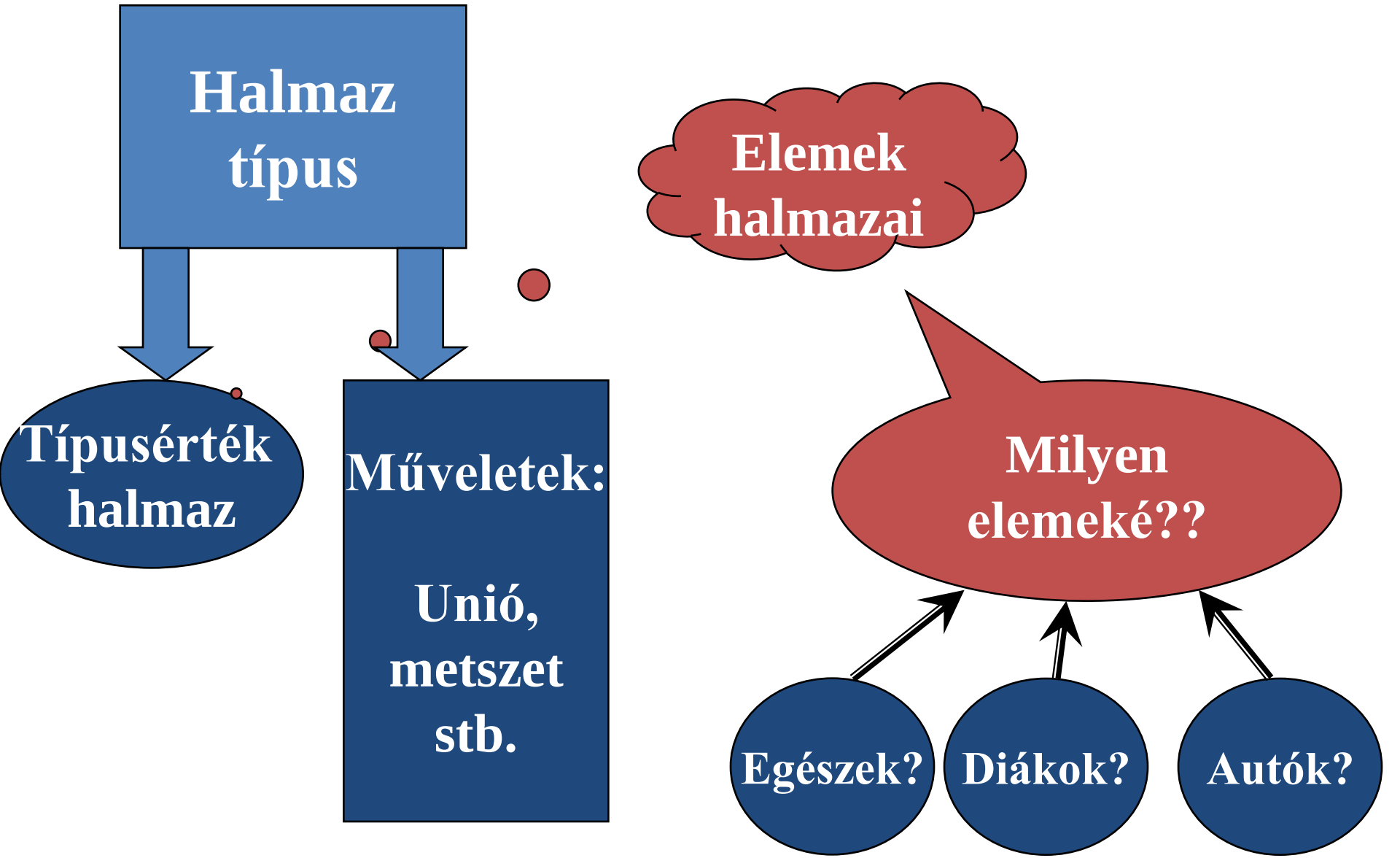
Sablonok

Újrafelhasználható, könnyen karbantartható programokra van szükség.

