Beépített adattípusok, változók, kifejezések

Mit jelent a nyelvben az adattípus?

- Egy értékhalmaz és egy művelethalmaz.
- specifikáció – reprezentáció – implementáció
  - pl. specifikáció: egészek -∞ -től +∞ -ig, és a megengedett műveletek +, - *, stb.
  - reprezentáció: 8, 16, 32, 64-bit, előjeles kettes komplemens kóddal (megszorítások)
  - implementáció: a műveletek megvalósítása

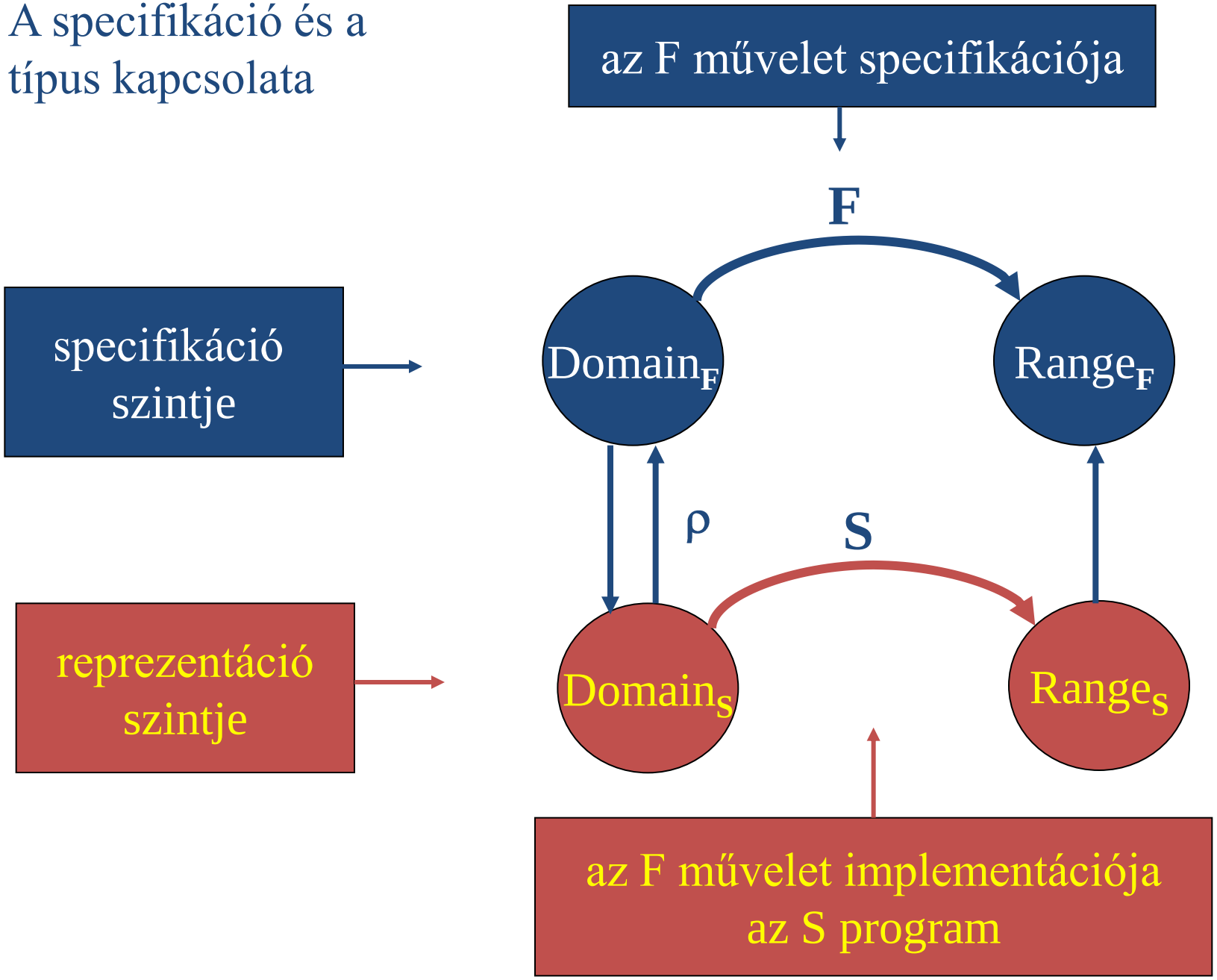
Típus a programozó szemszögéből

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

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

(Pl. komplex számok, verem, stb.)

