Típusabsztrakciók támogatása

Procedurális- vagy adatabsztrakció?

- Egy szoftver rendszer mindig végrehajt
  bizonyos
  tevékenységeket
  bizonyos
  adatokon.

A tervezés központi kérdése, hogy a rendszer felépítését mire **alapozzuk**:

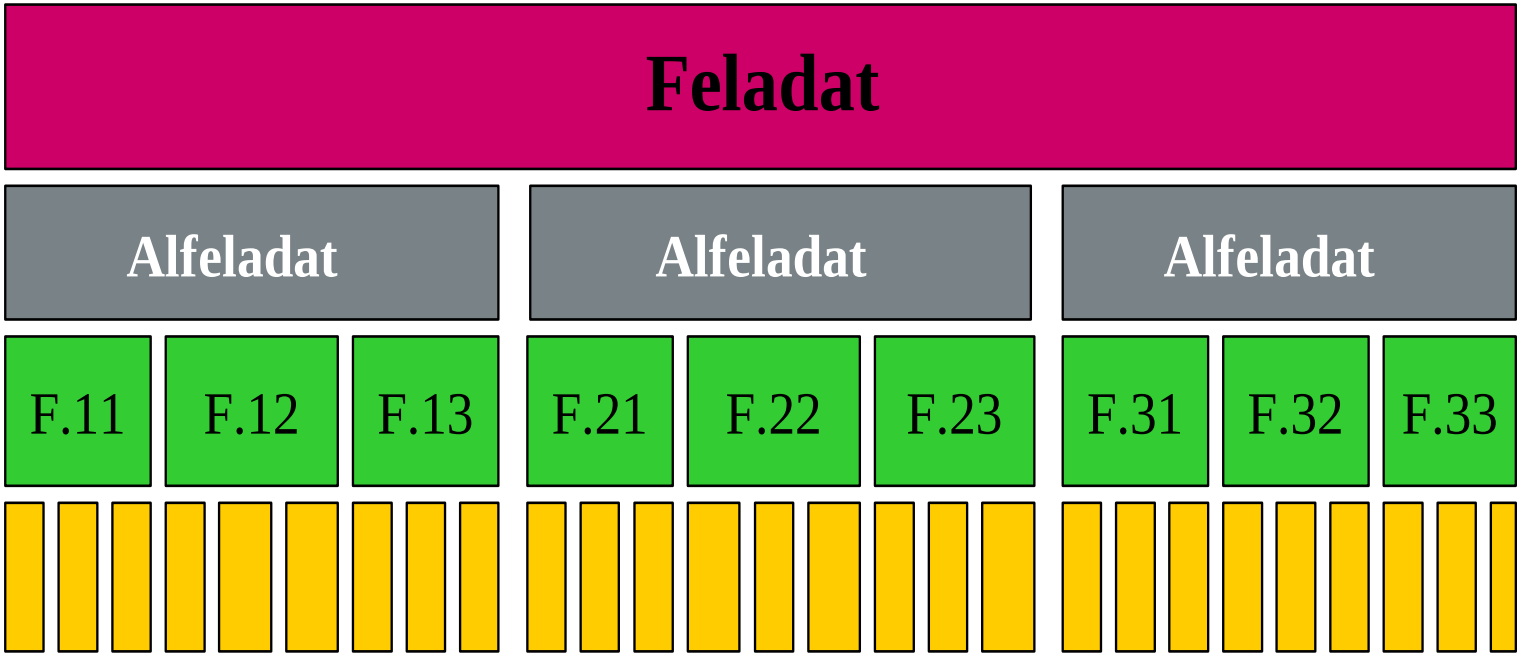
– a **végrehajtandó tevékenységekre**,

vagy

– az **adatokra**?