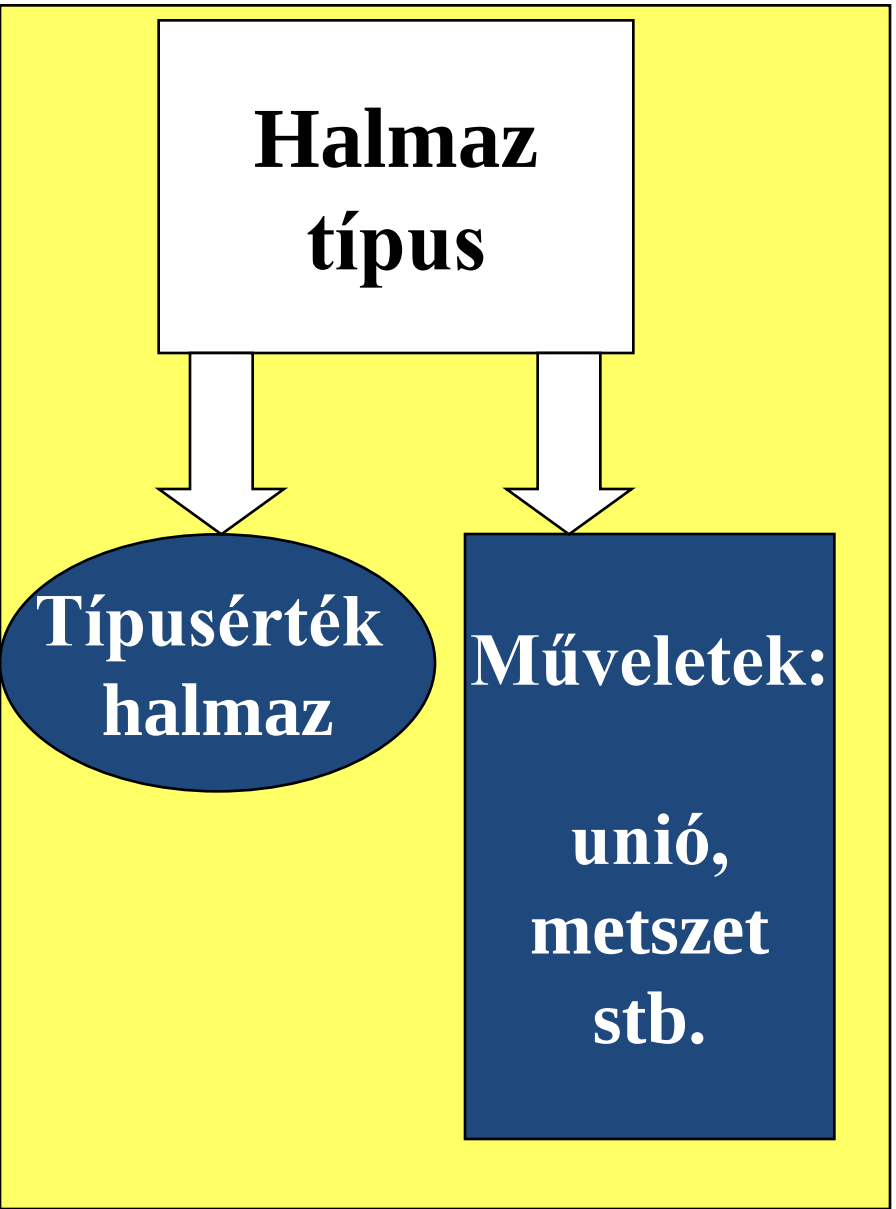
- Ennek a jegyében készít a programozó minél általánosabb típusokat és alprogramokat, hogy azokat mind az éppen aktuális, mind egyéb programjaiban a lehető legszélesebb körben használhassa.
- Maga a programozási módszertan is olyan programozási megoldásokat tanít, amelyek általánosan használhatóak.
- Ezt a törekvést a programozási nyelvek is támogatják kisebb-nagyobb mértékben. Most ezeket az eszközöket gyűjtjük össze. Az eszközök némelyike olyan megszokott és hétköznapi, hogy talán nem is vesszük észre, hogy ebbe a kategóriába tartoznak...

- Alprogramok
- Alprogramok paraméterezése
- Típusok paraméterezése
  (pl. az Ada-ban a diszkriminánsos rekordok, vagy a határozatlan indexhatárú tömb típusok)
- Alprogrammal történő paraméterezés
- Típusokkal történő paraméterezés
  programozási tételeink, alapvető adatszerkezeteink és adattípusaink is “absztrakt” fogalmakat használnak, azaz csupán a számukra feltétlenül szükséges megszorításokat teszik ezekre a fogalmakra. Ennek következménye, hogy általában nem egyetlen típus elégíti ki ezen megszorításokat, hanem sok. Szeretnénk a fenti tételek, adatszerkezetek, típusok implementációját csak egyszer megadni és azt a leírást általánosan az összes, a feltételeket kielégítő típussal használni.