A specifikáció és a típus kapcsolata



- A legtöbb programozási nyelvben van valamilyen adattípusra támogatás.
- Vannak ún. „beépített" ("built-in") típusok, itt
  - a specifikáció – a programozási nyelv referencia kézikönyvében
  - a reprezentáció és az implementáció a fordítóprogrammal jön.
- Fontos: mennyire szabványosak a beépített típusok??

- Vannak megengedett típuskonstrukciók
  - tömb, rekord, stb.
- A programozási nyelvek gyakran lehetővé teszik új adattípusok tervezésekor, hogy önálló modulokban elrejtsük a reprezentációt és az implementációt $\Rightarrow$ jön.

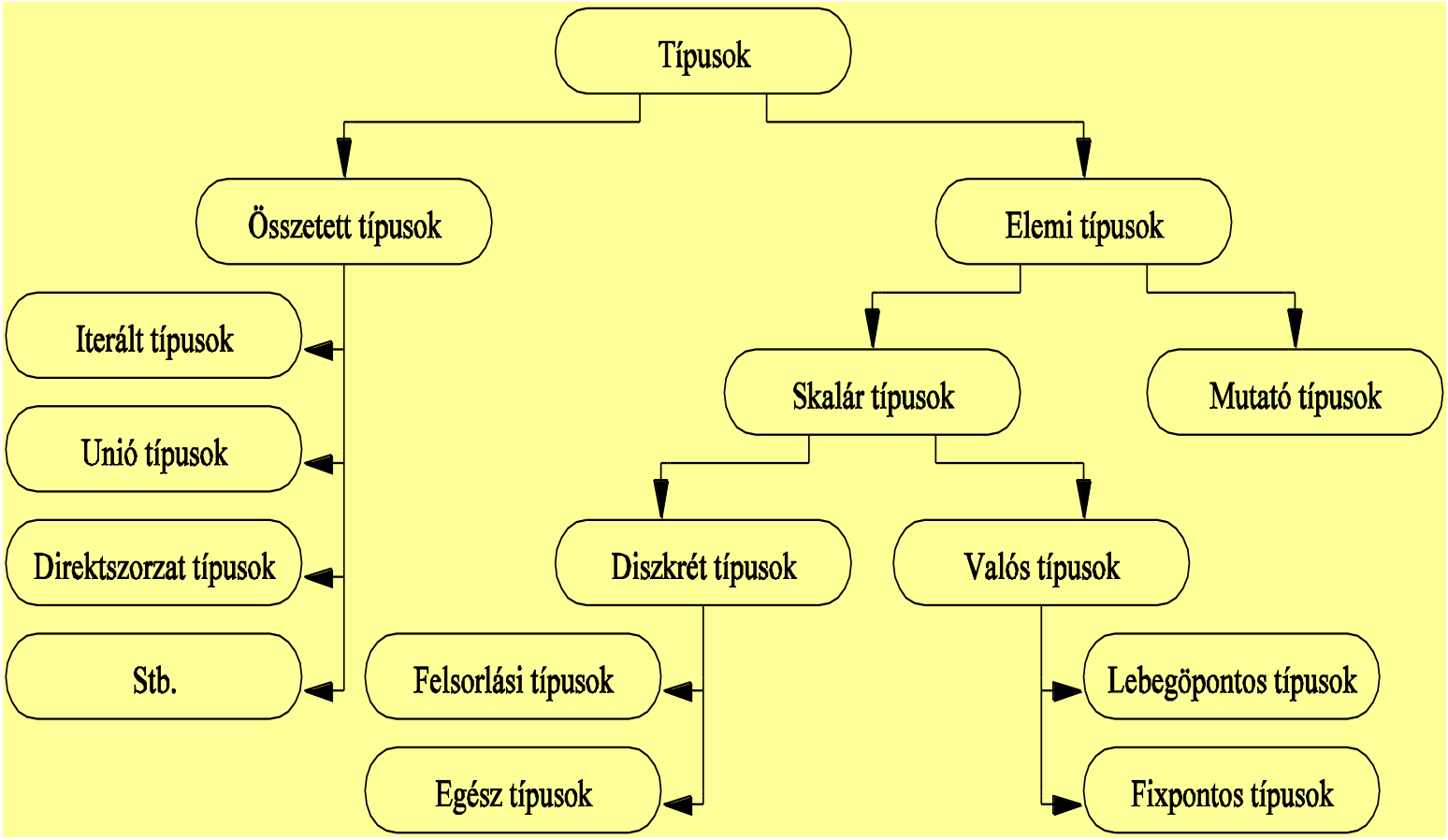
A programozási nyelvek típusszerkezete

- Hogyan osztályozhatjuk a típusokat?
- Vannak típusosztályok a nyelvben? Vannak típusosztályokra vonatkozó műveletek?

