Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

Eseményvezérelt alkalmazások fejlesztése II

1. előadás

A .NET platform és a C# programozási nyelv

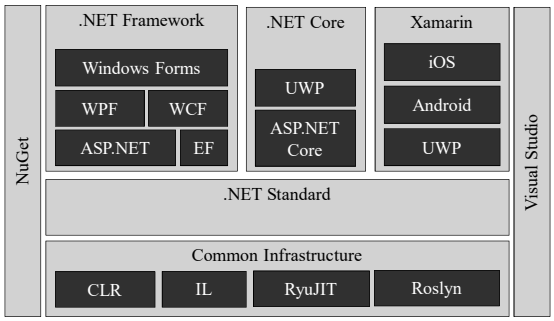
Giachetta Roberto

groberto@inf.elte.hu
http://people.inf.elte.hu/groberto

A .NET platform és a C# programozási nyelv
A .NET platform

- A *.NET platform* a Microsoft szoftverfejlesztési platformja, amely több keretrendszer és programcsomag együttese
  - egy egységes alapra (*.NET Standard*) épül, többplatformos szoftverfejlesztést tesz lehetővé (*.NET Framework*, *UWP*, *Xamarin*)
  - központi programozási nyelve a *C#*, de számos nyelvet támogat (pl. *Visual C++*, *Visual Basic.NET*, *F#*), a programok egy közös köztes nyelvű programkódra (*Intermediate Language*, *IL*) fordulnak, amely platformfüggetlen
  - a köztes nyelvű kódot a virtuális gép (*Common Language Runtime*, *CLR*) interpretálja, amely biztosítja a futás felügyeletét (pl. szemétgyűjtés) és a dinamikus programozás támogatását (pl. reflexió)

A .NET platform és a C# programozási nyelv
A .NET platform



A .NET platform és a C# programozási nyelv
Lehetőségei

- A *C#* tisztán objektumorientált programozási nyelv, amely teljes mértékben a *.NET* platformra támaszkodik
  - szintaktikailag nagyrészt C++, megvalósításában Java
  - egyszerűsített szerkezet, strukturált felépülés névterekkel
  - tisztán objektumorientált, egyszeres öröklődéssel, minden típus egy .NET osztály, vagy leszármazottja
  - támogatja a sablon-, eseményvezérelt, és funkcionális programozást
  - a forrásfájl kiterjesztése: `.cs`
  - kódolás: Unicode 3.0

