Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar

Eseményvezérelt alkalmazások

---

9. előadás

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

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

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Szinkron és aszinkron tevékenységek

- A tevékenységek végrehajtásának két megközelítése van:
  - *szinkron*: a tevékenység kezdeményezője megvárja annak lefutását
    - a hívó szál blokkolódik, amíg a tevékenység lefut
    - ha sokáig tart a tevékenység, akkor az a program felületén is észrevehető
  - *aszinkron*: a tevékenység kezdeményezője nem várja meg a lefutást, illetve az eredményt
    - a tevékenység (metódus) külön szálon fut
    - az eredményt később megkapjuk (pl. eseményen át)
    - a hívó szál nem blokkolódik, folytathatja a végrehajtást

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Feladat: Készítsünk egy grafikus felületű alkalmazást Fibonacci számok számítására.

- a Fibonacci számot egy modell állítja elő (**`FibonacciGenerator`**), a generáláshoz (**`Generate`**) a klasszikus rekurzív képletet* használjuk:

$$F(n) = \begin{cases} 1 & ha\ n < 3 \\ F(n-1) + F(n-2) & ha\ n \geq 3 \end{cases}$$

- a grafikus felületen egy listában jelenítjük meg a számokat, és egy számbeállító segítségével szabályozzuk, hányadik számra vagyunk kíváncsiak

*Valós környezetben a Fibonnaci számok a Binet formula segítségével konstans algoritmikus komplexitással előállíthatóak.

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Megvalósítás (`FibonacciGenerator.cs`*):*

```
public Int64 Generate(Int32 number) {
    if (number < 1)
        throw new ArgumentOutOfRangeException(…);
    if (number > 100)
        throw new ArgumentOutOfRangeException(…);

    if (number < 3)
        return 1;

     return Generate(number - 1)
            + Generate(number - 2);
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Aszinkron műveletek

- A grafikus felületű alkalmazások felépítésében fontos, hogy
  - gyorsan reagáljunk a felhasználói interakcióra, a felhasználói felület mindig aktív legyen
  - amennyiben egy nagyobb műveletet hajtunk végre, azt aszinkron módon, háttérben végezzük
- A háttérben futtatandó tevékenységek jelentős része (pl. fájlkezelés, hálózatkezelés) aszinkron műveletként is elérhetőek (C# 5.0 óta):
  - ez a műveletek nevében jelzett (**`Async`**)
  - pl.:

```
StreamReader reader = …;
reader.ReadLineAsync(); // aszinkron olvasás
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Aszinkron műveletek

- Az szinkron műveletek eredménye bevárható egy másik aszinkron műveletben
  - aszinkron műveletet az **`async`** kulcsszóval hozhatunk létre
  - aszinkron műveletet bevárni az **`await`** utasítással tudunk
  - pl.:

```
private async void ReadStreamAsync(Stream str)
{
    StreamReader reader = new StreamReader(str);
    String line = await reader.ReadLineAsync();
       // aszinkron módon olvasunk, és megvárjuk
       // a művelet lefutását
    …
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Aszinkron tevékenységek megvalósítása

- Az aszinkron műveletek alapja a *taszk* (**`Task`**), amely biztosítja a párhuzamos futtatást
  - a művelet tulajdonképpen taszkkal tér vissza, amely tartalmazhat eredményt is (**`Task<T>`**)
  - amennyiben meg szeretnénk várni a művelet eredményét, taszkot kell megadni visszatérési értékként
  - az aszinkronitást csak a megvalósításban kell jelölnünk, interfészben nem, csupán a taszk visszatérési értéket kell megadnunk
  - szinkron művelet is futtatható aszinkron módon a **`Task.Run(…)`** művelete segítségével, amelynek lambda-kifejezést kell megadnunk

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Aszinkron tevékenységek megvalósítása

- pl.:

```
interface IAsyncInterface {
    Task ProcessAsync();
    Task<Int32> ComputeAsync();
    // aszinkron műveletek
       (visszatérési értékből látszik)
}
…
async Task SomeMethod(IAsyncInterface asInst) {
    Int32 result =
       await asInst.ComputeAsync();
       // eredmény bevárása
}
…
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Aszinkron tevékenységek megvalósítása

```
class AsyncImplementation : IAsyncInterface
{
   private void Process(); // szinkron művelet

   public async Task ProcessAsync()
   {
      await Task.Run(() => Process());
      // a tevékenység aszinkron végrehajtása
   }
   public async Task<Int32> ComputeAsync()
   {
      await Task.Run(() => { … return value; });
   }
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Feladat: Készítsünk egy grafikus felületű alkalmazást Fibonacci számok számítására.

- a Fibonacci számot egy modell állítja elő (**`FibonacciGenerator`**), a generáláshoz (**`Generate`**) a klasszikus rekurzív képletet használjuk:

$$F(n) = \begin{cases} 1 & ha\ n < 3 \\ F(n-1) + F(n-2) & ha\ n \geq 3 \end{cases}$$

- lehetőséget adunk az aszinkron használatra is (**`GenerateAsync`**), lényegében egy taszkba burkoljuk a szinkron tevékenységet
- a felület így mindig aktív lesz, figyelmeztethetjük a felhasználót a tevékenységre

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Megvalósítás (`MainForm.cs`*):*

```
private async void ButtonGenerate_Click(…) {
    // aszinkron lesz az eseménykezelő

    _button.Text = "Generating... Please wait.";
    …
    _listBox.Items.Insert(0,
       await _generator.GenerateAsync(…));
        // megvárjuk a generálás eredményét
    …
    _button.Text = "Generate";
    …
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Aszinkron tevékenységek megszakítása

- Az aszinkron műveletek végrehajtását adott esetben azok teljes befejezése előtt meg kívánjuk szakítani:
  - a párhuzamos szál terminálása a háttér művelet inkonzisztens állapotban történő megszakításának kockázatával jár
  - A *taszk* alapú aszinkron eljárások támogatják az abortálási igény detektálását és kezelését:
    - ```
      var source = new CancellationTokenSource();
      var token = source.Token;
      var task = new Task(() => { ... }, token);
      ```
    - megszakítási igény jelzése a taszkon kívülről:
      `source.Cancel();`
    - megszakítási igény észlelése a taszkban:
      `if(token.IsCancellationRequested(){ ... }`
      ```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Feladat: Készítsünk egy grafikus felületű alkalmazást Fibonacci számok számítására.

- a Fibonacci számokat aszinkron módon egy modell állítja elő (**`FibonacciGenerator`**) a **`Run(n)`** metódussal, amely az első **`n`** Fibonnaci számot számítja ki
- egy új Fibonacci szám előállításakor kiváltjuk a **`NewResult`** eseményt, az utolsó, azaz az **`n.`** szám előllítását követően pedig a **`Ready`** eseményt is
- a számítás, azaz a Fibonacci számok előállítása megszakítható a **`Cancel()`** metóduson keresztül