Elemi típusoknak nevezzük azokat a típusokat, amelyek logikailag felbonthatatlanok,

az **összetett** típusokat már meglévő típusokból, mint komponensekből hozzuk létre.

Típusosztályok



- Típusosztály műveletekre példa:

Ada: - felsorolási típus

type Hónapok is (Január, Február, Március,…., December);

automatikusan keletkezik:

Hónapok'First, Hónapok'Last, Hónapok'Range, Hónapok'Min(x,y), Hónapok'Max(x,y), Hónapok'Succ(x), Hónapok'Pred(x), Hónapok'Image(x), Hónapok'Value(x), Hónapok'Val(x), Hónapok'Pos(x) stb.

- *Van-e valamilyen speciális tulajdonsága a nyelv típusrendszerének?*

ADA:

Különbség az *altípus* és a *származtatott típus* között:
Egy típus *altípusa* a típus értékhalmazának részhalmazát jelöli.
Az altípusra alkalmazható a típus összes művelete.

Például: Dátum - a hónap napjai az `1 .. 31` intervallumba esnek.
Ehhez deklarálhatunk egy altípust:

```
subtype Napok is Integer range 1 .. 31;
```

Új típus létrehozása már létező típusból:
származtatás – itt kicsit mást jelent, mint az OOP-ben (ott is lesz majd).

type Hosszúság is new Float;

A származtatott típus átveszi az eredeti típus struktúráját, értékhalmazát és műveleteit, átveszi a kezdeti értékeit is.
DE: a két típus nem ekvivalens!

type Terület is new Float;

H: Hosszúság; T: Terület;

H := T; hibás! (már szintaktikailag!)

Konverzió lehetősége szükséges:

Pl. function ”*”(x, y: Hosszúság) return Terület is
begin return Terület (Float(x) * Float(y)); end;

definiálásával:

T:=H*H; írható, de T:=H; vagy T:=H/H; továbbra sem!

- **Java:**
  - kétféle típus létezik: a primitív típusok (numerikus és logikai), és referencia típusok.
  - A felhasználó által definiált típusok az osztályok.
  - A primitív típusoknak van „csomagoló” osztálya, boxing, unboxing lehetőségekkel
- **Eiffel:**
  - alapértelmezés szerint az értékek objektumokra vonatkozó *referenciák*, de definiálhatunk kiterjesztett (expanded) típusokat is, ezek változói maguk az objektumok.
  - Az alap típusok is kiterjesztettek.
  - Új típus = új osztály létrehozása.
- **C#**: érték és referencia típusok.
  - Érték típusok: egyszerű típusok (pl. char, int, float), felsorolási és **struct** típusok.
  - Referencia típusok - osztály (**class**), interface típusok, delegate és tömb típusok.
  - Boxing – unboxing lehetőségek vannak itt is.

Mik a beépített adattípusok?

- Az alaptípusok általában
  - az egészek,
  - a karakterek,
  - a logikai típus, és
  - a valósak,

  a szokásos műveletekkel.

A skalár típusok osztálya

- A *skalár típusok* a *diszkrét* és a *valós típusok.*
- Értékei ***rendezettek***, így a relációs operátorok (<, <=, =, >=, >) előredefiniáltak ezekre a típusokra.
- **ADA**–ban számos attribútum:
  - S'First, S'Last, S'Range
  - S'Min, S'Max
  - S'Succ, S'Pred (Constraint_Error)
  - S'Image , S'Width, S'Value stb.

