



**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar**

Eseményvezérelt alkalmazások

7. előadás

A .NET platform és a C# programozási nyelv

Cserép Máté
mcserep@inf.elte.hu
<http://mcserep.web.elte.hu>

Készült Giachetta Roberto jegyzete alapján
<https://www.inf.elte.hu/karidigitaliskonyvtar/>

Bevezetés

Célkitűzés

- Tisztán objektumorientált programozási környezet megismerése
 - a *C#* nyelv és a *.NET* alapszintű elsajátítása
 - szoftverfejlesztési módszerek és eszközök megismerése
- Grafikus felületű eseményvezérelt alkalmazások fejlesztése
 - két alkalmazáskörnyezet: *WinForms*, *WPF*
 - architektúrák (modell, nézet, perzisztencia, nézetmodell)
 - módszerek (függőségek kezelése, adatkötés, objektumrelációs adatkezelés, aszinkron tevékenységek, stb.)
- Betekintés az objektumrelációs adatbázis-kezelésbe (*Entity Framework*)

Bevezetés

Technológiák, eszközök

- A bemutatott technológiák:
 - .NET Framework 4.7, C# 7.0
 - Windows Forms (WinForms),
 - Windows Presentation Foundation (WPF), XAML
 - ADO.NET Entity Framework
- A szükséges eszközök:
 - Windows 7+
 - Visual Studio 2015 with Update 3 vagy újabb
 - Resharper, StyleCop, NUnit, GhostDoc, stb.

