Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

Eseményvezérelt alkalmazások

---

9. előadás

Windows Forms alkalmazások architektúrája és tesztelése

Cserép Máté
mcserep@inf.elte.hu
https://mcserep.web.elte.hu

Windows Forms alkalmazások architektúrája

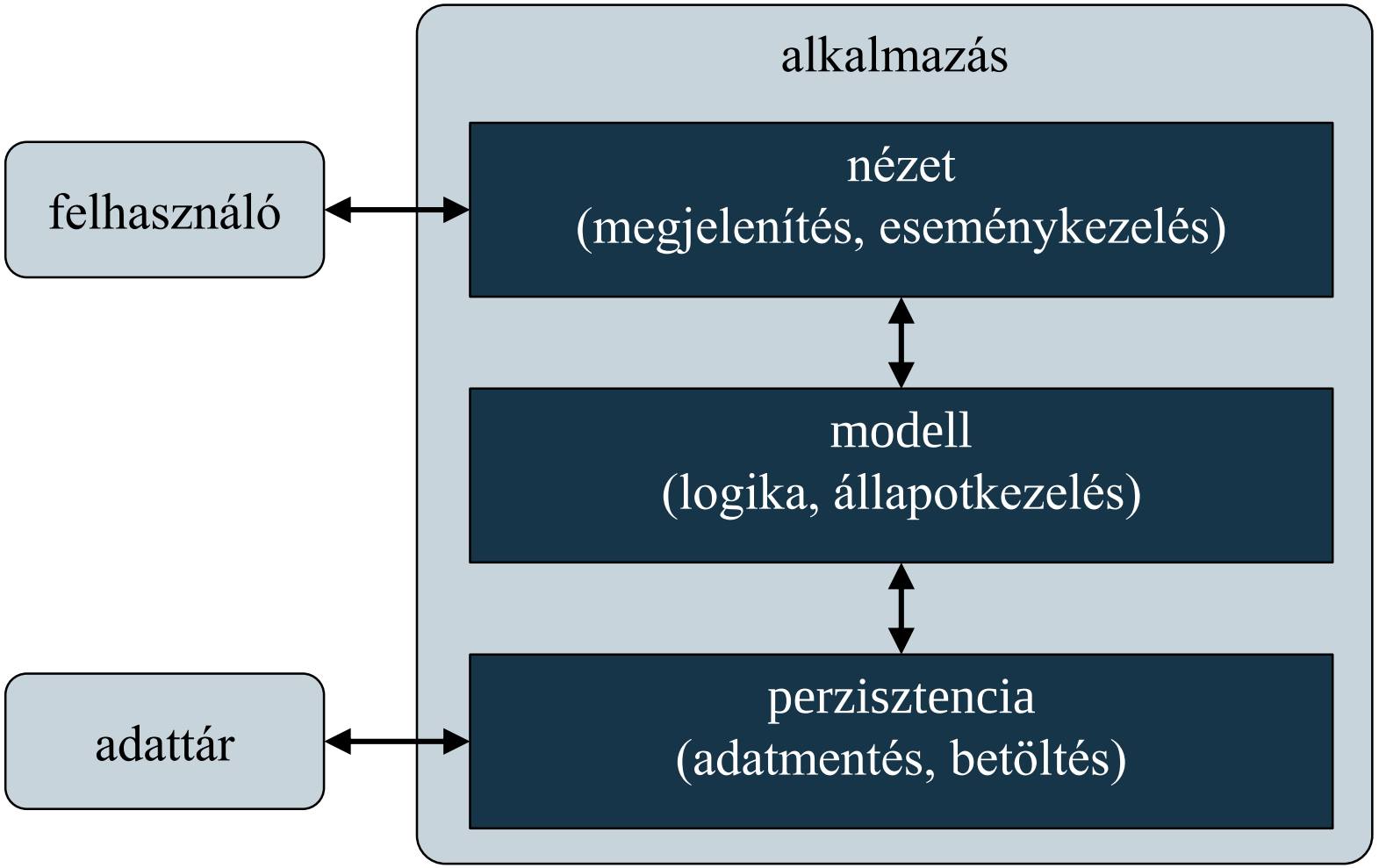
Alkalmazások architektúrája

- *Szoftver architektúrá*nak nevezzük a szoftver fejlesztése során meghozott *elsődleges tervezési döntések* halmazát
  - célja *a rendszer magas szintű felépítésének és működésének meghatározása*, a komponensek és relációk kiépítése
  - a tervezés során általában mintákra hagyatkozunk, ezeket nevezzük *architekturális minták*nak (*architectural pattern*)

- A *háromrétegű* (*three-tier*) architektúra a leggyakrabban alkalmazott szerkezeti felépítés, amelyben elkülönül:
  - a *nézet* (*presentation/view tier*, *presentation layer*)
  - a *modell* (*logic/application tier*, *business logic layer*)
  - a *perzisztencia*, vagy *adatelérés* (*data tier*, *data access layer*, *persistence layer*)

Windows Forms alkalmazások architektúrája

A háromrétegű architektúra



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Függőségek

- Az egyes rétegek között *függőség*ek (*dependency*) alakulnak ki, mivel felhasználják egymás funkcionalitását
  - a cél a minél kisebb függőség elérése (*loose coupling*)
  - ezért a függőségeket úgy kell megvalósítanunk, hogy a konkrét megvalósítástól ne, csak annak felületétől (interfészétől) függjünk
- A rétegek a függőségeknek csak az absztrakcióját látják, a konkrét megvalósítást külön adjuk át nekik, ezt nevezzük *függőség befecskendezés*nek (*dependency injection*)
  - a befecskendezés helye/módszere függvényében lehetnek különböző típusai (pl. konstruktor, metódus, interfész)