Bevezetés


Halmaz típus
Típusérték halmaz
Műveletek:
Unió, metszet stb.
Elemek halmazai
Milyen elemeké??
Egészek?
Diákok?
Autók?

Bevezetés



Tervezzük meg
az elemek típusától
függetlenül!

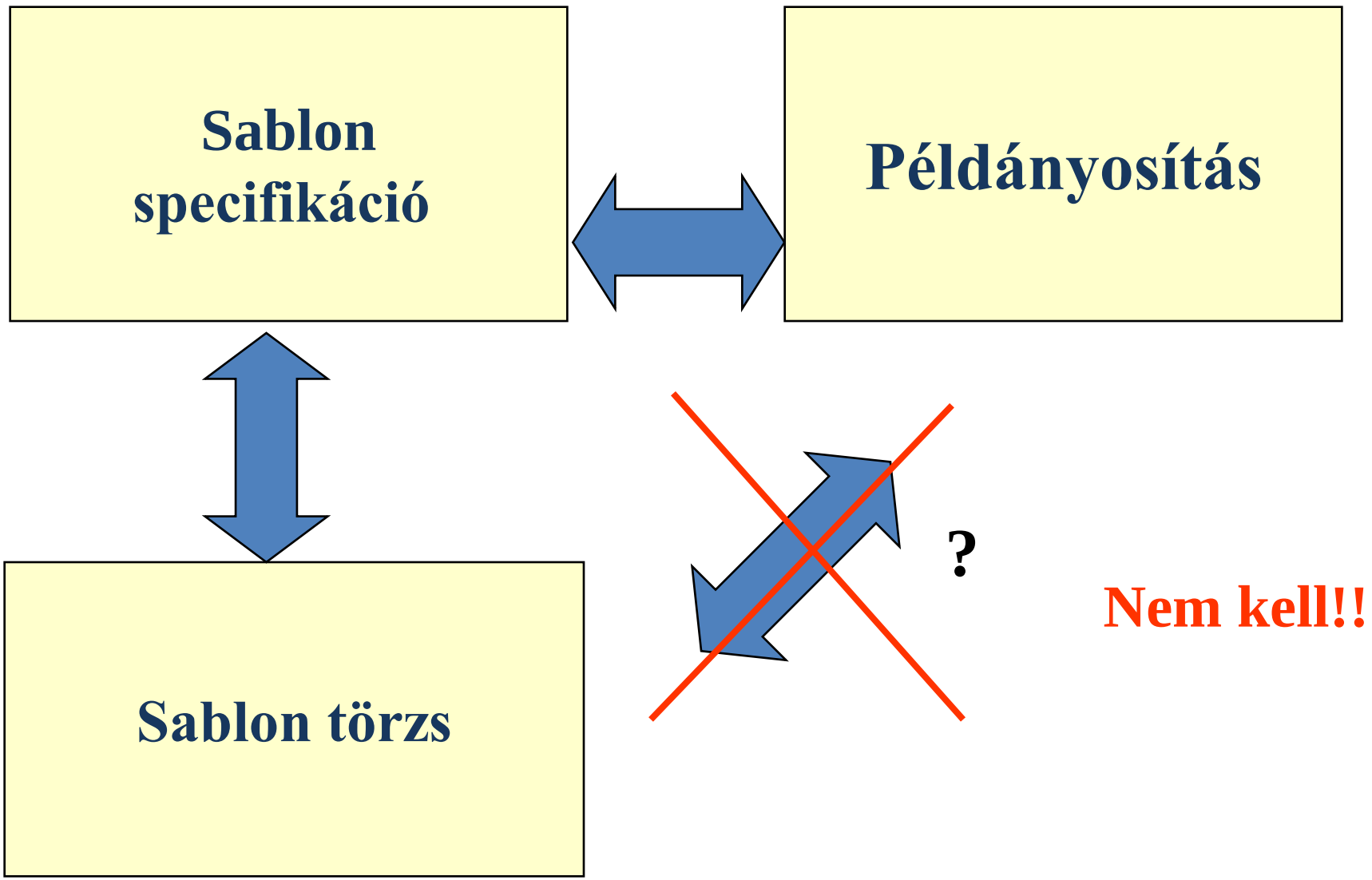
Példányosítsuk
a konkrét használatnál !