  Hónapok'First = Január

  Hónapok'Succ(Március)= Április

- **Eiffel** –ben ezek a típusok mindig kiterjesztettek.
- C++ - ezek az ún „integral” típusok
- Perl:
  - Skalár adattípus:

    a neve kötelezően $ jellel kezdődik

    számok, sztringek (!) és referenciák tárolására, a típusok közötti (numerikus, string,...) konverzió automatikus

```
$skalar1 = 'string';  # karakterlanc
$skalar2 = 1234;    # integer
$skalar3 = 4.5;       # float
$skalar4 = $skalar3;  # ertekadas
$skalar5 = \$skalar2; # referencia
```

A diszkrét típusok osztálya

- A *diszkrét* típusok a
  - *felsorolási* és az
  - *egész* típusok.

Felsorolási típusok

- A típusértékhalmaz megadható egy explicit felsorolással, mint pl.:

  type Days is (Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday, Sunday);
- Gyakran a `karakter` és a `logikai` típus is előredefiniált felsorolási típus.
  - A logikai értékek kezelésére szolgáló típust sok programozási nyelvben `Boolean` –nak hívják, két lehetséges értéke van, a `True` és a `False`, a szokásos műveletek a `not, and, or` és a `xor`.

Object Pascal:

- Egy *felsorolási típus* definíciója:

```
type Flower = (Rose, Tulip,
  Violet, Geranium);
```

- Az azonosítóknak különbözőeknek, és a programban egyedieknek kell lenniük.
- *Standard függvények:* Pred(X), Succ(X), Dec(X), Inc(X), <, etc..

- Logikai:

Boolean, ByteBool 1 byte

WordBool 2 byte

LongBool 4 byte

ByteBool, WordBool, LongBool : numerikus boolean típusok, (minden num. értéket logikaiként értelmez) a nemnulla a True

-1 true, 0 false

- Karakter típusok:

ANSIChar (1 byte),
WideChar (2 byte, Unicode)

ADA:

- Minden felsorolási literál a felsorolási típus egy önálló típusértéke, és van egy pozíció száma.
- Az első felsorolási literál pozíció száma 0.
- A rendezési relációt a felsorolás sorrendje adja. Egy felsorolási típus értékei lehetnek azonosítók vagy karakterek.

```
type Color is (Red, Blue, Green);
type Roman_Digit is
   ('I','V','X','L','C','D','M');
```

- Megengedett a felsorolási nevek átlapolása, és ha szükséges, a típusnév segít a megkülönböztetésben: `Color'(Red)`.

– Három előredefiniált karakter típus van,

`Character` – ennek az értékei az ISO 10646 Basic Multilingual Plane (BMP) Row 00 256 kódpozíciójának (Latin-1),

`Wide Character` típus értékei pedig az ISO 10646 Basic Multilingual Plane (BMP) 65536 kódpozíciójának , a

`Wide Wide Character` típus értékei pedig az ISO/IEC 10646:2011 2 147 483 648 kódpozíciójának felelnek meg.

logikai:

`type Boolean is (False, True);` speciális előredefiniált típus a szokásos műveleteken kívül az "`and then`" és az "`or else`" műveletekkel (lusta kiértékelés).

C++:

- Az "`enum`" kulcsszót használják a felsorolási típusok, a megfelelő egész érték 0-val kezd, egyesével nő, kivéve, ha
  "`= expr`" szerepel valahol (!).

enum color {red, blue, green=20, yellow);

- Az előredefiniált char, signed char és unsigned char típusok írják le a lehetséges karakter típusokat, sok probléma származik abból, hogy ezeket nem szabványosították igazán.
- Előredefiniált logikai típus a `bool` a `false` és `true` értékekkel, kifejezésekben a `0` értéket is hamis-ként kezeli, és minden nem 0-t igaznak.

Java:

- **<u>Nem volt</u>** felsorolási típus – a Java 5.0-ig!
- Az előredefiniált `char` típus a 16 bites Unicode character-készletet támogatja '\u0000' –tól '\uffff'-ig, azaz 0-tól 65535-ig.
- Előredefiniált logikai típus, a `boolean` a `false` és `true` értékekkel, a műveletek:

relációs	== , !=
not	!
and, or	&&, ||
and, or, xor (bitwise)	&, |, ^
feltételes kif.	? :

- Java 5.0: Új enum típus

- Hasonlít a „hagyományos”-hoz:

enum Season { WINTER, SPRING, SUMMER, FALL }

- de új:
  - van egy
    public abstract class **Enum<E extends Enum<E>>**
    extends **Object**
    implements **Comparable<E>, Serializable**
  - minden enum típusnak ez a (rejtett) közös őse
  - lehet állapota is és műveletei is
    ld.:

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/enum.html

- **Példa:**

```
import java.util.*;

    public class Card {
       public enum Rank { DEUCE, THREE, FOUR, FIVE, SIX,
          SEVEN, EIGHT, NINE, TEN, JACK, QUEEN, KING, ACE }

       public enum Suit { CLUBS, DIAMONDS, HEARTS, SPADES }

       private final Rank rank;
       private final Suit suit;
       private Card(Rank rank, Suit suit) {
          this.rank = rank;
          this.suit = suit;
       }
        public Rank rank() { return rank; }
       public Suit suit() { return suit; }
       public String toString() { return rank + " of  " + suit; }

       private static final List<Card> protoDeck = new ArrayList<Card>();
        // Initialize prototype deck
       static {
          for (Suit suit : Suit.values())
             for (Rank rank : Rank.values())
                protoDeck.add(new Card(rank, suit));
       }  ….
```

Használja a Rank és a Suit toString-jét

Használja a Rank és a Suit values műveletét

- **Példa (folyt.):**

Lehet olyan is, hogy tulajdonságokat és viselkedést adunk hozzá:

```
public enum Planet {
        MERCURY (3.303e+23, 2.4397e6),
        VENUS   (4.869e+24, 6.0518e6),
        EARTH   (5.976e+24, 6.37814e6),
        MARS    (6.421e+23, 3.3972e6),
        JUPITER (1.9e+27,   7.1492e7),
        SATURN  (5.688e+26, 6.0268e7),
        URANUS  (8.686e+25, 2.5559e7),
        NEPTUNE (1.024e+26, 2.4746e7),
        PLUTO   (1.27e+22,  1.137e6);

        private final double mass;   // in kilograms
        private final double radius; // in meters
        Planet(double mass, double radius) {
           this.mass = mass;
           this.radius = radius;
        }
        private double mass()   { return mass; }
        private double radius() { return radius; }
    …
```

- **Példa (folyt.):**

Lehet olyan is, hogy tulajdonságokat és viselkedést adunk hozzá:

```
    ….
    // universal gravitational constant  (m3 kg-1 s-2)
        public static final double G = 6.67300E-11;
        double surfaceGravity() {
            return G * mass / (radius * radius);
          }
        double surfaceWeight(double otherMass) {
            return otherMass * surfaceGravity();
          }
     }
```

- **ennek használata:**

```
public static void main(String[] args) {
            double earthWeight = Double.parseDouble(args[0]);
            double mass = earthWeight/EARTH.surfaceGravity();
            for (Planet p : Planet.values())
              System.out.printf("Your weight on %s is %f%n",
                                p, p.surfaceWeight(mass));
        }
```

- **Lehet egyedi viselkedést is hozzáadni – absztrakt a művelet a típusban, és a konkrét megvalósítás az enum „objektumban” például:**

```
public enum Operation {
    PLUS  { double eval(double x, double y) { return x + y; } },
    MINUS { double eval(double x, double y) { return x - y; } },
    TIMES { double eval(double x, double y) { return x * y; } },
    DIVIDE { double eval(double x, double y) { return x / y; }};
      // Do arithmetic op represented by this constant
    abstract double eval(double x, double y);
    }
```

- **Mintaprogram, ami kipróbálja:**

```
public static void main(String args[]) {
    double x = Double.parseDouble(args[0]);
    double y = Double.parseDouble(args[1]);
    for (Operation op : Operation.values())
    System.out.printf("%f %s %f = %f%n", x, op, y, op.eval(x, y));
    }
```

- C# felsorolási típus:

Rendelkezik alaptípussal – ez tetszőleges integral típus lehet
byte, sbyte, short, ushort, int, uint, long, ulong

deklaráció:
attributumokopt módosítók opt **enum** *azonosító egésztípus típus-törzs ;opt*
Példa:

```
enum Color: long {
        Red,
        Green,
        Blue
}
```

- alapértelmezésben int
- hozzárendelt egész-értékek 0-val kezdődnek, ez átállítható.
- System.Enum a közös ősosztály

- C# logikai típus:
  - bool a true és false értékekkel, szokásos műveletek
  - Nincs szabványos konverziós lehetőség!
- C# karakterek:
  - char típus unsigned 16-bit egészek 0 és 65535 között.
  - A Unicode karakter-halmaznak felel meg.
  - Bár ugyanaz a reprezentációja, mint az ushort-nak, nem ugyanaz a művelethalmaz!
  - A konstansokat kétféle módon lehet írni: karakter-literálként vagy egész literálként, explicit típuskényszerítéssel: (char)10 ugyanaz, mint '\x000A'.