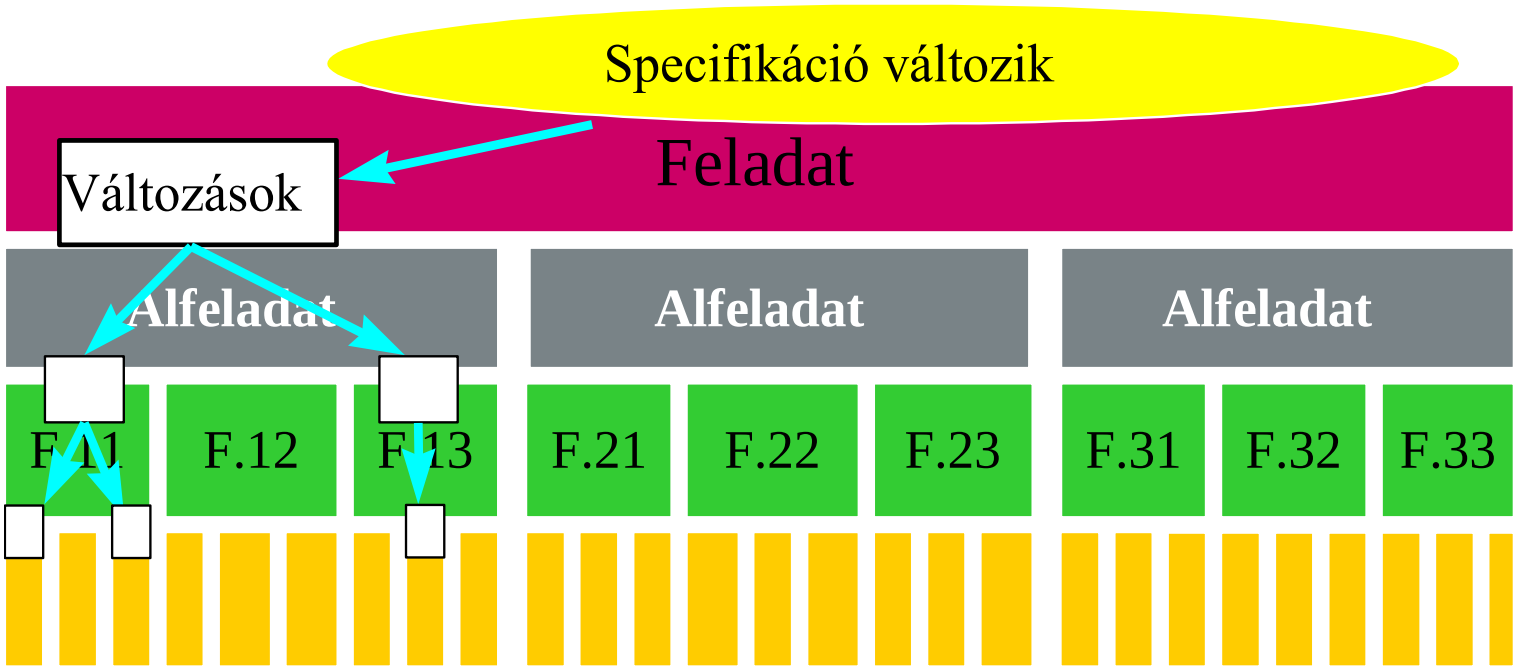
Procedurális absztrakció

Top-down megoldás



A megközelítés hátránya: ha változik a specifikáció.

Mivel egy alprogram specifikáció a magasabb szintű specifikációtól függ, így a változás tovább gyűrűzik lefelé, és végül egy egész kis változásnak nagyon nagy hatása (és költsége) lehet.

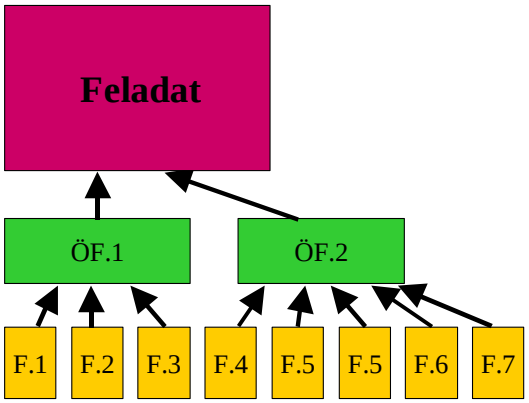


A specifikáció változásának hatása

Adatabsztrakció

- Ha elég magas szintről analizáljuk a problémát, úgy tűnik, a rendszerek jobban jellemezhetőek hosszú távon **objektumaikkal**, mint a rájuk alkalmazott tevékenységekkel.
- Ezt a megközelítést választva, először megpróbáljuk jellemezni az objektumokat, és az **objektumok osztályait (~az adattípusokat)** amelyek szerepet játszanak a rendszerben. Az új adattípusokat a már meglévők felhasználásával tervezzük – ez a bottom-up tervezés. Ez azt jelenti, hogy az elérhető komponensek szintjéről indulunk, abból építkezünk.
- Ezután oldjuk meg a problémát.