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Függőségek

- Pl. :

```
interface IDependency // függőség interfésze
{
    Boolean Check(Double value);
    Double Compute();
}
…
class DependencyImplementation : IDependency
    // a függőség egy megvalósítása
{
    public Boolean Check(Double value) { … }
    public Double Compute() { … }
}
```

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Függőségek

- Pl. :

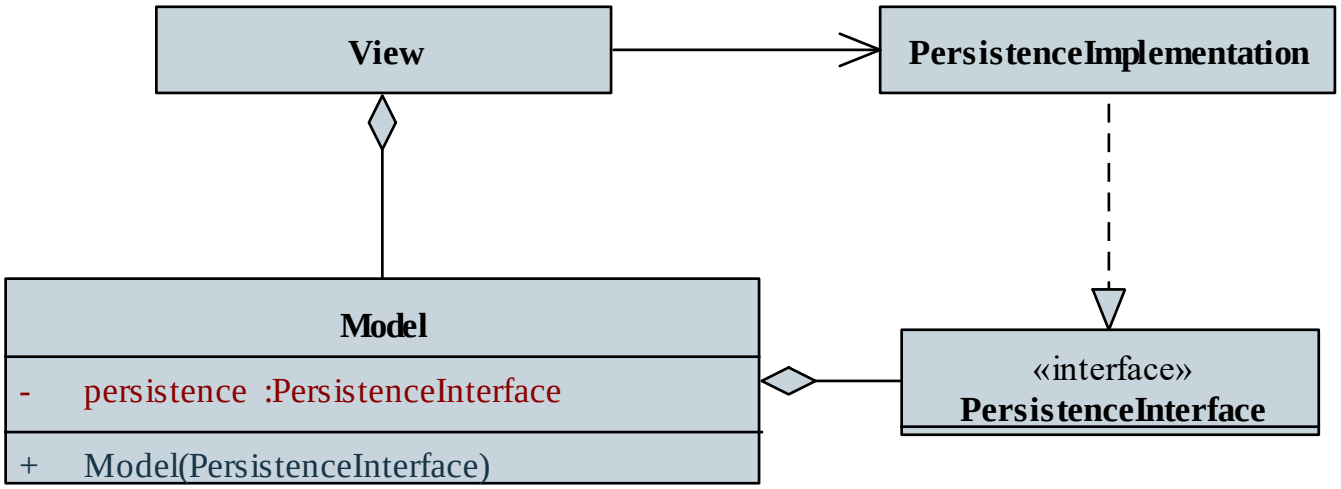
```
class Dependant { // osztály függőséggel
    private IDependency _dependency;

    public Dependant(IDependency d) {
        _dependency = d;
    } // konstruktor befecskendezéssel helyezzük be
      // a függőséget
    …
}
…
Dependant d =
    new Dependant(new DependencyImplementation());
    // megadjuk a konkrét függőséget
```

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Függőségek

- Háromrétegű architektúra esetén a függőség befecskendezést használhatjuk a modell, illetve az adatkezelés esetén is
  - pl. az adatkezelés esetén elválasztjuk a felületet (**`PersistenceInterface`**) a megvalósítástól (**`PersistenceImplementation`**), utóbbit a nézet fogja befecskendezni a modellbe



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Fájlkezelés

- Az adatfolyamok kezelése egységes formátumban adott, így azonos módon kezelhetőek fájlok, hálózati adatforrások, memória, stb.
  - az adatfolyamok ősosztálya a **`Stream`**, amely binárisan írható/olvasható
- Szöveges adatfolyamok írását, olvasását a **`StreamReader`** és **`StreamWriter`** típusok biztosítják
  - létrehozáskor megadható az adatfolyam, vagy közvetlenül a fájlnév
  - csak karakterenként (**`Read`**), vagy soronként (**`ReadLine`**) tudunk olvasni, így konvertálnunk kell
  - amennyiben a műveletek során hiba keletkezik, **`IOException`**-t kapunk

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Fájlkezelés

- Pl.:

```
try
{
   StreamReader reader =
      new StreamReader("in.txt"); // megnyitás
   while (!reader.EndOfStream) // amíg nincs vége
   {
      Int32 val = Int32.Parse(reader.ReadLine());
      // sorok olvasása, majd konvertálás
      …
   }
   reader.Close(); // bezárás
}
catch (IOException) { … }
```

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Erőforrások felszabadítása

- A referencia szerinti változók törlését a szemétgyűjtő felügyeli
  - adott algoritmussal adott időközönként pásztázza a memóriát, törli a felszabadult objektumokat
  - sok, erőforrás-igényes objektum példányosítása esetén azonban nem mindig reagál időben, így nő a memóriahasználat
  - a **`GC`** osztály segítségével beavatkozhatunk a működésbe
- A manuális törlésre (destruktor futtatásra) nincs lehetőségünk felügyelt blokkban, de erőforrások felszabadítására igen, amennyiben az osztály megvalósítja az **`IDisposable`** interfészt, és benne a **`Dispose()`** metódust

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Erőforrások felszabadítása

- Emellett a C# nyelv tartalmaz egy olyan blokk-kezelési technikát, amely garantálja a **`Dispose()`** automatikus futtatását:

```
using (<objektum példányosítása>)
{
    <objektum használata>
} // itt automatikusan meghívódik a Dispose()
```

- Pl.:

```
using (StreamReader reader = new StreamReader(…)){
    // a StreamReader is IDisposable
    …
}
// itt biztosan bezáródik a fájl, és
// felszabadulnak az erőforrások
```

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Fájlkezelés

- Amennyiben egy fájl teljes tartalmát be szeretnénk tölteni, azt megtehetjük a **`File`** statikus osztály eljárásaival is, egyetlen lépésben.
  - A **`ReadAllLines`**, **`ReadAllText`** és **`ReadAllBytes`** metódusokkal olvasni tudjuk fájlt.
  - A **`WriteAllLines`**, **`WriteAllText`**, **`WriteAllBytes`**, metódusokkal írni tudjuk fájlt. A meglévő tartalmához is hozzáfűzhetünk az **`AppendAll*`** eljárásokkal.
- Ilyen módon nem kell foglalkoznunk a fájlok megnyitásával és bezárásával.
  - A fájlok szekvenciális feldolgozására nem alkalmas. (Például ha a teljes állomány nem férne el a memóriában.)

