtual void lep(Koord&, Ocean&, int) = 0;
    virtual ~Obj() {};  };
```

Obj::keres()

```
Koord Obj::keres(const Koord& pos, Ocean& oc
                                   cmpf_t cmp) const {
  Koord talalt = noPos;   // nemlétező pozíció
  for (int i = 0; i < 4; i++) { //kihasz. enum-ot
     Koord ujPos = pos.lep(Koord::Irany(i));
     if (oc.ervenyes(ujPos)) {
       int m = oc.getObj(ujPos)->getmeret();
       if (m == 0) // legkisebb méret
         if (talalt == noPos) talalt = ujPos;
       else if (cmp(m, meret))
         return ujPos;  // van 0-tól eltérő
     }
   }
   return talalt;
}
```



Capa

```
/// Cápa
class Capa :public Obj {
    static const int capaSzapKor = 5;
    static const int capaEhenhal = 7;
    int kor;          //< kora
    int nemEvett;     //< ennyi ideje nem evett
public:
    Capa() :Obj('C', 100), kor(0), nemEvett(0) {}

    /// Másoló a szaporodáshoz kell.
    /// Nullázza a kor-t
    Capa(const Capa& h)
       :Obj(h), kor(0), nemEvett(h.nemEvett) {}
    void lep(Koord pos, Ocean& oc, int);
};
```

Capa viselkedése

```
void Capa::lep(Koord& pos, Ocean& oc, int i) {
  if (iter >= i) return; // már léptettük
  iter = i; kor++;       // öregszik
  if (nemEvett++ >= capaEhenhal) {
    ittaveg = true; return;}// éhen halt
  Koord ujPos = keres(pos, oc);//gyengébbet keres
  if (oc.ervenyes(ujPos)) {//van kaja vagy víz
    if (oc.getObj(ujpos)->getmeret() > 0)
      nemEvett = 0;      // fincsi volt a kaja
    oc.replObj(ujPos, this);// új cellába úszik
    Obj* o;
    if (kor > capaSzapKor)
      o = new Capa(*this);// szaporodik
    else
      o = new Viz;       // víz lesz a helyén
  oc.setObj(pos, o);
  }}
```

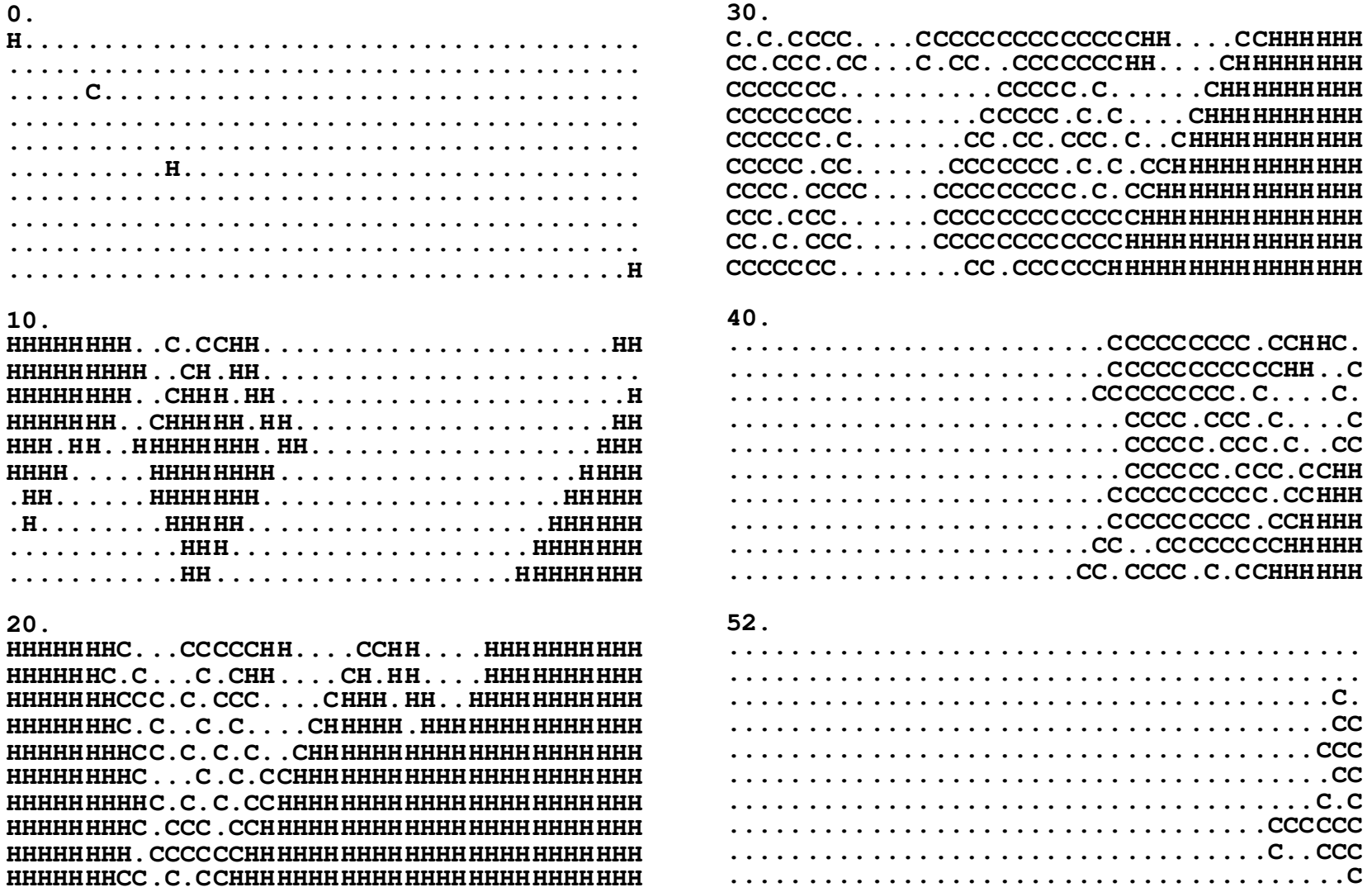
Ocean