Alulról felfelé építkezés

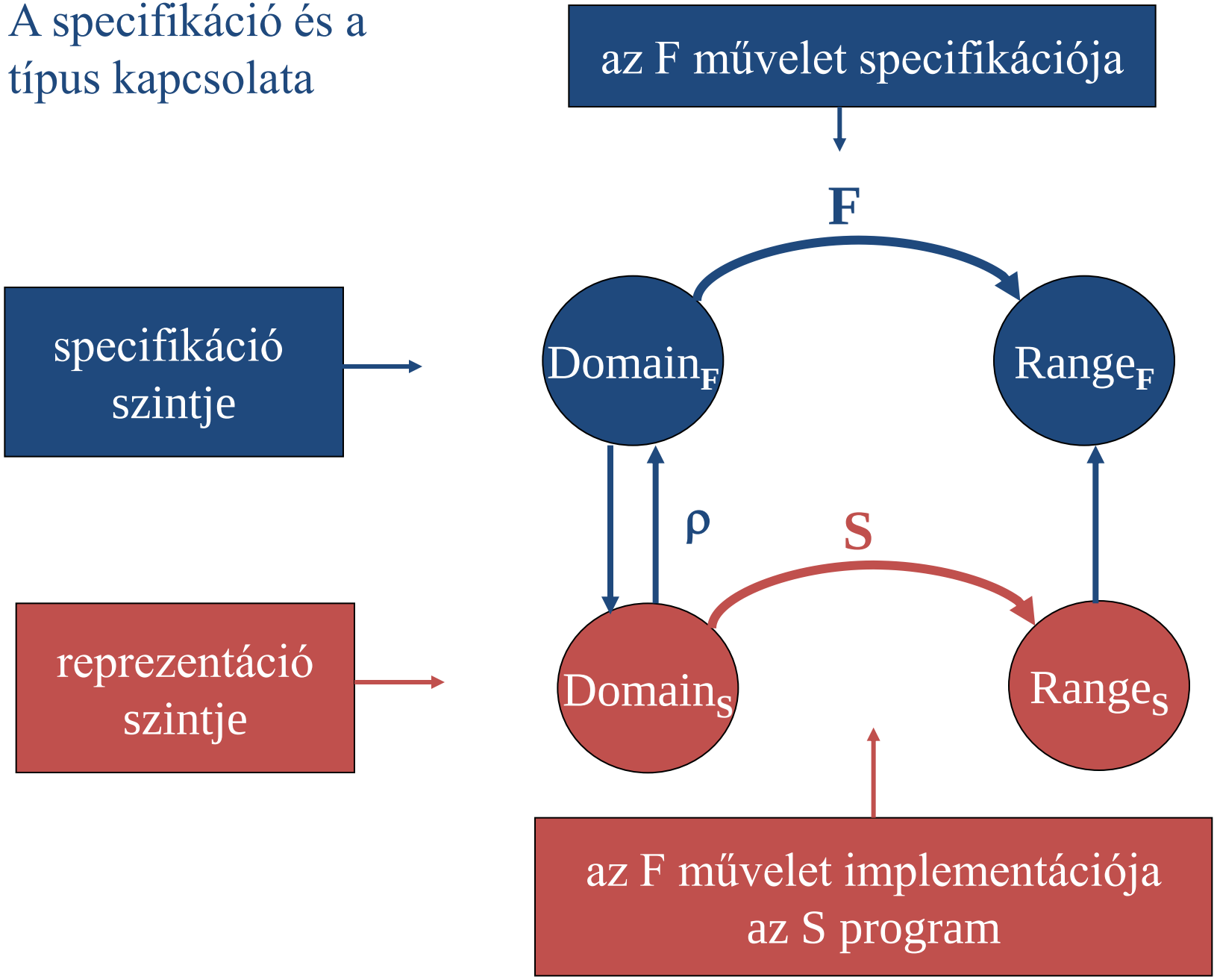


Típus a programozó szemszögéből

- Típusspecifikáció („mit”)
  - alaphalmaz: a valós világ minket érdeklő objektumainak halmaza
  - specifikációs invariáns (I_S) - ezt a halmazt szűkíti
  - típusműveletek specifikációja

- Típus megvalósítás („hogyan”)
  - Reprezentációs függvény
  - Típus invariáns
  - Típusműveletek megvalósítása

A specifikáció és a típus kapcsolata



Elvárások és eszközök

- *Elvárások* a programozási nyelvekkel szemben
- Absztrakt típusok megvalósításának *eszközei*

Elvárások a programozási nyelvekkel szemben

- **Modularitás**

  az egyes típusokat **önálló fordítási egység**ekben lehessen megvalósítani!
  Ez biztosítja a típusok újrafelhasználhatóságát valamint a hatékony programfejlesztést, hiszen az egyes modulok könnyedén átvihetők más programokba, és a különböző egységeket más-más programozó is fejlesztheti, nem zavarva egymás munkáját.