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

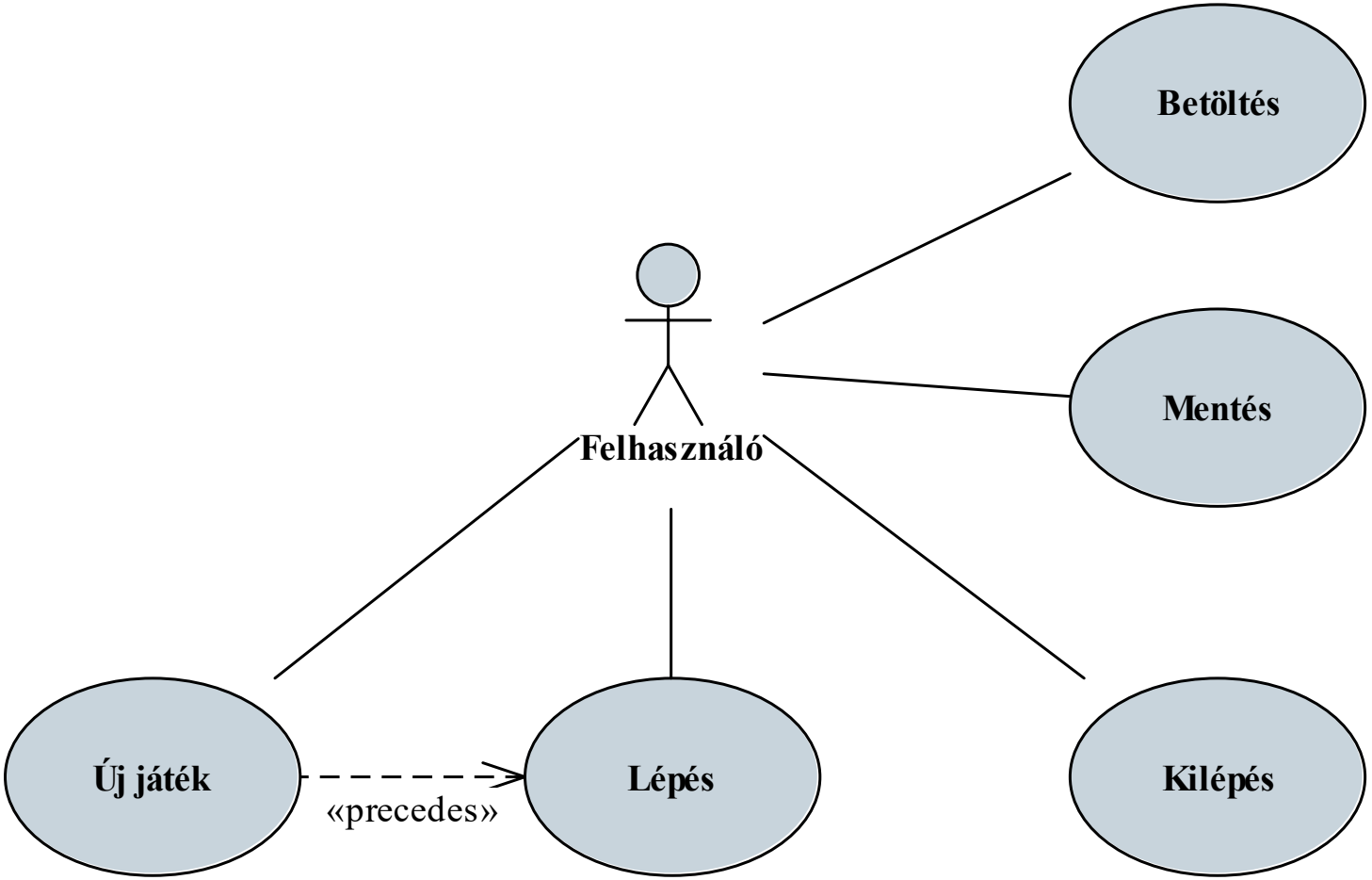
Feladat: Készítsünk egy Tic-Tac-Toe programot, amelyben két játékos küzdhet egymás ellen.

- a programban lehetőséget adunk új játék kezdésére, valamint lépésre (felváltva)
- a programban ‚X' és ‚0' jelekkel ábrázoljuk a két játékost
- a program automatikusan jelez, ha vége a játéknak (előugró üzenetben), majd automatikusan új játékot kezd, és a játékos bármikor kezdhet új játékot (**`Ctrl+N`**)
- lehetőséget adunk játékállás elmentésére (**`Ctrl+S`**) és betöltésére (**`Ctrl+L`**), a fájlnevet a felhasználó adja meg
- a programot háromrétegű architektúrában valósítjuk meg

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Tervezés (használati esetek):