Egész típusok

- Az egész típusok nagyon közel vannak a számítógépes reprezentációhoz. A műveletek általában a szokásosak, néhol gond van az osztással és a hatványozással.

Object Pascal lehetőségek:

ShortInt	signed	8 bit
SmallInt	signed	16 bit (csak Delphi 2, 3)
Integer	signed	system-dep. Delphi 1 – 16 bit Delphi 2-től – 32 bit
LongInt	signed	32 bit
Byte	unsigned	8 bit
Word	unsigned	16 bit
Cardinal	unsigned	system-dep. Delphi 1 – 16 bit Delphi 2-től – 32 bit

ADA:

- Előjeles egészek:

  type Page_Num is range 1 .. 2_000;

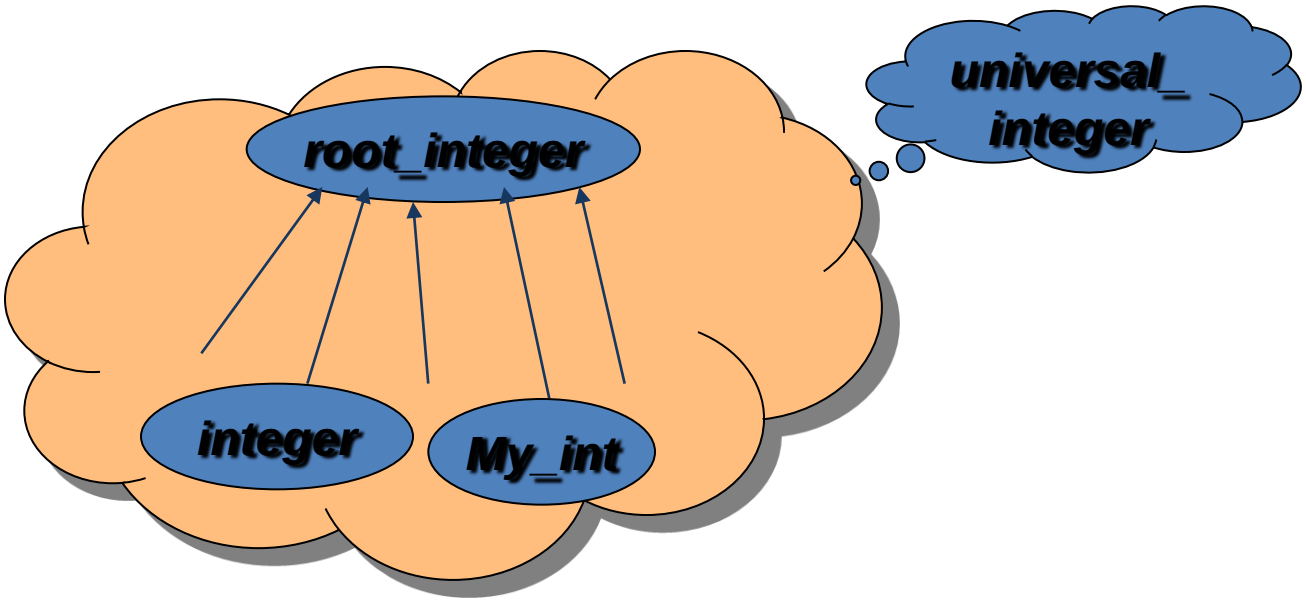
  type Line_Size is range 1 .. Max_Line_Size;

- Maradékosztályok:

  type Byte is mod 256; -- egy előjel nélküli byte

  type Hash_Index is mod 97;

- Minden egész típust úgy tekintenek, mint ami a névtelen előredefiniált *root_integer* típusból lett származtatva. Egész literálok ennek az *universal_integer* osztályába tartoznak.
  Ez a szigorú típusosság miatt fontos.