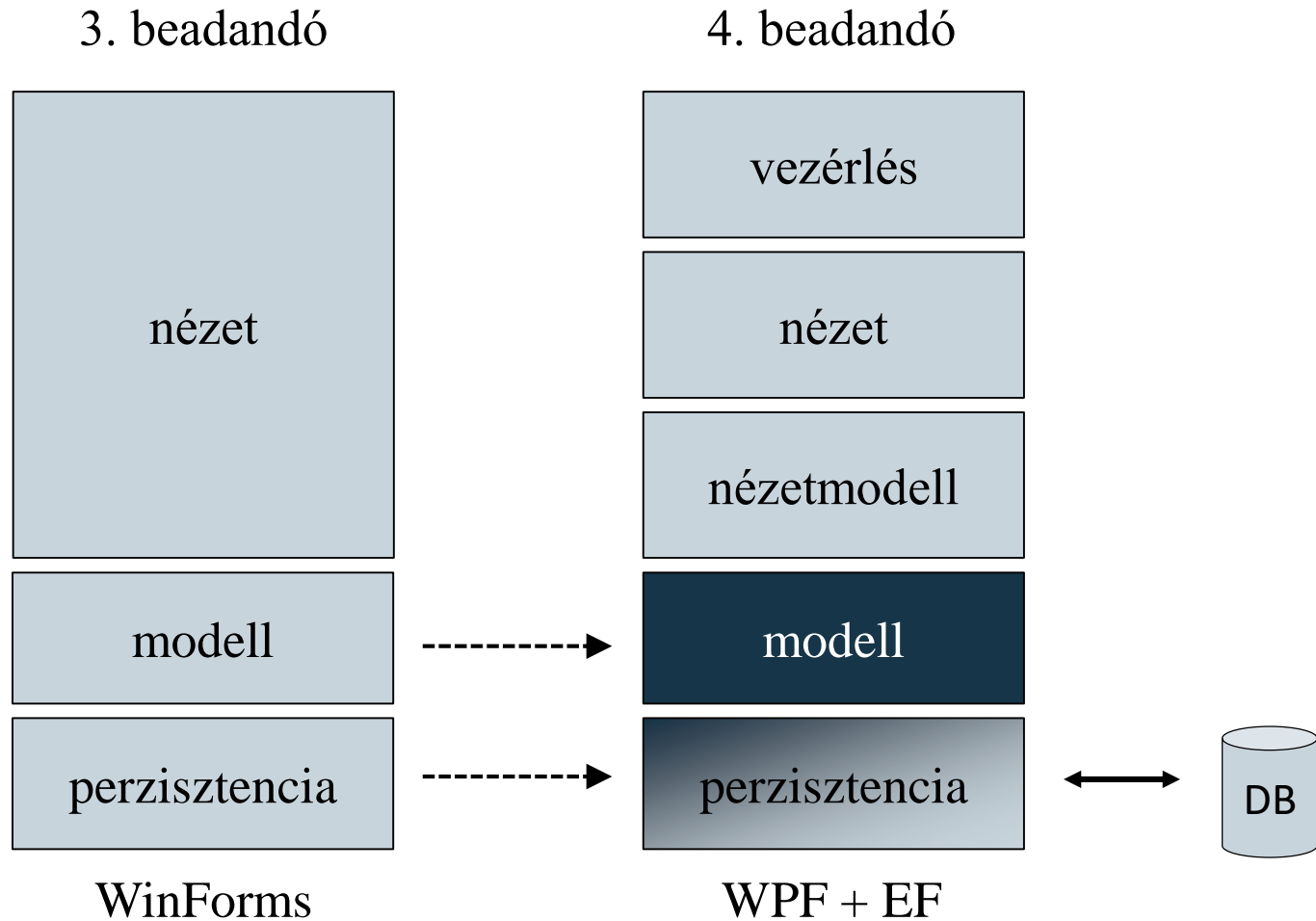
Bevezetés

Számonkérés

- *Beadandók*: dokumentációból és programból álló, egyénileg megszabott feladat. Ugyanazt a feladatot kell 2 környezetben megvalósítani.
 - 3) WinForms grafikus felületű alkalmazás,
 - 4) WPF grafikus felületű alkalmazás adatbázis perzisztenciával.
- *Beadandókezelő rendszer*: <https://assignment.elte.hu/>

Bevezetés

Beadandók



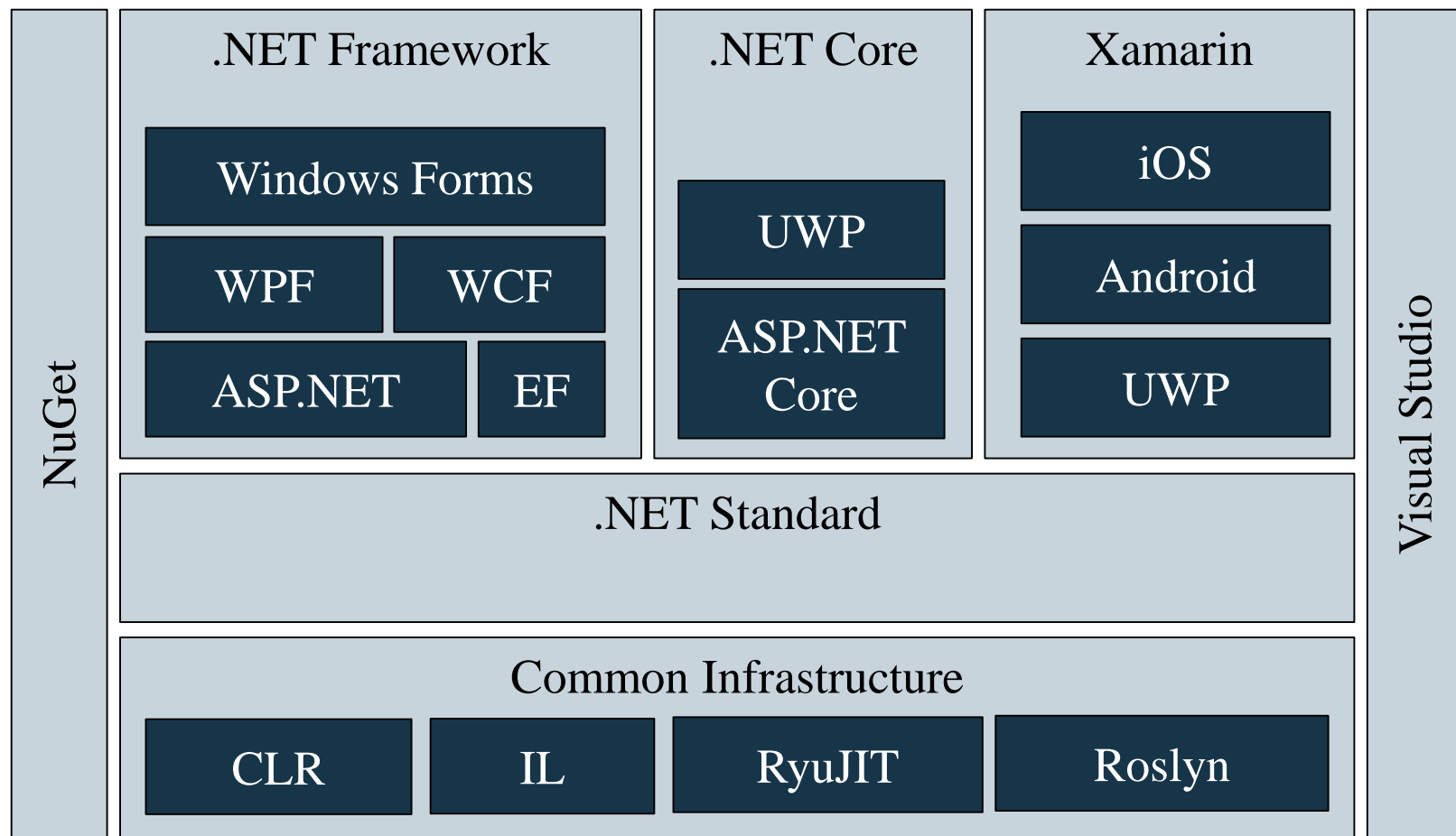
A .NET platform és a C# programozási nyelv