```
/// Statikus méretű cellarácsot tartalmaz.
/// Minden cella egy objektum mutatóját tárolja.
const int MaxN = 10;     /// sorok száma
const int MaxM = 40;     /// oszlopok száma
class Ocean {
    int iter;                    /// Iteráció sz.
    Obj *cellak[MaxN][MaxM]; /// Cellák tárolója
public:
    Ocean();
    bool ervenyes(Koord&) const;
    Obj* getObj(Koord&) const;
    void setObj(Koord&, Obj*);
    void replObj(Koord&, Obj*);
    void rajzol(std::ostream&) const;
    void lep();
    ~Ocean();
};
```

Ocean::lep()

```
/// Egy iterációs lépés
void Ocean::lep() {
  iter++;
  for (int i = 0; i < MaxN; i++)
    for (int j = 0; j < MaxM; j++) {
      Koord pos(i,j);
      cellak[i][j]->lep(pos, *this, iter);
      // hullák begyűjtése
      if (cellak[i][j]->is_vege())
        replObj(pos, new Viz);
    }
}
// Objektum törlése és pointer átírása
void Ocean::replObj(Koord& pos, Obj* o) {
    delete cellak[pos.i][pos.j];
    cellak[pos.i][pos.j] = o;
}
```

Szimuláció (1,5,7)



Írjuk ki a halak számát!

- Kinek a dolga ?
  - Óceáné ?
  - Halaké ?
- Be kell járni az óceánt -> bejáró
- Számolás: általánosított számoló template

```
szamol(atlanti.begin(),
                atlanti.end(), HalnevCmp('H'));
szamol(atlanti.begin(),
                atlanti.end(), HalnevCmp('C'));
```

Írjuk ki a halak számát!/2

```
template<class Iter, class Pred>
int szamol(Iter elso, Iter utso, Pred pred) {
    int db = 0;
    while (elso != utso)
        if (pred(*elso++)) db++;
    return db;
}
struct HalnevCmp {
    char refnev;                // referencia név
    HalnevCmp(char nev) :refnev(nev) {}
    bool operator()(const Obj* o) const {
        return o->getnev() == refnev;
    }
};
cout << "(Hal:" << szamol(atlanti.begin(),
                         atlanti.end(), HalnevCmp('H'));
```

Ocean kiegészítése iterátorral

```
class Ocean {
...
public:
   class Iterator;
   Iterator begin() {
       return Iterator(*this);
   }

   Iterator end() {
       return Iterator(*this, MaxN*MaxM);
   }
...
```

Ocean::Iterator

```
Ocean::Iterator begin() { return Iterator(*this); }

class Iterator {
 Obj **p;          // aktuális pointer
 Obj **pe;         // végpointer
public:
 Iterator() :p(0), pe(0) {}
 Iterator(Ocean& o, int n=0) :p(&o.cellak[0][0]+n),
             pe(&o.cellak[0][0]+MaxN*MaxM) {}
 bool operator!=(Iterator&);
 bool operator==(Iterator&);
 Iterator& operator++();
 Iterator& operator++(int);
 Obj* operator*();
 Obj** operator->();
};
```

Ocean::iterator /2

```
// Pre inkremens
Ocean::Iterator& Ocean::Iterator::operator++() {
    if (p == 0 || p == pe)
        throw out_of_range("Iterator++");
    p++;
    return *this;
}
// Post inkremens
Ocean::Iterator Ocean::Iterator::operator++(int){
    Iterator tmp = *this;
    if (p == 0 || p == pe)
        throw out_of_range("Iterator++");
    p++;
    return tmp;
}
```

Ocean::iterator /3

```
/// Ocean Iterator csillag
Obj* Ocean::Iterator::operator*() {
    if (p == 0 || p == pe)
        throw out_of_range("Iterator*");
    return *p;
}

/// Ocean Iterator nyil operator
Obj** Ocean::Iterator::operator->() {
     if (p == 0 || p == pe)
         throw out_of_range("Iterator->");
     return p;
}
```

https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_08