Példák

- Keresés vektorban lineárisan
- Maximális elem keresése vektorban
- Vektor elemeinek rendezése
- Verem, Sor
- Prioritásos sor
- Fa
- Keresőfa
- Hash-tábla, stb.

Mi a különbség a példák között?

Szerződés



- Ezen igény kielégítésére többféle eszköz kínálkozik. A C nyelvben például nem áll rendelkezésre ilyen eszköz nyelvi szinten, ám hasonló hatások – korlátozott mértékben – elérhetők az előfeldolgozó rendszer használatával. Az előfeldolgozó rendszer szerves része a C nyelv specifikációjának, mégsem tekinthető igazán nyelvi eszköznek, hiszen a forrásnyelvű programot manipulálja ha úgy tetszik, közelebb áll a megíráshoz használt szövegszerkesztőhöz.

```
typedef struct cell (ELEMENT data; struct cell *next)
                                                    CELL;
typedef CELL *LIST;

int find_item(ELEMENT find, LIST head, LIST *scan,
                                          LIST *prior)
{
 scan=head;
 prior=NULL;
 while (GREATHAN(find, (*scan)->data))
  {
    *prior=*scan;
    *scan=(*scan)->next;
  };
 return EQUALS(find, (*scan)->data);
}
```

Ez a megoldás független az aktuális ELEMENT típustól. El kell készíteni a megfelelő makrókat, és működik. Pl.:

```
/* alfabetikus eset */
#ifdef ALPHA
#define ELEMENT char*
#define LESSTHAN(x,y) (strcmp((x),(y))>0)
#define GREATHAN(x,y) (strcmp((x),(y))<0)
#define EQUALS(x,y) (strcmp((x),(y))==0)
#define ASSIGN(x,y) (strcpy((x),(y)))
#define MAXVALUE '\377'

/* short integer használata*/
#elif SHORT
#define ELEMENT short int
#define LESSTHAN(x,y) ((x)<(y))
#define GREATHAN(x,y) ((x)>(y))
#define EQUALS(x,y) ((x)==(y))
#define ASSIGN(x,y) ((x)=(y))
#define MAXVALUE 0x7fff
....
```

CLU:

```
generic_proc_name = proc [ t : type ] (...)
                                returns (...) signals (...)
  where t has op1 : proctype (...) returns (...)
  where t has op2 : proctype (...) returns (...)
   ...
  where t has opk : proctype (...) returns (...)
```

```
sort =proc[ t : type ] ( A : array[ t ] )
                                returns ( array[ t ] )
  where t has lt : proctype (t, t) returns (bool)
```

- Objektumorientált programozási nyelvekben a hatás elvileg elérhető lenne kizárólag az öröklődés és a polimorfizmus használatával, hiszen a szükséges közös tulajdonságokat össze lehetne fogni egyetlen absztrakt osztályba – vagy interfészbe –, amely aztán közös őse lehetne az összes, a feltételeknek eleget tevő osztálynak.
- Az egyetlen hibája a megoldásnak, hogy előre – a nyelv alapvető osztályhierarchiájának kialakításakor – ismerni kellene az összes számításba jövő feltételkombinációt.

- A típussal paraméterezést támogató nyelvek általában valamilyen **önálló** konstrukciót vezetnek be.
- Ezekben a struktúrákban megadhatunk formális paraméterként típusokat, amelyeket aztán más típusokhoz hasonlóan használhatunk a struktúra belsejében.
- Amikor a formális paramétereknek aktuális értéket adva létrehozzuk a struktúra megadott típusokhoz tartozó változatát, akkor a struktúra példányosításáról beszélünk.