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

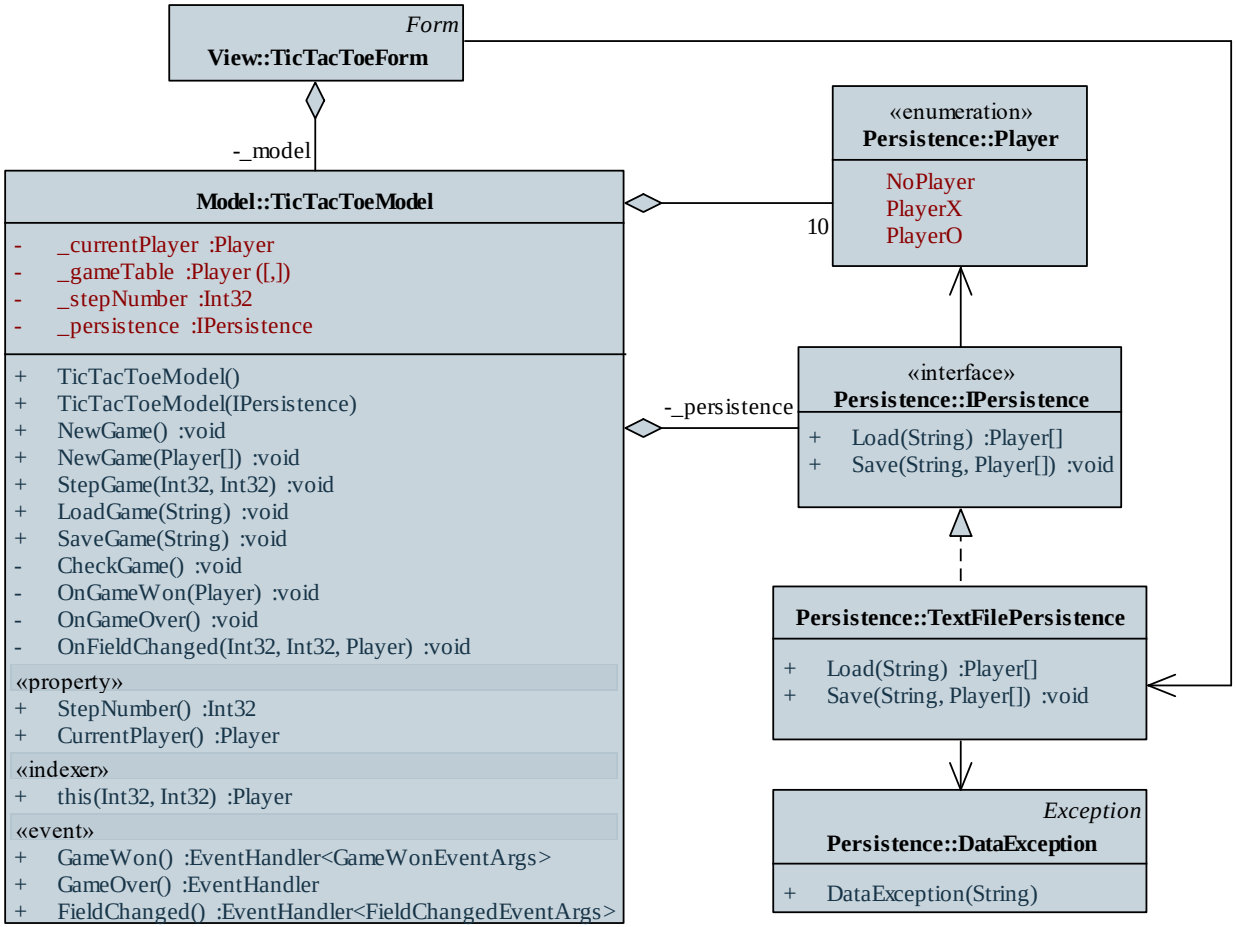
Tervezés (architektúra):

- létrehozunk egy adatelérési névteret (**`Persistence`**), ebben egy interfész (**`IPersistence`**) biztosítja a betöltés (**`Load`**) és mentés (**`Save`**) funkciókat
- az adatelérés egy tömböt (**`Player[]`**) használ a modellel történő kommunikációra, amely sorfolytonosan tartalmazza az értékeket
- megvalósítjuk az interfészt szöveges fájl alapú adatkezelésre (**`TextFilePersistence`**)
- a nézet befecskendezi a modellbe a fájl alapú adatkezelést, ami a betöltés (**`LoadGame`**) és mentés (**`SaveGame`**) műveleteivel bővül

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Tervezés (szerkezet):



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Megvalósítás (`TextFilePersistence.cs`*):*

```
public Player[] Load(String path) {
   if (path == null)
      throw new ArgumentNullException("path");

   try {
      using (StreamReader reader =
             new StreamReader(path))
             // fájl megnyitása olvasásra
      {
         String[] numbers =
            reader.ReadToEnd().Split();
            // fájl tartalmának feldarabolása a
            // whitespace karakterek mentén
```

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Megvalósítás (`TextFilePersistence.cs`*):*

```
            // a szöveget számmá, majd játékossá
            // konvertáljuk, és ezzel a tömbbel
            // visszatérünk
            return numbers.Select(number =>
              (Player)Int32.Parse(number)).ToArray();
            …
        } // bezárul a fájl
    }
    catch { // ha bármi hiba történt
        throw new TicTacToeDataException("Error
                                occured during reading.");
    }
}
```