- **Adatrejtés**

  a nyelv támogassa a **reprezentáció elrejtését**. Ezen eszköz segítségével a nyelv maga biztosítja, hogy az adott típus használója csak a specifikációban megadott tulajdonságokat használhassa ki.
  Ez a megszorítás lehetővé teszi a reprezentáció, illetve az implementáció megváltoztatását anélkül, hogy a változások a programban felfelé gyűrűznének.

- **Konzisztens használhatóság**

  A felhasználói és a beépített típusok ne különbözzenek a használat szempontjából! A típusokat minél inkább a valós világban megszokott, “természetes” módon lehessen kezelni!

- **Generikus programsémák támogatása**.

  A programozó lehetőleg minél általánosabban írhassa meg programjait!
  A nyelv adjon lehetőséget az ismétlések minimalizálására, nem csak a közvetlen kódismétlések elkerülésére, hanem a magasabb szintű megoldási struktúrák többszörös megírásának elkerülésére.
  Ez nagyban javítja a kód olvashatóságát és karbantarthatóságát.

- **Specifikáció és implementáció szétválasztása külön fordítási egységbe**

  Ekkor az adott típust használó más modulok a típus specifikáció birtokában elkészíthetők, függetlenül a tényleges implementációtól.

- **Modulfüggőség kezelése**

  A fordító program kezelje maga a modulok közötti relációkat (egyik használja a másikat stb.).

Absztrakt típusok megvalósításának *eszközei*

- **Modulokra bontás**

  A professzionális használatra szánt programozási nyelvek mindegyikében megjelenik a modularizáció támogatása. A modernebb nyelvekben a modularizáció alapját egyre inkább a típusokra bontás jelenti, azaz egy modul egy típust implementál.
  Teljesen ezen az alapon csak kevés nyelv működik -
  - sokszor van szükség "alprogram könyvtárak"-ra.
  - szükség lehet csak implementációs célokat szolgáló típusok megvalósítására is, amelyeket ilyenkor lehetőség szerint az azt használó adattípus moduljában rejtünk el.

- **A** reprezentáció elrejtése

  Az adatrejtés támogatására a nyelvek gyakran az összetett típusok komponenseinek láthatóságát szintekre bontják, ezek meghatározzák, hogy pontosan kik férhetnek hozzá az adott komponenshez.
  Leggyakrabban három szintű:
  nyilvános (public) – az adott komponens mindenki számára látható
  védett (protected) – az adott komponens csak a leszármazottak számára látható
  privát (private) – a reprezentáció teljesen rejtett része, csak a műveletek implementációjában használható komponensek

- Típus vagy objektum szinten szabályoz-e?
  (pl. C++ versus SmallTalk)

- Vannak olyan nyelvek ahol egyáltalán nincs ilyen jellegű szabályozás ☹

- Egyes nyelvekben (például az Eiffelben) a láthatóság még ennél is finomabban szabályozható, a típus megvalósításakor rendelkezhetünk arról, hogy mely osztály (és leszármazottai) férhessenek hozzá az adott komponenshez.

```
class A
  feature {B, C}
     X: INTEGER;
  feature{ANY}
    make( p_name : STRING )  is
     require
          p_name /= ""
     do
          name := p_name ….
  feature{NONE}
     Y: ARRAY[INTEGER];
end
```

B és C látja (és utódaik)

public

private

CLU:

```
complex = cluster is newcomplex, re, im, add, addreal, sub, subreal,
                     div, divreal, mul, mulreal, sqrt, sqrtreal, abs, phi, minus
 rep = struct[ r : real, i : real ]  % description of representation
 % implementation of the operations
 newcomplex = proc (nr: real, ni: real)returns ( cvt )
   return ( rep$_(r: nr, i: ni) )
 end newcomplex
 re = proc ( c : cvt ) returns ( real )  return ( rep$get_r( c ) )
 end re
 im = proc ( c : cvt ) returns ( real )  return ( rep$get_i( c ) )
 end im
 add = proc ( cl : cvt, c2 : cvt ) returns ( cvt )
    return (rep$_{re : rep$get_r(cl) + rep$get_r(c2),
                  im : rep$get_i(cl) + rep$get_i(c2)} )
 end add
…
end complex
```

public

private

- **Specifikáció és implementáció szétválasztása**

  Azon nyelvekben, melyek támogatják az “egy modul egy típus” elvet, néha lehetőség van a típusspecifikációnak az implementációtól külön, önálló fordítási egységben történő leírására. Ez segíthet abban, hogy az egyes modulok egymástól függetlenül elkészíthetőek legyenek.