- Az előredefiniált egész típus az Integer, van két előredefiniált altípusa:

```
subtype Natural is
    Integer range 0 .. Integer'Last;
subtype Positive is
    Integer range 1 .. Integer'Last;
```

- Az értékintervallumnak egy tetszőleges implementáció esetén tartalmaznia kell a `-2**15+1 .. +2**15-1` –t.
- Megengedett, de nincs előírva: `Short_Integer, Long_Integer, Short_Short_Integer, Long_Long_Integer` stb. típusok.

- A műveletek a szokásosak,
  minden attribútum, relációs operátorok,
  +, -,(unáris, bináris) *, / (csonkít),
  rem (maradék), mod (modulus),
  abs, ** (hatványozás Natural kitevőre).
- A moduló típusok műveletei a maradékosztályokon.

C++:

- Az előredefiniált egész típusoknak 3 mérete lehet:
  short int, int, long int.
- "Longer integers provide no less storage than shorter ones."
- Az unsigned int, unsigned long int, unsigned short int típusokat modulo 2^n aritmetikával használja (n a reprezentációban a bitek száma).

- A műveletek:

Relációs	== , != < <= > >=
Unáris	* + - &
Multiplikatív	* / %
Additív	+ -
incr. prefix postfix	++
decr. prefix postfix	--
shift előjeles	<< >>
Komplemens bitenként	~
Feltételes op.	? :
Sizeof	
pointer_to_member	->* .*
Értékadó op.	= *= /= %= += -= >>= <<= &= ^= !=

Java: Az előredefiniált egész típusoknak előírt specifikációja van:

byte	-128..127
short	-32768..32767
int	-2147483648.. 2147483647
long	-9223372036854775808 .. 9223372036854775807
char	'\u0000'..'\uffff', vagyis: 0..65535

- Operátorok:

Relációs	== , != < <= > >=
Unáris	+-
Multiplikatív	* / %
Additív	+ -
incr. Prefix postfix	++
decr. Prefix postfix	--
shift előjeles, előjeln.	<< >> >>>
komplemens bitenként	~
feltételes op.	? :

- További hasznos előredefiniált műveletek a Byte, az Integer, a Long (és a Character) osztályokban.

- C# - előírt specifikáció van itt is:

sbyte	signed 8-bit,	–128 … 127
byte	unsigned 8-bit ,	0 ... 255
short	signed 16-bit	–32768 ... 32767
ushort	unsigned 16-bit	0 ... 65535
int	signed 32-bit	–2147483648 ... 2147483647
uint	unsigned 32-bit	0 ... 4294967295
long	signed 64-bit	–9223372036854775808 ... 9223372036854775807
ulong	unsigned 64-bit	0 ... 18446744073709551615.

Műveleteknél előírták a konverziókat is.

Eiffel:

- Az INTEGER kiterjesztett, a COMPARABLE és a NUMERIC osztályok leszármazottja.
  A reprezentáció legalább `Integer_bits` bitet használ, ez egy platform-függő konstans, amelyet a PLATFORM osztály definiál.
- A műveletek:

  < <= > >= a COMPARABLE-ból,

  + - * / a NUMERIC-ból,

  és az újak:

  hatványozás ^

  egész osztás //

  maradék \\

Valós típusok

- A valós típusok a valós számok közelítései.
  - a lebegőpontos típusok - relatív pontosság
  - fixpontos típusok - abszolút pontosság
- A legtöbb programozási nyelv támogatja az előjeles lebegőpontos típusokat, ahol 1 bit az előjel, és a szám formátuma:

  mantissa * $10^{exponent}$, ahol 0<=abs(mantissa)<10.
- A kitevőnek is lehet előjele. A kitevőt általában az 'E' betű jelöli.

Pascal: A nyelv lebegőpontos valósakat használ.

Típus:	Reprezentáció:
Single	32 bit (1+23+8) 1.401E-45 .. 3.402E38
Real	48 bit (1+39+8) 2.9E-39 .. 1.7E38
Double	64 bit (1+52+11) 4.941E-324 .. 1.797E308
Extended	80 bit (1+64+15) 3.363E-4932 ..1.189E4932
Comp	64 bit (1+63) -9.2E-18 .. 9.2E18

Object Pascal:

Single, Double, Extended az IEEE nemzetközi szabvány szerint.

Új fixpontos valós típus 4 számjegy pontossággal:

Currency	**-922337203685477.5808 .. 922337203685477.5807**	**8 byte**

Műveletek a szokásosak.