Windows Forms alkalmazások architektúrája

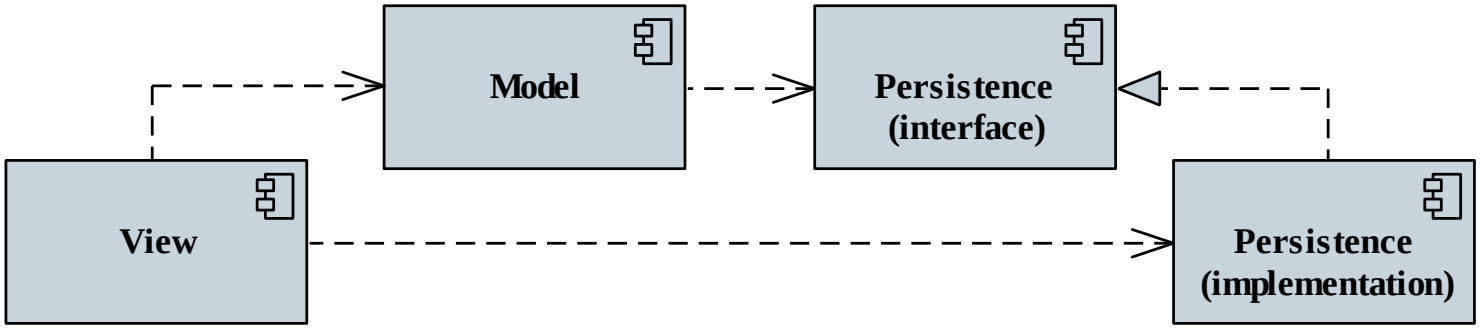
Szerelvények

- A szoftver egyes csomagjait fizikailag is elválaszthatjuk egymástól azáltal, hogy külön *szerelvények*be (*assembly*) helyezzük őket, ez által az alkalmazás komponenseivé válnak
  - a szerelvény típusok és erőforrások lefordított, felhasználható állománya, pl. az *alkalmazás* (*executable*, *.exe*)
  - az *osztálykönyvtárak* (*class library*, *.dll*) olyan szerelvények, amelyek önállóan nem futtathatóak, csupán osztályok gyűjteményei, amelyek más szerelvényekben felhasználhatóak
    - a nyelvi könyvtár is osztálykönyvtárakban helyezkedik el
- A Visual Studio-ban minden projekt egy külön szerelvényt eredményez, a megoldás (*Solution*) fogja össze az egy szoftverhez tartozó szerelvényeket

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Felbontás szerelvényekre

- Az alkalmazások felbontása több szempontból is hasznos:
  - elősegíti az egyes programrészek szeparálását, a függőségek korlátozását, a komponensek újrahasznosítását
  - megkönnyíti a csapatmunka felosztását, a keletkezett kódok összeintegrálását, tesztelését, publikálását
- A felosztást legcélszerűbb a rétegek és függőség befecskendezés mentén elvégezni, pl.:



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Cross-platform osztálykönyvtárak

- Az *osztálykönyvtárak* esetén nem csak egy adott keretrendszert (pl. .NET Framework, .NET Core, Mono) választhatunk, hanem .NET Standard osztálykönyvtárat is létrehozhatunk.
  - Visual Studioban ***Class Library (.NET Standard)*** projekt típus kiválasztásával.
- Ilyen módon az osztálykönyvtárunk minden, a .NET Standardra épülő keretrendszerre és platformra fordítható és használható lesz.
  - Jelentősen megkönnyíti a cross-platform alkalmazásfejlesztést.
  - Csak a .NET Standard adott verziójában definiált közös API-t használhatjuk.

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Cross-platform osztálykönyvtárak

Emlékeztetőként a megfeleltetés a .NET Standard és a különböző keretrendszerek verziói között:

.NET Standard	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.0	2.1
.NET Core	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0
.NET Framework	4.5	4.5	4.5.1	4.6	4.6.1	4.6.1	4.6.1	4.6.1	*N/A*
Mono	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	5.4	6.4
Xamarin.iOS	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.14	12.16
Xamarin.Mac	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.8	5.16
Xamarin.Android	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	10.0
Universal Windows Platform	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0.16299	10.0.16299	10.0.16299	*TBD*
Unity	2018.1	2018.1	2018.1	2018.1	2018.1	2018.1	2018.1	2018.1	*TBD*

Forrás: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/net-standard

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

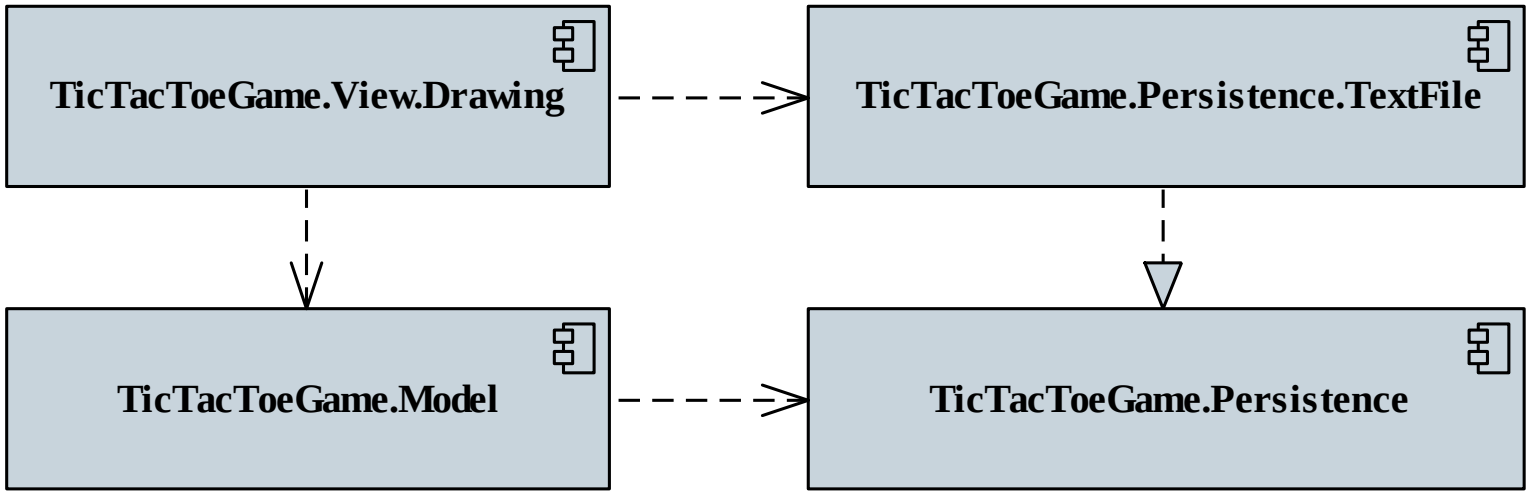
Feladat: Készítsünk egy Tic-Tac-Toe programot, amelyben két játékos küzdhet egymás ellen.