C++ - avagy miért nem elég a #define? Pl.

```
#define MAX(a,b) a > b ? a : b
MAX( x, y)*2 --> x > y ? x : y*2
#define MAX(a,b) ((a) > (b) ? (a) : (b))
MAX( ++x, y) --> ++x > y ? ++x : y
```

☹

```
void swap( double& x, double& y) {
  double temp = x;
    // !! Hogy határozzuk meg x típusát?
  x = y;
  y = temp;
}
```

- A **C++** nyelvben a típussal paraméterezés lehetőségét a **template**-ek biztosítják.
- Egy **template** kicsit több, mint valamiféle makróhelyettesítés, ahol a fordító a megadott aktuális típussal helyettesíti a hozzá tartozó formális paraméter minden előfordulását. Bizonyos minimális szintaxisellenőrzést ugyan végez a fordító, de a formális paraméternél csak annyit tudok meghatározni, hogy az adott paraméter egy típust jelöl.

- Nem tudom előírni a megvalósítandó alprogram vagy típus számára fontos tulajdonságok (például bizonyos műveletek) meglétét.
- Az ebből származó hibák így a példányosításkor jelentkeznek.
- Előnye a nyelvnek, hogy a template példányosítása teljesen automatikusan történik.

```
template <typename T>
void swap( T& x, T& y) {
  T temp = x;
  x = y;
  y = temp;
}
```

```
template <class T>
 T max(T x, T y){
   return (x > y) ? x : y;
}
```

Ennek a használata:

```
int i;
Own_typ a,b;
int j=max(0,i); // T –t helyettesíti “int”-tel
Own_typ m=max(a,b); // Own_typ –pal …
```

Legyen például:

int i = 3, j = 4, k;

double x = 3.14, y = 4.14, z;

const int ci = 6;

k = max(i, j); // -> max(int, int)

z = max(x, y); // -> max(double, double)

k = max(i, ci); // -> max(int, int) - triviális konverzió

z = max(i, x); // ->

„ambiguous, no standard conversion”

```
template <class T, class S>
T max( T a, S b) {
  if ( a > b ) return a;
  else return b;
}
 int i = 3;
double x = 3.14;
z = max( i, x); // ok, de..
z == 3.0 // ??
```

Explicit specializáció lehetősége:

```
template <class R, class T, class S>
R max( T a, S b) {
  if ( a > b ) return a;
  else return b;
}
z = max<double>( i, x); // ok,  3.14
k = max<long, long, int>( i, x);
    // konvertál  long és int -re
k = max<int, int, int>( i, j); // fölösleges
```

```
#include <iostream.h>
template <class T> class Vector {
    T* data;
    int size;
public:
    Vector(int);
    ~Vector() { delete[] data; };
    T& operator[](int i) { return data[i]; }
};
template <class T> Vector<T>::Vector(int n) {
    data=new T[n];
    size=n;
};
```

```
main(){
  Vector <int> x(5);
  for (int i=0; i<5;++i){
      x[i]=i;
    };
  for (i=0; i<5;++i){
     cout  << x[i]<<' ' ;
  };
  cout << '\n';
};
```

C++ - új szabvány:

- tervezték a concept –ek lehetőségét: megfogalmazhatjuk elvárásainkat egy típussal szemben, amit még példányosítás előtt tud ellenőrizni a fordítóprogram, és meg tudja nevezni a hiba okát olvasható formátumban

C++ concept –ek terve

```
template<class T> const T& min(const T &x, const T &y)
    { return y < x ? y : x; } // < értelmes T-re?

template<LessThanComparable T>
const T& min(const T &x, const T &y) { return y < x ? y : x; }
```

vagy

```
template<class T> const T& min(const T &x, const T &y)
    requires LessThanComparable<T> { return y < x ? y : x; }
// ez általánosabb, lehetne requires !LessThan..., ...
```

C++ concept –ek terve

```
auto concept LessThanComparable<class T>
{
  bool operator<(T, T);
}  //az auto kulcsszó hatására nem kell megadni a concept_map-ban a teljesítés mikéntjét, ha az rendelkezik ilyen szignatúrájú operator< -bel

//conceptek egymásba ágyazhatók:
auto concept Comparable <class T>
{
  requires LessThanComparable<T>;
  requires GreaterThanComparable<T>;
  ...
}
```

C++ concept –ek terve

A concept_map segítségével megadhatjuk az elvárások teljesítésének módját:

```
concept_map LessThanComparable<MyType>
{
  bool operator<(const MyType& lhs,
                 const MyType& rhs)
  { return lhs.Less(rhs); }
};
```

C++ - új szabvány

A concepteket sajnos végül NEM vették bele!