A .NET platform

- A *.NET platform* a Microsoft szoftverfejlesztési platformja, amely több keretrendszer és programcsomag együttese
 - egy egyéges 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. szemétygyűjtés) 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 szemétyűjtő 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 konstans literálok 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 feloldhatóak (**dynamic**), és manipulálhatóak (pl. **ExpandableObject**)
- 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, a láthatósági szintjük is lehet eltérő
- 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 = Day.Monday; ...`
`if (day == Day.Wednesday) { ... }`
 - az értékek egész számoknak feleltethetők 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, az ősoosztály konstruktora és destruktora automatikusan meghívódik
 - 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 */ { // őosztály
    public Int32 Value;
    public BaseClass(Int32 v) { value = v; }
}
```

...

```
class DerivedClass : BaseClass { // leszármazott
    public DerivedClass(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 elrejtethők
 - 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 elrejtethető (**new**), ekkor polimorfizmus esetén a statikus típus (jellemzően az ős) művelete érvényesül

A .NET platform és a C# programozási nyelv

Öröklődés

- Pl.:

```
class BaseClass { // őosztály
    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 őosztály
    public abstract Int32 Value { get; }
    // absztrakt lekérdező tulajdonság,
    // felüldefiniálendő
    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 *attribútumok* (*attribute*) olyan speciális osztályok, amely elsősorban a virtuális gépnek szolgálnak információkat (úgynevezett *metaadatokat*)
 - kiegészítik a kód deklarációit, és segítségre lehetnek a kód kezelésében, *reflexió* segítségével kezelhetők
 - 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 *régiók* 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 megjegyzések* 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">Számológép.</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(42);  
}  
// 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 értékészletű 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, de használatunk nem javasolt, kompatibilitási okokból érhetőek el

- A dinamikus tömbök indexelhetőek, és változtatható a méretük (bárhova beszúrhatunk, bárhonnán 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

Lambda-kifejezések

- A *lambda-kifejezések* (*lambda-expressions*) funkcionális programozásból átvett elemek, amelyek egyszerre függvényként és objektumként is viselkednek
- A λ -kifejezést az \Rightarrow 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

Lambda-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 nrList // 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 = nrList // honnan
                .Where(i => i < 4) // feltétel
                .Select(i => i); // mit
```
- a metódusok úgynevezett *bővítő metódusként* 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 összegezzünk, 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
```