- az alkalmazást háromrétegű architektúrában valósítjuk meg, az adatelérést befecskendezzük a modellbe
- emiatt négy projektbe szeparáljuk a forrást:
  - nézet (**`TicTacToeGame.View.Drawing`**)
  - modell (**`TicTacToeGame.Model`**)
  - adatkezelés felülete (**`TicTacToeGame.Persistence`**)
  - adatkezelés szöveges fájl alapú megvalósítása (**`TicTacToeGame.Persistence.TextFile`**)
- a nézet az alkalmazás, a többi projekt osztálykönyvtár

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Tervezés (architektúra):



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

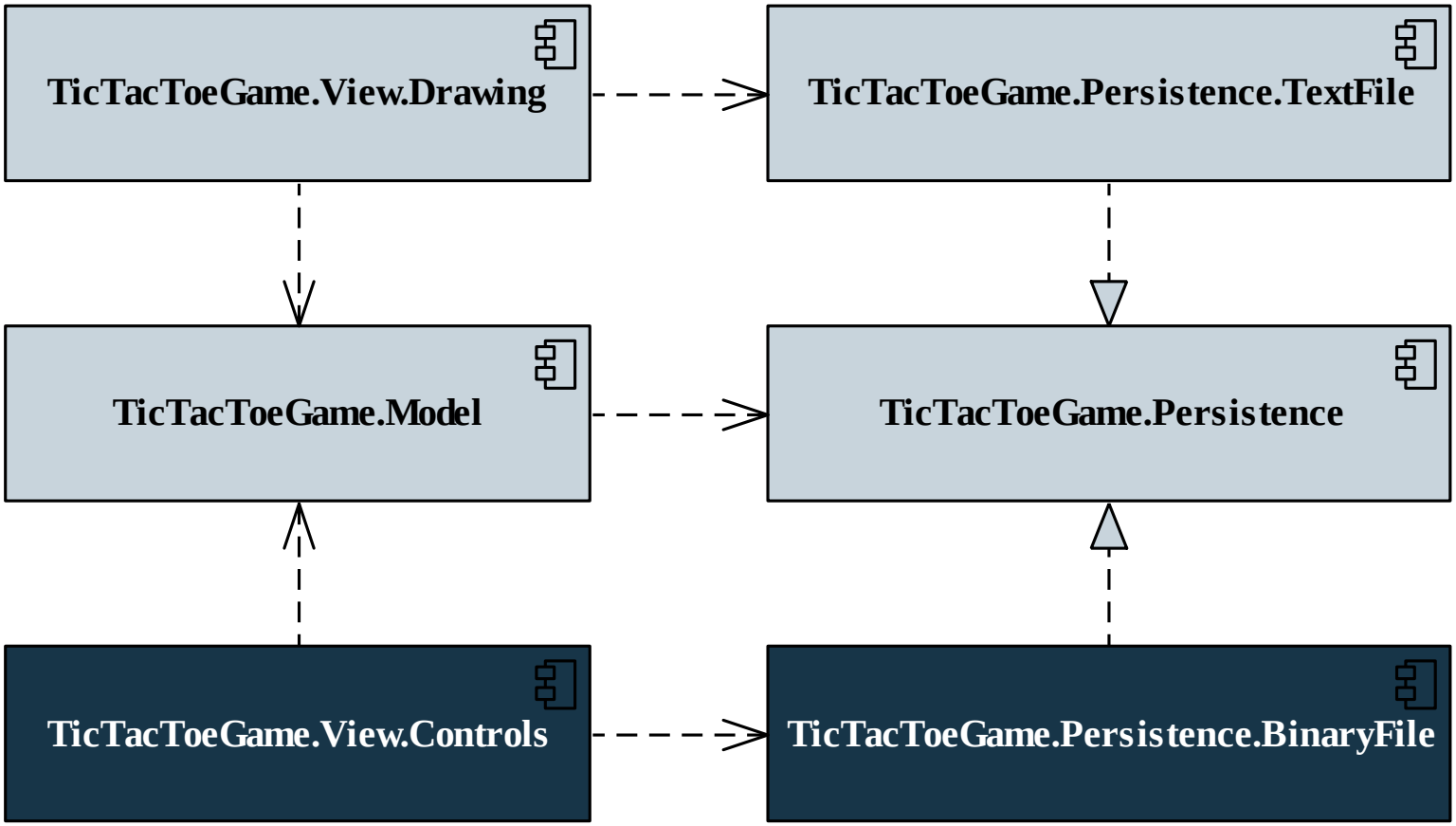
Feladat: Készítsünk egy Tic-Tac-Toe programot, amelyben két játékos küzdhet egymás ellen.