A C/C++ nyelvekben a specifikációt fizikailag be kell másolni minden olyan fordítási egységbe, amely az adott típust használni akarja, így persze itt nem beszélhetünk igazi szétválasztásról.

A bemásolás megkönnyítésére a specifikáció egy külön, speciális forrásfájlban (header fájl) leírható és az előfordító segítségével azt beemelhetjük a megfelelő fordítási egységekbe. Ha egy típus specifikációját többször is beírjuk egy fordítási egységbe, az hibát jelent, így ennek kivédéséről a header fájl megírásakor a programozónak gondoskodnia kell.

```
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 z);
     Complex operator *(double x);
     double Re();
     double Im();
     double Abs();
     Angle  Phi(); …
    private:
      double R;
      double I;
    }
```

……

```
Complex operator + (double x, Complex z)
    {
      return z+x
    }
```

Vagy: friend

```
.....
    #include “complex.h”

    Complex Exp(Complex z, double eps = 0.0001)
    {
      Complex zi = Complex(1.0);
      Complex sum;
      double  i  = 1.0;

      while(zi.Abs() >= eps )
      {
        sum = sum+zi;
        i  += 1.0;
        zi  = (zi*z)/i;
      }
      return sum;
    }
```

Más nyelvekben (például Eiffel) a fizikai szétválasztás nem lehetséges, a fejlesztő eszköz támogatja a kód többszintű “nézetét”, így a felhasználás szempontjából lényegtelen részletek eltakarhatóak.

A Java, C# stb. nyelvekben a specifikáció és implementáció összemosódik. Segítséget a dokumentációs lehetőségek jelentenek, amelyek a megfelelően dokumentált programkódból elő tudják állítani a specifikáció szöveges leírását.

- **Modulfüggőség kezelése**

  Egy program legmagasabb szintű építőkövei a modulok. A program működése ezen modulok interakciója.
  Minden modul igényel szolgáltatásokat és segítségükkel más szolgáltatásokat valósít meg, így a modulok között egyfajta függőségi reláció alakul ki, s egy modul megváltozása esetén szükségessé válhat a tőle függő modulok újrafordítása.

Némelyik programozási nyelv (például a C vagy C++) teljes egészében a programozóra bízza ezen függőségek kezelését, minden fordítási egységet önállóan kezel. Éppen ezért vannak speciális eszközök (pl. make), amelyek kizárólagos feladata ennek a feladatnak a megkönnyítése. Ezek a megoldások nem tökéletesek, előfordul, hogy túl sokszor fordítanak újra valamit, vagy éppen nem veszik észre az újrafordítás szükségességét stb.

Más nyelvekben a függőségek kezelése a fordító program feladata. Az Ada nyelvben például a with utasítással kell megadnunk, hogy milyen más fordítási egységektől függ a szóban forgó modul. Ez garantálja azt, hogy a modul fordítása előtt mindazon modulok specifikációs része lefordításra kerül (ha az szükséges), amelyektől az adott modul függ.

- **Konzisztens használat**
  - Ne tegyen különbséget a beépített és a programozó által definiált típusok között a használat szempontjából! Ugyanúgy lehessen összetett típusokat (tömböket, rekordokat stb.) definiálni a segítségükkel, ugyanúgy lehessen változókat definiálni a saját típusokkal stb.
    $\Rightarrow$ az új típust be lehessen illeszteni a nyelv logikájába. Ha például az adott nyelvben az a konvenció, hogy egy típust a Read művelet olvas be, akkor fontos, hogy a saját típusokhoz is definiálhasson a programozó egy Read nevű műveletet, azaz legyen lehetőség a Read azonosító *túlterhelésére* vagy *átlapolására*.
  - Egy azonosító *túlterhelése* vagy *átlapolása* (overloading) azt jelenti, hogy a programszöveg egy adott pontján az azonosítónak több definíciója is érvényben van.
  - Speciálisan az *operátor-túlterhelésnek* nagy jelentősége van abban, hogy a felhasználói típusokat természetes használatuknak megfelelően használhassuk.

Kérdések:

- Saját adattípus önálló fordítási egységként megvalósítható?
- Specifikáció és implementáció különválasztható?
- Reprezentáció elrejtése megvalósítható?
- Milyen láthatósági szintek vannak?
- Van-e azonosító túlterhelés/ operátor túlterhelés/ free operátor?
- Beépített típusokkal megegyező módon használható?