Eiffel: generic

- erősen objektum orientált megközelítés.
- A formális paraméterei osztályok lehetnek, ahol a szükséges speciális tulajdonságokat azáltal lehet meghatározni, hogy megadható, mely osztályból kell származnia az aktuális paraméternek.
- Előnye: A generic belsejében használt műveletek a megadott ősosztály műveletei lehetnek, így a használat helyessége a generic megírásakor ellenőrizhető.
- Hátránya: a szükséges közös tulajdonságokat jóval előre tudni kell, hogy a megfelelő közös ős definiálható legyen. Ekkor viszont a problémák jórészt megoldhatóak az öröklődés és a polimorfizmus eszközeivel.

Eiffel

- **Megszorítás nélküli generic –**

deferred class *TREE [G] ...*

class *LINKED_LIST [G] ...*

class *ARRAY [G] ...*

- **Az osztályoknak akárhány formális generic paramétere lehet.**
- **Típus létrehozásához egy generic osztályból: minden formális generic paraméterhez kell egy típus, az aktuális generic paraméter.**
- **Ez egy generikusan származtatott (példányosított) típust eredményez.**

- **generic származtatások - példányosítás:**

TREE [INTEGER]

TREE [PARAGRAPH]

LINKED_LIST [PARAGRAPH]

TREE [TREE [TREE [PARAGRAPH]]]

ARRAY *[LINKED LIST [TREE [LINKED LIST*

[PARAGRAPH]]]

Eiffel

- **Korlátozott generic**

class HASH TABLE [G,
KEY -> HASHABLE] ...

  - **KEY –t megszorítjuk a HASHABLE osztállyal.**
  - **Minden T aktuális generic paraméter bázisosztálya, amit a KEY-hez használunk a HASHABLE megszorító osztály leszármazottja kell legyen.**

HASH TABLE [PARAGRAPH, STRING]

- **A Korlátozott formális generic paraméterek általános szintaxisa:**

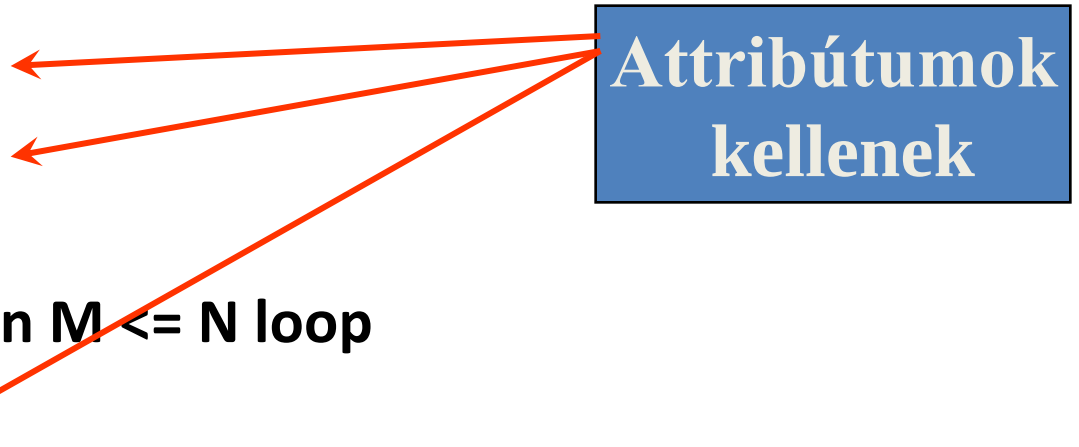
T -> Class-type

- **Ada: a sablonok paraméterezhetősége sokkal szélesebb körű és rugalmasabb a korábbiaknál.**
- **Lehet:**
  - **megadott őstípusból származó típussal paraméterezni,**
  - **kiköthető, hogy az aktuális paraméter valamilyen típusosztályba (diszkrét típus, felsorolási típus, tetszőleges típus stb.) tartozzon.**
  - **megadhatók a használni kívánt további műveletek, amelyek segítségével kikerülhető a kötelező közös ős megléte.**
  - **az explicit megadott műveletek segítségével a generic még rugalmasabb használatára nyílik lehetőség, megtehető például, hogy egy rendezési relációt használó sablont az egész számokkal példányosítva nem a szokásos rendezési relációt adjuk meg, hanem például az oszthatóság parciális rendezési relációját.**