ADA:

- A nyelv ad lehetőséget a lebegőpontos és a fixpontos típusok kezelésére, de csak egy előredefiniált lebegőpontos típus van, a `Float`.
- A lebegőpontos típusoknál a relatív pontosság, míg a fixpontos típusoknál az abszolút pontosság megadására van lehetőség. Megadható egy értékintervallum is. Pl.:

type Real is digits 8;

type Coefficient is digits 10 range –1.0 .. 1.0;

type Mass is digits 7 range 0.0 .. 1.0E35;

- Minden valós típust úgy tekintenek, mint egy előre definiált *root_real* típusból származtatott típust. A valós literálok ennek az osztályába tartoznak, így *universal_real* típusúak.
- Ha egy implementációban a lebegőpontos típusok pontossága legalább 6 számjegy, akkor a `Float` típus pontossága is legalább ennyi kell legyen.
- Megengedett, hogy egy implementáció támogasson további előre definiált lebegőpontos típusokat, pl.: `Short_Float, Long_Float, Short_Short_Float, Long_Long_Float`…
- A szokásos műveletek, minden attribútum, relációs operátorok, +, -,(unary, binary) *, / abs, ** (hatványozás).

C++:

- Az előre definiált valós típusok a float, double és a long double.
- "The type double provides no less precision then float, and the type long double provides no less precision then double.,, …

- Műveletek:

egyenlő, nem egyenlő összehasonlítás	== , != < <= > >=
indirekció, előjel, cím	* + - &
szorzás, osztás, moduló	* / %
összeadás, kivonás	+ -
növelés prefix/postfix	++
csökk. prefix/postfix	--
léptetés balra/jobbra	<< >>
bitenkénti komplemens	~
feltételes kifejezés	? :
obj/típus mérete	*sizeof*
tagkiválasztás	->* .*
értékadások	= *= /= %= += -= >>= <<= &= ^= !=

Java: Az előredefiniált lebegőpontos típusoknak előírt pontossága van:

float	32 bit IEEE 754
double	64 bit IEEE 754

- A float típus $s*m*2^e$ alakú, ahol s= +1 vagy -1,
m egy pozitív egész, kisebb, mint 224 és
e egy egész a -149..104 intervallumból.

- A double típus $s*m*2^e$ alakú, ahol s= +1 vagy -1,
m egy pozitív egész, kisebb, mint 253 és
e egy egész a -1075..970 intervallumból.

- **Érdekesség**: a pozitív és negatív végtelenek (POSITIVE_INFINITY, NEGATIVE_INFINITY) és a speciális Not-a-Number (NaN) érték is szabvány. (Ha x a NaN mi az értéke az x != x -nek?)
- Műveletek (kivéve a NaN-t)
  (További hasznos műveletek a Float, Double és Math osztályokban.):

Relációs	== , != < <= > >=
Unáris	+-
Multiplikatív	* / %
Additív	+ -
Incr. prefix, postfix	++
Decr. prefix, postfix	--
Shift előjeles, előjeln.	<< >> >>>
Komplemens bitenként	~
Feltételes op.	? :

- C# -Javához hasonló - 2 lebegőpontos típus: float és double.

float	32 bit IEEE 754
double	64 bit IEEE 754

- Pozitív és negatív 0 – legtöbbször ugyanaz, de pl. osztásnál más lehet.
- Pozitív és negatív végtelen (∞)
  Pl. 1.0 / 0.0 a pozitív végtelen –1.0 / 0.0 a negatív.
- A Not-a-Number érték (NaN). Pl. 0.0/0.0
- A float, double – ld. Java

- C# - decimal típus a pénzügyi számításokhoz:
  - 128-bites adattípus,
    értékei: 1.0 × 10−28 … 7.9 × 10+28,
    28-29 szignifikáns számjeggyel.
  - Lényeg:
    a tízes számrendszerbeli törtértékeket is pontosan ábrázolja,
    műveleteknél szokásos módon kerekít.

Eiffel:

- A REAL osztály kiterjesztett, a COMPARABLE és a NUMERIC osztályok leszármazottja.
- A reprezentáció legalább Real_bits bitet használ, ez egy platform-függő konstans, amelyet a PLATFORM osztály definiál.

- A műveletek:
  - < <= > >= a COMPARABLE-ból,
  - + - * / a NUMERIC-ból,
  - és az újak:
    - hatványozás ^ stb.