A .NET platform és a C# programozási nyelv
A „Hello, World!” program

```
using System; // névtér használatba vétele

namespace Hello // névtér
{
   class HelloWorld // osztály
   {
      static void Main() // statikus főprogram
      {
         Console.WriteLine("Hello, World!");
         // kiírás konzol képernyőre (a Console
         // osztály statikus WriteLine metódusa)
      }
   }
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Névterek

- A névterek biztosítják a kód logikai felbontását, minden osztálynak névtérben kell elhelyezkednie
  - hierarchikusan egymásba ágyazhatóak (ponttal jelölve)
  - nincs globális, névtelen névtér
- Névtereket használatba venni a `using <névtér>` utasítással lehet (az utasítás hatóköre a fájl)
  - pl.:
    ```
    using System;
    using System.Collections.Generic;
    ```
  - az osztálynév előtt is megadhatjuk a névteret (így nem kell `using`), pl.:
    ```
    System.Console.WriteLine("Hello, World!");
    ```

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Típusok

- A nyelv három típuskategóriát különböztet meg:
  - *érték*: érték szerint kezelendő típusok, mindig másolódnak a memóriában, és a blokk végén törlődnek
  - *referencia*: biztonságos mutatókon keresztül kezelt típusok, a virtuális gép és a szemétgyűjtő felügyeli és törli őket
  - *mutató*: nem biztonságos mutatók, amelyek csak felügyeletmentes (`unsafe`) kódrészben használhatóak
- Minden típus objektumorientáltan van megvalósítva, és része a teljes származtatási hierarchiának
- A *primitív típusok* két névvel rendelkeznek: C# programozási nyelvi név és .NET könyvtárbeli megfelelő típusnév

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Primitív típusok

- Primitív típusok:
  - logikai: `bool` (`Boolean`)
  - egész: `sbyte` (`SByte`), `byte` (`Byte`), `short` (`Int16`), `ushort` (`UInt16`), `int` (`Int32`), `uint` (`UInt32`), `long` (`Int64`), `ulong` (`UInt64`)
  - lebegőpontos: `float` (`Single`), `double` (`Double`)
  - tizedestört: `decimal` (`Decimal`)
  - karakter: `char` (`Char`)
  - objektum (minden osztály őse): `object` (`Object`)
  - szöveg: `string` (`String`)

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Primitív típusok

- A primitív típusok is intelligensek, azaz támogatnak számos műveletet és speciális értéklekérdezést, pl.:
  - speciális értékek: `Int32.MaxValue`, `Double.NaN`, `Double.PositiveInfinity`, `String.Empty`
  - konverziós műveletek: `Double.Parse(…)`
  - karakterműveletek: `Char.ToLower(…)`,
  - szöveg műveletek: `str.Length`, `str.Find(…)`, `str.Replace(…)`
- A szimpla konstansok is intelligens objektumok, pl. `10.ToString()`, `"Hello World".SubString(0, 5)`

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Típuskezelés

- A nyelv *szigorúan típusos*, tehát minden értéknek fordítási időben ismert a típusa, és nem enged meg értékvesztést
  - nagyobb halmazra implicit típuskonverzió, kompatibilis halmazra explicit típuskonverzió használható, pl.:
    ```
    int x = 1; double y = 2, string z;
    Y = x; // implicit típuskonverzió
    x = (int)y; // explicit típuskonverzió
    z = (string)y; // hiba, nem kompatibilisek
    ```
  - primitív típusok konverziójához a `Convert` osztály, illetve egyéb metódusok is rendelkezésre állnak, pl.:
    ```
    x = Convert.ToInt32(y);
    z = Convert.ToString(y); // vagy y.ToString();
    x = Convert.ToInt32(z); // vagy Int32.Parse(z);
    ```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Példányosítás

- Változókat bármely (nem névtér) blokkon belül létrehozhatunk a programkódban típus, név és kezdőérték megadásával
  - pl.: `Int32 myInt = 10;`
  - felhasználás előtt mindenképpen kell kezdőértéket kapnia
  - összetett típusok esetén a `new` operátort használjuk, pl.: `Stack<Int32> s = new Stack<Int32>();`
  - a típusnév feloldható fordítási időben (`var`), pl.: `var myInt = 10;`
  - típusok futási időben is feldolhatóak (`dynamic`), és manipulálhatóak (pl. `ExpandoObject`)
- Konstansokat a `const` kulcsszóval, konstruktorban értékül adható mezőket a `readonly` kulcsszóval adhatunk meg

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Vezérlési szerkezetek

- *Szekvencia*: a `;` tagolja az utasításokat
- *Programblokk*: `{ <utasítások> }`
- *Elágazás*: lehet kétágú (`if`), illetve többágú (`switch`), utóbbinál az ágakat le kell zárni (`break`, `goto`, `return`)
- *Ciklus*:
  - számláló (`for`), előtesztelő (`while`), utántesztelő (`do … while`)
  - bejáró (egy `IEnumerable` gyűjtemény elemein halad végig):
    ```
    foreach (<deklaráció> in <gyűjtemény>)
       <utasítás>;
    ```

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok

- A .NET platform és a C# programozási nyelv *tisztán objektumorientált*, ezért minden érték benne objektum, és minden típus egy osztály
  - az osztály lehet érték szerint (*struct*), vagy referencia szerint kezelt (*class*), utóbbi élettartama független a blokktól
  - az osztály tagjai lehetnek mezők, metódusok, események, tulajdonságok (*property*), illetve más (beágyazott) osztályok
    - a tulajdonság lényegében a lekérdező (*get*) és beállító műveletek (*set*) absztrakciója
  - minden tagnak, és az osztályt is jelöljük a láthatóságát (**public**, **private**, **protected**, **internal**), minden tag a **.** operátorral érhető el

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok

```
<láthatóság> class/struct <osztálynév> {
   <láthatóság> <típus> <mezőnév>; // mező
   …
   <láthatóság> <típus> <metódusnév>
      ([ <paraméterek> ]) { <törzs> } // metódus
   …
   <láthatóság> <típus> <tulajdonságnév> {
      [ get { <törzs> } ]
      [ set { <törzs> } ]
   } // tulajdonság
   …
   <láthatóság> event <delegált> <eseménynév>;
     // esemény
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok felépítése

- A *mezők* típusból és névből állnak, illetve kaphatnak kezdőértéket (csak referencia szerinti osztályban)
  - a mezők alapértelmezett értéket kapnak, amennyiben nem inicializáljuk őket
- A *metódusok* visszatérési típussal (amennyiben nincs, akkor **void**), névvel és paraméterekkel rendelkeznek
  - a konstruktor neve megegyezik a típussal, a destruktort általában nem valósítjuk meg (szemétgyűjtés miatt)
  - lehetnek cím szerinti (**ref**), kimenő (**out**), alapértelmezett, tetszőleges számú (**params**) paraméterek
  - a paraméterek átadhatóak név szerint

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok felépítése

- Pl. C++:

```
class Rational {
   private:
      int num;
      int denom;
   …
   public:
      Rational(int, int);
   …
};
…
Rational::Rational(int n, int d) {
   num = n; denom = d;
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok felépítése

- Pl. C#:

```
struct Rational { // elemi osztály
   private Int32 num; // mező
   private Int32 denom;
      // mindenhol jelöljük a láthatóságot
   …
   public Rational(Int32 n, Int32 d) { // metódus
      num = n;
      denom = d;
      // a deklaráció és a definíció nem
      // választható el
   }
   …
} // nem kell a végén ; ☺
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok felépítése

- A tulajdonság egy könnyítés a programozónak a lekérdező és író műveletek absztrakciójára
  - az író tulajdonság a **value** pszeudováltozó veszi át az értéket
  - pl. C++:

```
class Rational {
   …
   int getDenominator() { return denom; }
   void setDenominator(int value) {
      denom = (value == 0) ? 1 : value;
   }
   // publikus lekérdező és beállító művelet
}
```

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Osztályok felépítése

- Pl. C#:

```
struct Rational {
   …
   public Int32 Denominator {
      get { return denom; }
      set { denom = (value == 0) ? 1 : value; }
   } // változóhoz tartozó publikus tulajdonság
}
…
Rational r = new Rational(10, 5);
r.Denominator = 10; // a 10 kerül a value-ba
```

- külön definiálható csak lekérdező, csak beállító művelet
- tulajdonsággal lehet automatikusan mezőt is létrehozni

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Felsorolási típusok

- A *felsorolási típus* (`enum`) értékek egymásutánja
  - pl.:
    ```
    enum Day { Monday, Tuesday, Wednesday, … }
    ```
  - a hivatkozás a típusnéven át történik, pl.:
    ```
    Day day = Workday.Monday; …
    if (day == Workday.Wednesday) { … }
    ```
  - az értékek egész számoknak feleltethetőek meg (automatikusan 0-tól sorszámozva, de ez felüldefiniálható), pl.:
    ```
    enum Day { Monday = 1, Wednesday = 3, … }
    ```
  - ez is egy osztály a `System` névtérben:
    ```
    public abstract class Enum : ValueType, …
    ```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Elemi osztályok

- Az *elemi osztály* (*struct*) egy egyszerűsített osztály, amely:
  - mindig érték szerint van kezelve, ezért különleges bánásmódot igényel
  - nem szerepelhet öröklődésben, de implementálhat interfészt
  - alapértelmezett konstruktora mindig létezik, amely alapértelmezettre inicializálja a változóit
- Pl.:

```
struct Rational { … } // elemi osztály
…
Rational r = new Rational(10, 5);
Rational t = r; // r érték szerint másolódik
t.Denominator = 10; // itt r.Denominator == 5
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Elemi és referencia osztályok

- A *referencia osztály* (*class*) a teljes értékű osztály, amely öröklődésben is szerepelhet
  - csak egy őse lehet, de bármennyi interfészt megvalósíthat
  - mezőit lehet közvetlenül inicializálni
  - az öröklődés miatt lehet absztrakt osztály, és szerepelhetnek benne absztrakt és virtuális elemek
- Pl.:

```
class Rational { … } // referencia osztály
…
Rational r = new Rational(10, 5);
Rational t = r; // r cím szerint másolódik
t.Denominator = 10; // itt r.Denominator == 10
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Statikus osztályok

- Lehetőségünk van *statikus osztályok*, *mezők, tulajdonságok és műveletek* létrehozására a `static` kulcsszó használatával, pl.:

```
static class NumClass { // statikus osztály
   private static Int32 nr = 10;
      // statikus mező 10 kezdőértékkel
   public static Int32 Nr { get { return nr; } }
      // statikus tulajdonság
   public static void Increase() { nr++; }
      // statikus metódus
}

Console.WriteLine(NumClass.Number) // eredmény: 10
NumClass.Increase();
Console.WriteLine(NumClass.Number) // eredmény: 11
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- A .NET keretszerben az osztályok egy teljes származtatási hierarchiában vannak
  - minden osztály őse az `Object`, így megkapja annak műveleteit (pl.: `Equals(…)`, `GetHashCode()`, `ToString()`)
  - csak egyszeres öröklődés van, a konstruktor és destruktor automatikusan öröklődik
  - az osztály saját tagjait a `this` kulcsszóval, az ős tagjait (beleértve a konstruktort) a `base` kulcsszóval érhetjük el
  - polimorfizmus során lehetőségünk van a típusazonosításra (`is`), valamint az explicit, illetve biztonságos típuskonverzióra (`as`)

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- Pl.:

```
class BaseClass /* : Object */ { // ősosztály
   public Int32 Value;
   public BaseClass(Int32 v) { value = v; }
}
…
class DerivedClass : BaseClass { // leszármazott
   public BaseClass(Int32 v) : base(v) { }
      // ős konstruktorának meghívása
}
…
Object o = new DerivedClass(1); // polimorfizmus
if (o is BaseClass) // típusazonosítás, konverzió
   Console.WriteLine((o as BaseClass).Value)
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- Öröklődés során a műveletek és tulajdonságok felüldefiniálhatóak, illetve elrejthetőek
  - felüldefiniálni csak a *virtuális* (**virtual**) és *absztrakt* (**abstract**) műveleteket, tulajdonságokat lehet
    - a felüldefiniálást is jelölnünk kell (**override**)
    - a felüldefiniálhatóság lezárható (**sealed**)
    - absztrakt metódusok törzs nélküliek, absztrakt tulajdonságoknál csak azt kell jelezni, hogy lekérdezésre, vagy értékadásra szolgálnak-e
  - az ős működése elrejthető (**new**), ekkor polimorfizmus esetén az ős művelete érvényesül

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- Pl.:

```
class BaseClass { // ősosztály
   public void StandardMethod() {
      // lezárt (nem felüldefiniálható) művelet
      Console.WriteLine("BaseStandard");
   }
   public virtual void VirtualMethod() {
      // virtuális (felüldefiniálható) művelet
      Console.WriteLine("BaseVirtual");
   }
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- Pl.:

```
class DerivedClass : BaseClass {
   public new void StandardMethod() {
      // művelet elrejtés
      Console.WriteLine("DerivedStandard");
   }
   public override void VirtualMethod() {
      // művelet felüldefiniálás
      base.VirtualMethod();
         // a felüldefiniált művelet meghívása
      Console.WriteLine("DerivedVirtual");
   }
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- Pl.:

```
DerivedClass dc = new DerivedClass();
dc.StandardMethod(); // eredmény: DerivedStandard
dc.VirtualMethod();
   // eredmény:
   // BaseVirtual
   // DerivedVirtual
…
BaseClass bc = new DerivedClass();
bc.StandardMethod(); // eredmény: BaseStandard
bc.VirtualMethod();
   // eredmény:
   // BaseVirtual
   // DerivedVirtual
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

- Pl.:

```
abstract class BaseClass { // absztrakt ősosztály
   public abstract Int32 Value { get; }
      // absztrakt lekérdező tulajdonság,
      // felüldefiniálandó
   public abstract void AbstractMethod();
      // absztrakt metódus, felüldefiniálható
   public virtual void VirtualMethod() {
      Console.WriteLine(Value);
   }
}
…
BaseClass b = new BaseClass();
// hiba: absztrakt osztály nem példányosítható
```

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Öröklődés

```
class DerivedClass : BaseClass {
   public override Int32 Value {
      get { return 1; }
   } // tulajdonság felüldefiniálás
   public sealed override void AbstractMethod() {
      VirtualMethod();
      Console.WriteLine(2 * Value);
   }
}
…
BaseClass bc = new DerivedClass();
bc.AbstractMethod();
// eredménye:
// 1
// 2
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Interfészek

- Az *interfész* (*interface*) egy tisztán absztrakt osztály, deklarációk halmaza, amelyet az osztályok implementálnak
  - a többszörös öröklődés kiküszöbölésére szükséges
- Pl.:

```
interface IDoubleCompatible {
   Double ToDouble(); // láthatóság, törzs nélkül
}
…
struct Rational : IDoubleCompatible {
   …
   // interfész megvalósítása:
   public Double ToDouble(){ … }
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Attribútumok

- Az *attribútum*ok (*attribute*) olyan speciális osztályok, amely elsősorban a virtuális gépnek szolgálnak információkat (úgynevezett *metaadat*okat)
  - kiegészítik a kód deklarációit, és segítségre lehetnek a kód kezelésében, *reflexió* segítségével kezelhetőek
  - a deklaráció előtt adjuk meg őket, alkalmazhatóak osztályra, metódusra, paraméterre, …
- Pl.:

```
[Serializable] // attribútumok
[ComVisible]
class SomeClass { … }
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Előfordítási direktívák

- A nyelv tartalmaz előfordítási direktívákat, amelyek előzetesen kerülnek feldolgozásra, így lehetőséget adnak bizonyos kódsorok feltételes fordítására, hibajelzésre, környezetfüggő beállítások lekérdezésére, pl. **`#if`**, **`#define`**, **`#error`**, **`#line`**
- Mivel nem választható szét a deklaráció a definíciótól, a kód tagolását a *régió*k segítik elő, amelyek tetszőleges kódblokkokat foghatnak közre:

```
#region <név>
…
#endregion
```

  - nem befolyásolják a kódot, csupán a fejlesztőkörnyezetben érhetőek el

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Megjegyzések

- Az egyszerű *megjegyzések* a fordításkor törlődnek
  - sor végéig tartó: **`// megjegyzés`**
  - tetszőleges határok között: **`/* megjegyzés */`**
- A *dokumentációs megjegyzés*ek fordításra kerülnek, és utólag előhívhatóak a lefordított tartalomból
  - osztályok és tagjaik deklarációjánál használhatjuk
  - célja az automatikus dokumentálás elősegítése és a fejlesztőkörnyezetben azonnal segítség megjelenítése
  - a **`///`** jeltől a sor végéig tart, belül XML blokkok adhatóak meg, amelyek meghatározzák az információ jelentését

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Megjegyzések

- pl.:

```
/// <summary>
/// Racionális szám típusa.
/// </summary>
/// <remarks>Két egész szám hányadosa.</remarks>
struct Rational {
   …
   /// <summary>
   /// Racionális szám példányosítása.
   /// </summary>
   /// <param name="n">Számláló.</param>
   /// <param name="d">Nevező.</param>
   public Rational(Int32 n, Int32 d) { … }
   …
```

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Kivételkezelés

- A .NET keretrendszerben minden hiba kivételként jelenik meg
  - a kivétel általános osztálya az **`Exception`**, csak ennek vagy leszármazottjának példánya váltható ki
  - kivételt kiváltani a **`throw`** utasítással tudunk:
    ```
    throw new <kivétel típusa>(<paraméterek>);
    ```
  - kivételt kezelni egy kivételkezelő (**`try-catch-finally`**) szakasszal tudunk:
    ```
    try { <kivételkezelt utasítások> }
    catch (<elfogott kivétel típusa>){
       <kivételkezelő utasítások>
    }
    finally { <mindenképp lefuttatandó utasítások> }
    ```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Kivételkezelés