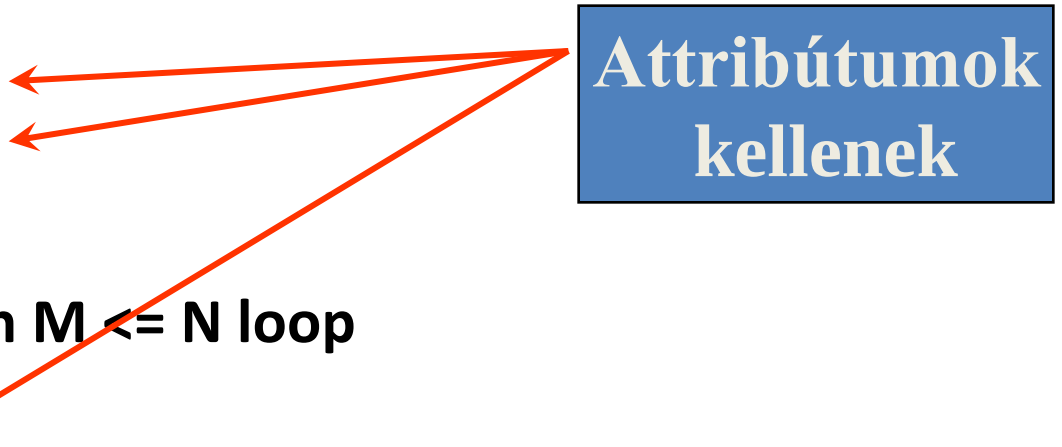
```
generic
    type Item is private;
    type Index is (<>);
    type Vector is array (Index range <>)  of Item;
    with function "<"(X, Y : Item) return Boolean  is
                                                    <> ;

procedure Log_Search(V: in Vector; X: in Item;
          Found: out Boolean; Ind: out Index);
```

```
procedure Log_ Search(V:in Vector; X:in Item;
                      Found: out Boolean; Ind:out Index) is
    M, N, K : Integer;
    begin
     M := Index'Pos(V'First);
     N := Index'Pos(V'Last);
     Found := False;
     while not  Found and then M <= N loop
          K := (M + N) / 2;
          if  X < V(Index'Val(K)) then N := K - 1;
          elsif X = V(Index'Val(K)) then
                    Ind := Index'Val(K); Found := True;
          else  M := K + 1;
          end if;
     end loop;
end Log_Search;
```



```
procedure Log_ Search(V:in Vector; X:in Item;
                      Found: out Boolean; Ind:out Index) is
    M, N, K : Integer;
    begin
     M := Index'Pos(V'First);
     N := Index'Pos(V'Last);
     Found := False;
     while not  Found and then M <= N loop
          K := (M + N) / 2;
          if  X <  V(Index'Val(K)) then N := K - 1;
          elsif X = V(Index'Val(K)) then
                    Ind := Index'Val(K); Found := True;
          else  M := K + 1;
          end if;
     end loop;
end Log_Search;
```



Verem típus:

```
generic
   Max_Size : Integer;
   type Elem_Type is private;
package  G_Stack_T is
  type Stack_Type is limited private;
  procedure Push(S:in out Stack_Type;
                           Elem:in Elem_Type);
  procedure Pop(S:in out Stack_Type;
                          Elem:out Elem_Type);
  function Is_Empty(S:in Stack_Type)  return
                                          Boolean;
  function Is_Full(S:in Stack_Type) return
                                          Boolean;
  Empty, Full : exception;
```

```
private
   subtype Index is Integer
                                        range 1..Max_Size+1;
   type Elements_Array is array (Index) of
                                  Elem_Type;
   type Stack_Type is record
       Elements   : Elements_Array;
       First_Free : Index          := 1;
   end record;
 end G_Stack_T;
```

```
package body G_Stack_T is
   procedure Push(S:in out Stack_Type;
                              Elem:in  Elem_Type) is
   begin
      if S.First_Free < Index'Last then
         S.Elements(S.First_Free):=Elem;
         S.First_Free := Index'Succ(S.First_Free);
      else
         raise Full;
      end if;
   end Push; ....
end G_Stack_T;
```

Példányosítás:

```
with G_Stack_T, Text_Io; use Text_Io;
   procedure Gstackdemo is
    package Intst is new G_Stack_T(15, Integer);
      use Intst;
      St : Stack_Type;
      Stel : Integer;
    begin
      Push(St,2);
      Pop(St, Stel);

....
```