- helyezzük vissza a korábbi, vezérlő alapú grafikus felületet a programba egy új alkalmazás projektben (**`TicTacToeGame.View.Controls`**)
- készítsünk egy új, bináris fájl alapú adatelérést (**`TicTacToeGame.Persistence.BinaryFile`**)
  - csupán az értékeket írjuk ki és olvassuk be bájtonként a **`File`** osztály **`ReadAllBytes(…)`** és **`WriteAllBytes(…)`** műveletei segítségével
  - használjuk az új típusú adatelérést az új nézetben

Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

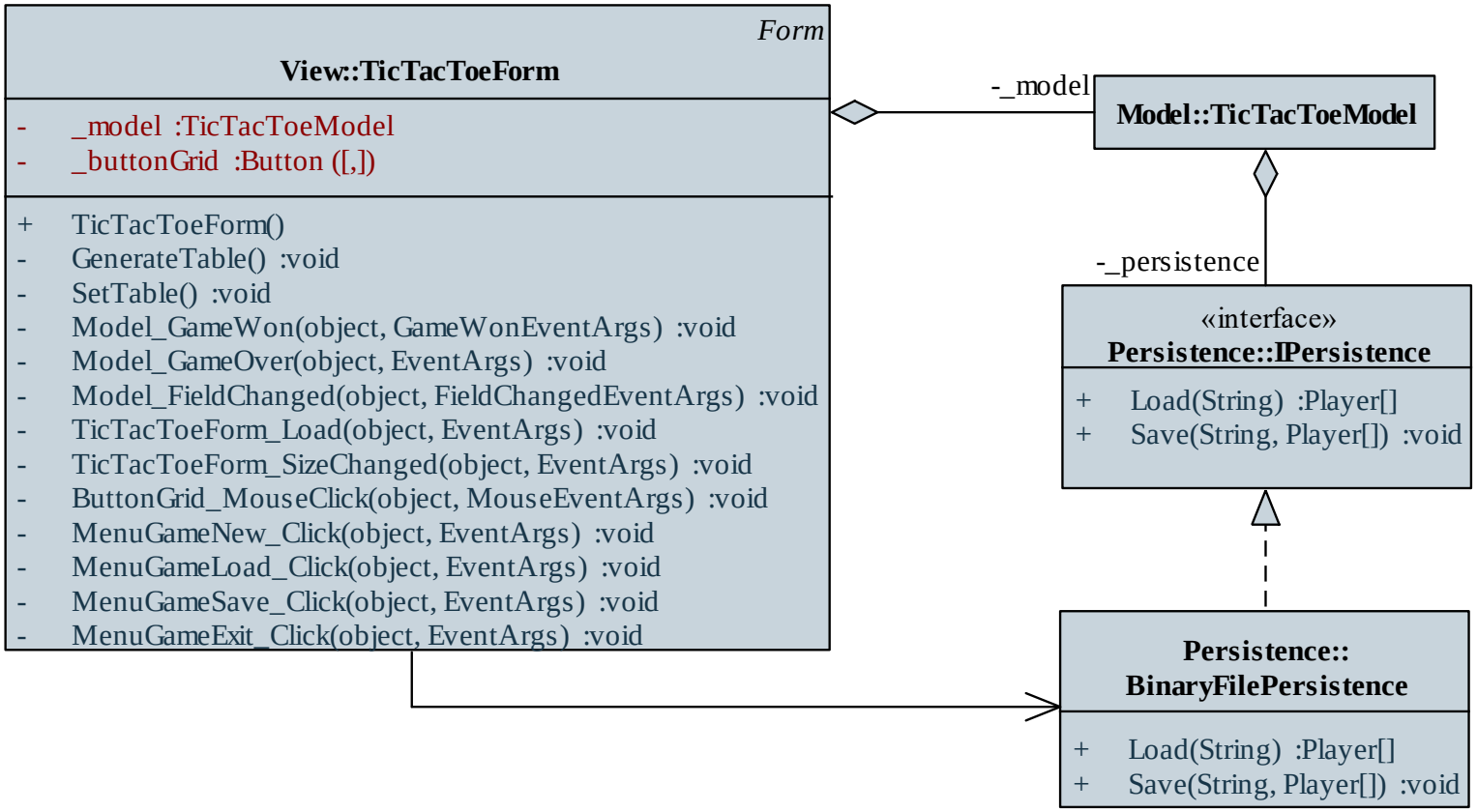
Tervezés (architektúra):



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Tervezés (szerkezet):



Windows Forms alkalmazások architektúrája

Példa

Megvalósítás (`BinaryFilePersistence.cs`*):*

```
public Player[] Load(String path) {
    …
    try {
        Byte[] fileData = File.ReadAllBytes(path);
            // fájl bináris tartalmának beolvasása

        // konvertálás és tömbbé alakítás
        return fileData.Select(fileByte =>
                               (Player)fileByte).ToArray();
    }
    …
}
```

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Tesztelés

- A programoknak minden esetben alapos tesztelésen kell átesnie
  - a dinamikus tesztelést a rendszer különböző szintjein végezzük (egységteszt, integrációs teszt, rendszerteszt)
- Az *egységteszt* (*unit test*) egy olyan automatikusan futtatható ellenőrzés, amely lehetőséget osztályok és objektumok viselkedésének ellenőrzésére (a tényleges viselkedés megegyezik-e az elvárttal)
  - a Visual Studio lehetőséget ad, hogy egységteszteket automatikusan generáljunk és futtassunk le
  - az egységtesztek külön projektbe kerülnek (*MSTest Test Project*), amelyből meghivatkozzuk a tesztelendő projektet

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Egységtesztek

- Az egységtesztek a megvalósításban osztályok a **`TestClass`** attribútummal jelölve
  - a tesztesetek eljárások (a **`TestMethod`** attribútummal jelölve), amelyeket automatikusan futtatunk
  - a tesztek az **`Assert`** osztály segítségével végeznek ellenőrzéseket (**`AreEqual`**, **`IsNotNull`**, **`IsFalse`**, **`IsInstanceOfType`**, …), és különböző eredményei lehetnek (**`Fail`**, **`Inconclusive`**)
  - lehetőségünk van a teszteket inicializálni (**`TestInitialize`**) és takarító műveleteket megadni (**`TestCleanup`**)
  - a teszt rendelkezik egy környezettel (**`TestContext`**), amely segítségével lekérdezhetünk információkat

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Egységtesztek

- Pl.:

```
[TestClass] // tesztosztály
public class RationalTest {
    …
    [TestMethod] // tesztművelet a konstruktorra
    public void RationalConstructorTest(){
        Rational actual = new Rational(10, 5);
        Rational target = new Rational(2, 1);
            // az egyszerűsítést teszteljük
        Assert.AreEqual(actual, target);
            // ha a kettő egyezik, akkor eredményes a
            // teszteset
    }
}
```

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Példa

Feladat: Teszteljük a TicTacToe játékot.