- Pl.:
```
class WorkingClass {
   public void DoSomething(Int32 number)
   {
      if (number < 1)
         throw new ArgumentOutOfRangeException();
         // kivétel kiváltása (a paraméter hibás
         // tartományban van)
      …
      throw new Exception("Too lazy…");
      // kivétel kiváltása (üzenettel)
   }
   public void Finish() { … }
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Kivételkezelés

- Pl.:
```
WorkingClass wc = new WorkingClass();
try // kivételkezelő blokk
{
   wc.DoSomething();
}
// a kivételt típustól függően kezelhetjük
catch (ArgumentOutOfRangeException ex)
{ … }
// az Exception típusú kivételt nem kezeljük le
finally {
   wc.Finish(); // de ez mindenképpen lefut
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Generikus típusok

- Generikus programozásra futási időben feldolgozott sablon típusok (*generic*-ek) segítségével van lehetőség
  - osztály, metódus és delegált lehet sablonos, a sablon csak osztály lehet
  - a sablon fordításra kerül, és csak a futásidejű fordításkor helyettesítődik be a konkrét értékre
  - pl.:
```
struct Rational<T> {
   private T nom; // használható a T típusként
   …
   public Rational(T n, T d) { … }
   …
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Generikus típusok

```
…
Rational<SByte> r1 = new Rational<SByte>(10,5);
Rational<Int64> r2 = new Rational<Int64>(10,5);
// különböző értékkészletű racionálisok
```

- A szigorú típuskezelés miatt a sablonra csak a **`Object`**-ben értelmezett műveletek használhatóak, ezt a műveletkört növelhetjük megszorításokkal (**`where`**)
  - pl.:
```
class Rational<T> where T : struct, IComparable,
         IFormattable, IConvertible { …
   // T elemi osztály, amire használható a fenti
   // interfészek összes művelete
}
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Tömbök

- A tömbök osztályként vannak megvalósítva (**`System.Array`**), de egyszerűsített szintaxissal kezelhetőek, pl.:
```
Int32[] myArray = new Int32[10]; // létrehozás
myArray[0] = 1; // első elem beállítása
```
  - referencia szerint kezeltek, méretnek változó is megadható, az értékek inicializálhatóak, pl.:
```
Int32[] myArray = new Int32[] { 1, 2, 3, 4 };
   // a tömb 4 hosszú lesz
```
  - akár több dimenziósak is lehetnek, pl.:
```
Int32[,] myMatrix = new Int32[10, 5]; // mátrix
myMatrix[0, 0] = 1; // első sor első eleme
Double[,,] myMatrix3D = new Double[10, 5, 10];
  // 3 dimenziós mátrix
```

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Tömbök

- Fontosabb műveletei:
  - hossz lekérdezés (`Length`, `LongLength`, `GetLength`)
  - dimenziószám lekérdezése (`Rank`)
- Statikus műveletként számtalan lehetőségünk van, pl.:
  - másolás (`Copy`), átméretezés (`Resize`)
  - rendezés (`Sort`), fordítás (`Reverse`)
  - lineáris keresés (`Find`, `IndexOf`, `LastIndexOf`), bináris keresés (`Binary Search`)
- A tömböknél (és más gyűjteményeknél) alkalmazott indexelő művelet megvalósítható saját típusokra is (paraméteres tulajdonságként)

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Gyűjtemények

- A gyűjtemények a `System.Collections` névtérben találhatóak, a legtöbb gyűjteménynek van általános és sablonos változata is, pl.:
  - dinamikus tömbök: `ArrayList`, `List<T>`, `SortedList`, `SortedList<Key, Value>`
  - láncolt listák: `LinkedList<T>`
  - verem: `Stack`, `Stack<T>`
  - sor: `Queue`, `Queue<T>`
  - asszociatív tömb: `Hashtable`, `Dictionary<Key, Value>`, `SortedDictionary<Key, Value>`
  - halmaz: `HashSet<T>`, `SortedSet<T>`