- Java 5.0: generic bevezetése

Korábban:

```
List myIntList = new LinkedList();
myIntList.add(new Integer(0));
Integer x = (Integer) myIntList.iterator().next();
```

Most már lehet:

```
List<Integer> myIntList = new
                                    LinkedList<Integer>();
myIntList.add(new Integer(0));
Integer x = myIntList.iterator().next();
```

Java 5.0-tól:

Ehhez a java.util-ban pl.:

```
public interface List <E> extends Collection<E>
{
    …..          void add(E x);
    …            Iterator<E> iterator(); ….
        }

public interface Iterator<E>{
                 E next();
                 boolean hasNext(); …
       }
```

- java.util-ban még pl.:

public class **LinkedList<E>**

extends AbstractSequentialList<E>

implements List<E>, Queue<E>, Cloneable, Serializable ….

- java.lang-ban pl. :

public interface **Comparable<T>** …

```
public class Box<T> {
        private T t; // T stands for "Type"
        public void add(T t) { this.t = t; }
        public T get() { return t; }
 }
Box<Integer> integerBox;
integerBox = new Box<Integer>();
```

vagy egybe:

```
Box<Integer> integerBox =
                                new Box<Integer>();
```

A használata:

```
public class BoxDemo3 {
    public static void main(String[] args) {
        Box<Integer> integerBox =
                                    new Box<Integer>();
        integerBox.add(new Integer(10));
    Integer someInteger = integerBox.get();

                                                // no cast!
    System.out.println(someInteger);
        }
    }
```

generic metódusok lehetősége is megvan:

```
public class Box<T> {
    private T t;
    public void add(T t) { this.t = t; }
    public T get() { return t; }
    public <U> void inspect(U u){
        System.out.println("T: " + t.getClass().getName());
        System.out.println("U: " + u.getClass().getName());
    }

    public static void main(String[] args) {
        Box<Integer> integerBox = new Box<Integer>();
        integerBox.add(new Integer(10));
        integerBox.inspect("some text");
    }
}
```

Az eredmény:

T: java.lang.Integer

U: java.lang.String

Megszorított típusparaméter lehetősége:

<U **extends Valami**>

és akkor az aktuális típusparaméter U-ra csak a **Valami** leszármazottja lehet

vagy, ha interfész megvalósítását is kérjük:

<U extends Valami & MyInterface>

Öröklődéssel való kapcsolata később, az OOP-nél

C#

```
public class LinkedList<K,T> where K : Icomparable  {
  T Find(K key)   {
    Node<K,T> current = m_Head;
    while(current.NextNode != null) {
      if(current.Key.CompareTo(key) == 0)
        break;
      else
        current = current.NextNode;
    }
    return current.Item;
  }
  //Rest of the implementation
}
```

```
public class Employee {
  private string name;
  private int id;
  public Employee(string s, int i) {
    name = s; id = i;
   }
  public string Name {
     get { return name; }
    set { name = value; }
    }
public int ID {
     get { return id; }
     set { id = value; }
    }
 }
```

```
public class GenericList<T> where T : Employee {
…..
public T FindFirstOccurrence(string s) {
    Node current = head;
    T t = null;
      while (current != null) {
           //a megszorítás elérhetővé teszi a Name property-t:
      if (current.Data.Name == s) {
        t = current.Data; break;
       } else {
        current = current.Next;
       }
     }
    return t;
    }
}
```

Kérdések:

- Milyen nyelvi elemekből tudunk sablonokat létrehozni? Új adattípusokból és/vagy alprogramokból?
- Milyen paraméterei lehetnek ezeknek a mintáknak? Típusok, objektumok, alprogramok? Létrehozható paraméter nélküli sablon?
- Milyenfajta típusok lehetnek aktuális típus-paraméterek? Csak beépített típusok és altípusaik, vagy felhasználó által definiált típusok is?

- Adhatunk megszorításokat a formális generic paramétereknek? (Így pl. ha rendezett listák egy sablonját szeretnénk, előírható-e, hogy a lista majdani aktuális elemeinek típusára szeretnénk, hogy legyen egy „kisebb" reláció értelmezve?)
- Egymásba ágyazható ez a konstrukció?
- A példányosítás fordítási (statikusan) vagy futási időben (dinamikusan) történik?