- az egységtesztet egy új tesztprojektben (**`TicTacToeGame.Test`**) hozzuk létre, és meghivatkozzuk a modell projektet
- a tesztosztályban (**`TicTacToeModelTest`**) ellenőrizzük:
  - a konstruktor működését, és az üres tábla létrejöttét (**`TicTacToeConstructorTest`**)
  - léptetés értékbeállításait (**`TicTacToeStepGameTest`**)
  - lépésszám számlálást (**`TicTacToeStepNumberTest`**)
  - játék vége eseményét, és annak paraméterét (**`TicTacToeGameWonTest`**)

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Példa

Megvalósítás (`TicTacToeModelTest.cs`*):*

```
[TestClass]
public class TicTacToeModelTest {
    // egységteszt osztály
    [TestMethod]
    public void TicTacToeConstructorTest() {
        // egységteszt művelet
        …
        for (Int32 i = 0; i < 3; i++)
            for (Int32 j = 0; j < 3; j++)
                Assert.AreEqual(Player.NoPlayer,
                                _model[i, j]);
                // valamennyi mező üres
        }
```

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Mock objektumok

- Amennyiben függőséggel rendelkező programegységet tesztelünk, a függőséget helyettesítjük annak szimulációjával, amit *mock objektum*nak nevezünk
  - megvalósítja a függőség interfészét, egyszerű, hibamentes funkcionalitással
  - használatukkal a teszt valóban a megadott programegység funkcionalitását ellenőrzi, nem befolyásolja a függőségben felmerülő esetleges hiba
- Mock objektumokat manuálisan is létrehozhatunk, vagy használhatunk erre alkalmas programcsomagot
  - pl. *NSubstitute*, *Moq* letölthetőek NuGet segítségével

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Mock objektumok

- Pl. :

```
class DependencyMock : IDependency
    // mock objektum
{
    // egy egyszerű viselkedést adunk meg
    public Double Compute() { return 1; }
    public Boolean Check(Double value) {
        return value >= 1 && value <= 10;
    }
}
…
Dependant d = new Dependant(new DependencyMock());
    // a mock objektumot fecskendezzük be a függő
    // osztálynak
```

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Mock objektumok

- *Moq* segítségével könnyen tudunk interfészekből mock objektumokat előállítani
  - a **`Mock`** generikus osztály segítségével példányosíthatjuk a szimulációt, amely az **`Object`** tulajdonsággal érhető el, és alapértelmezett viselkedést produkál, pl.:

```
Mock<IDependency> mock =
    new Mock<IDependency>();
    // a függőség mock objektuma
Dependant d = new Dependant(mock.Object);
    // azonnal felhasználható
```

  - a **`Setup`** művelettel beállíthatjuk bármely tagjának viselkedését (**`Returns(…)`**, **`Throws(…)`**, **`Callback(…)`**), a paraméterek szabályozhatóak (**`It`**)

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Mock objektumok

- pl. :

```
mock.Setup(obj => obj.Compute()).Returns(1);
    // megadjuk a viselkedést, mindig 1-t ad
    // vissza
mock.Setup(obj =>
            obj.Check(It.IsInRange<Double>(0, 10,
                        Range.Inclusive)))
     .Returns(true);
mock.Setup(obj => obj.Check(It.IsAny<Double>())
     .Returns(false);
     // több eset a paraméter függvényében
...
```

- lehetőségünk van a hívások nyomkövetésére (`Verify(...)`)

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Példa

Feladat: Teszteljük a TicTacToe játékot.

- a korábbi teszteket kiegészítjük két új esettel:
  - betöltés (`TicTacToeGameLoadTest`), amelyben ellenőrizzük, hogy a modell állapota a betöltött tartalomnak megfelelően változott, és konzisztens maradt
  - mentés (`TicTacToeGameSaveTest`), amelyben ellenőrizzük, hogy a modell állapota nem változott a mentés hatására
- az adatelérést Moq segítségével szimuláljuk, ahol beállítjuk a betöltés visszatérési értékét, illetve ellenőrizzük, hogy valóban meghívták-e a műveleteket

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Példa

Megvalósítás (`TicTacToeModelTest.cs`*):*

```
…
_mock = new Mock<IPersistence>();
_mock.Setup(mock => mock.Load(It.IsAny<String>()))
    .Returns(Enumerable.Repeat(Player.NoPlayer,9)
                            .ToArray());
    // a mock a Load műveletben minden paraméterre
    // egy üres táblának a tömbjét fogja visszaadni

_model = new TicTacToeModel(_mock.Object);
    // példányosítjuk a modellt a mock objektummal
…
```

Windows Forms alkalmazások tesztelése

Példa

Megvalósítás (`TicTacToeModelTest.cs`*):*

```
[TestMethod]
public void TicTacToeGameLoadTest()
{
    …
    _model.LoadGame(String.Empty);
    …
    // ellenőrizzük, hogy meghívták-e a Load
    // műveletet a megadott paraméterrel
    _mock.Verify(mock => mock.Load(String.Empty),
                 Times.Once());
}
```