A .NET platform és a C# programozási nyelv
Gyűjtemények

- A nem sablonos gyűjteményekbe bármilyen elemeket helyezhetünk
- A dinamikus tömbök indexelhetőek, és változtatható a méretük (bárhova beszúrhatunk, bárhonnan törölhetünk), pl.:

```
List<Int32> intList = new List<Int32>();
   // üres tömb létrehozása
intList.Add(1); … // elemek hozzáadása
intList.Insert(0, 100); // beszúrás az elejére
…
intList.Remove(100); // elem törlése
for (Int32 i = 0; i < intList.Count; i++)
   Console.WriteLine(intList[i]);
   // lekérdezés
intList.Clear(); // kiürítés
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Lamda-kifejezések

- A *lambda-kifejezések (lambda-expressions)* funkcionális programozásból átvett elemek, amelyek egyszerre függvényként és objektumként is viselkednek
- A λ-kifejezést az `=>` operátorral jelöljük, tőle balra a paraméterek, jobbra a művelet törzse írható le, pl.:

```
a => a * a // négyzetre emelés
x => x.Length < 5 // 5-nél rövidebb szövegek
(x, y) => x + y; // összeadás
() => 5; // konstans 5
```

- A λ-kifejezést elmenthetjük változóként is, típusa a sablonos `Func<...>` lesz, pl.:

```
Func<String, Boolean> lt5 = x => (x.Length < 5);
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Lamda-kifejezések

- Az eltárolt kifejezés bármikor futtathatjuk, mint egy függvényt, pl.:

```
Boolean l = lt5("Hello!"); // l hamis lesz
```

- A λ-kifejezések tetszőlegesen összetett utasítássorozatot is tartalmazhatnak, nem csak egy kifejezés kiértékelését, ekkor a tartalmat blokkba kell helyezni, pl.:

```
Func<Int32, Int32> pow2 = x => {
   x = x * x;
   return x;
};
```

- A λ-kifejezések speciális típusa az akció (`Action`), amely egy visszatérési érték nélküli tevékenység, pl.:

```
Action write = value => { Console.Write(value); };
```


A .NET platform és a C# programozási nyelv
Nyelvbe ágyazott lekérdezések

- A *nyelvbe ágyazott lekérdezések (Language Integrated Query)* célja, hogy objektumorientált környezetben valósíthassunk meg lekérdező utasításokat
  - hasonlóan a relációs adatbázisok SQL nyelvéhez
  - pl.:

```
List<Int32> nrList = new List<Int32> { 1, … };
var numQuery = from i in numberList // honnan
               where i < 4 // feltétel
               select i; // mit
```

  - az eredmény egy gyűjtemény (`IEnumerable`) lesz, és a kifejezés csak akkor értékelődik ki, amikor azt bejárjuk (*késleltetett végrehajtás*)

A .NET platform és a C# programozási nyelv

Nyelvbe ágyazott lekérdezések

- A nyelvbe ágyazott lekérdezések mögött λ-kifejezésekkel dolgozó metódusok találhatóak, amelyek bármilyen gyűjteményre futtathatóak (akár külön-külön is)
  - pl.:

```
var numQuery = numberList // honnan
               .Where(i => i < 4) // feltétel
               .Select(i => i); // mit
```

  - a metódusok úgynevezett *bővítő metódus*ként definiáltak, amelyek elérhetőek a `System.Linq` névtérben
  - bonyolultabb lekérdezések is megvalósíthatóak (pl. unió, csoportosítás, összekapcsolás, rendezés, …)

A .NET platform és a C# programozási nyelv

Nyelvbe ágyazott lekérdezések

- Pl.:

```
Int32[] s1 = { 1, 2, 3 }, s2 = { 2, 3, 4 };
Int32 sum = s1.Sum(); // számok összege
Int32 evenCount = s1.Sum(x => x % 2 == 0 ? 1 : 0);
   // megadjuk, mit összegezzen, így a páros
   // számok számlálása lesz
var union = s1.Union(s2);
   // két gyűjtemény uniója: { 1, 2, 3, 4 }
var evens = union.Select(x => x % 2 == 0);
   // páros számok kiválogatása
Int32 evenCount =
   s1.Union(s2).Sum(x => x % 2 == 0 ? 1 : 0);
   // unió, majd a páros számok számlálása
```