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

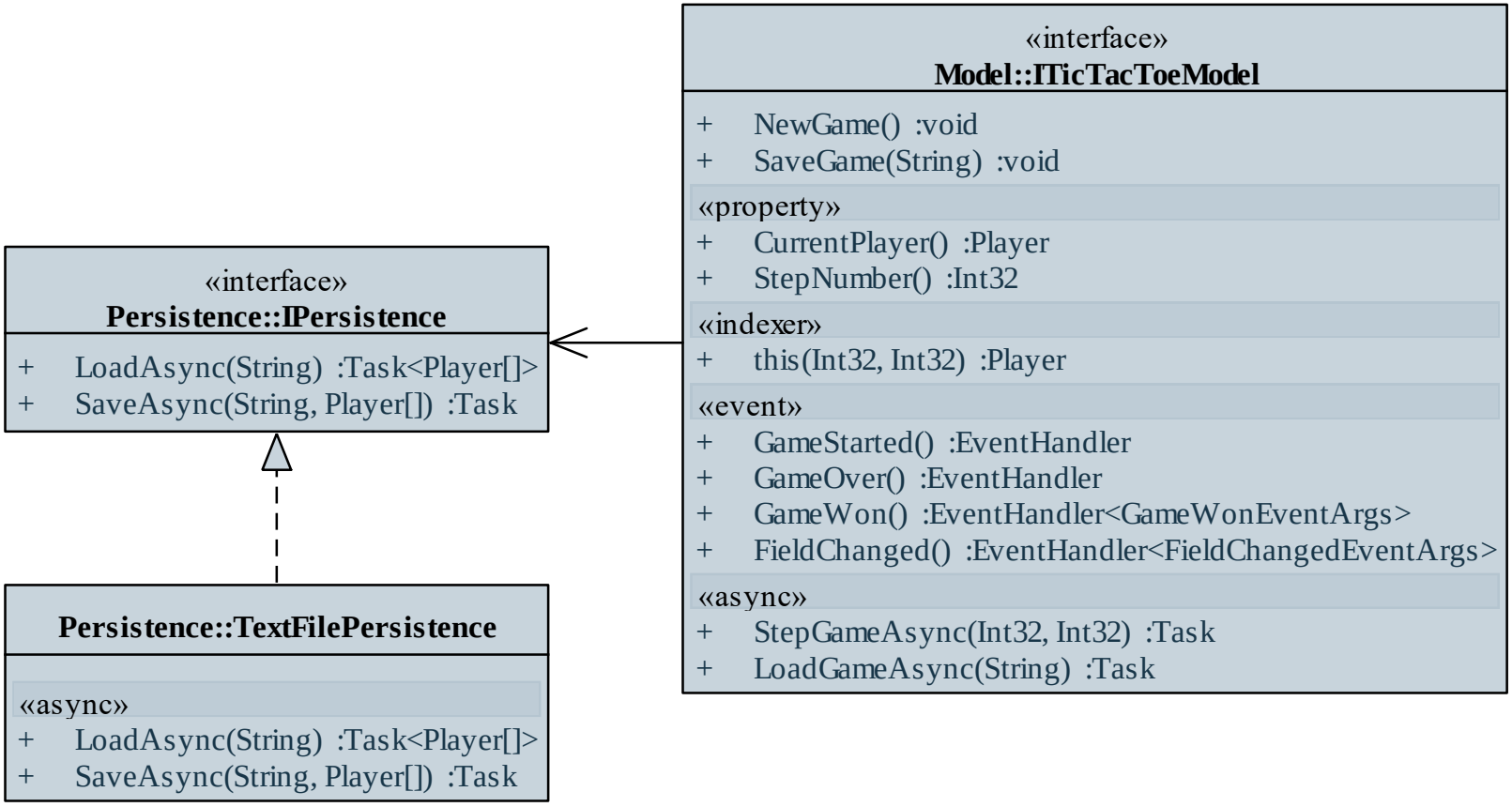
Feladat: Készítsünk egy Tic-Tac-Toe programot, amelyben két játékos küzdhet egymás ellen.

- hatékonysági okokból valósítsuk meg aszinkron módon a teljes fájlkezelést, így
  - az **`IPersistence`** interfész **`Load`** és **`Save`** műveletei taszkkal térnek vissza
  - az **`ITicTacToeModel`** interfésze **`LoadGame`** és **`SaveGame`** műveletei is taszkkal térnek vissza
  - minden esetben a megvalósításban aszinkron műveleteket készítünk, és aszinkron műveleteket hívunk
  - ennek megfelelően minden felhasználáskor bevárjuk az eredményt

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Tervezés:



Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Megvalósítás (`TextFilePersistence.cs`*):*

```
public async Task<Player[]> LoadAsync(String path)
    …
    Byte[] fileData =
     await Task.Run(() => File.ReadAllBytes(path));
       // fájl bináris tartalmának aszinkron
       // beolvasása
    …
    return fileData.Select(fileByte =>
       (Player)fileByte).ToArray();
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

.NET Core 3.0-tól (illetve .NET Standard 2.1-től) aszinkron segédeljárás is elérhető a fájl tartalmának beolvasására:

```
public async Task<Player[]> LoadAsync(String path)
    …
    Byte[] fileData =
     await File.ReadAllBytesAsync(path);
       // fájl bináris tartalmának aszinkron
       // beolvasása
    …
    return fileData.Select(fileByte =>
       (Player)fileByte).ToArray();
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Párhuzamosítás időzítővel

- Az időzítés egy másik lehetséges formája az aszinkron tevékenység végrehajtásnak, amely a grafikus felülettől függetlenül is használható a **`System.Timers.Timer`** időzítővel
  - kezelhető az intervallum (**`Interval`**), indítás és leállítás (**`Start`**, **`Stop`**), valamint az időzített esemény kiváltása (**`Elapsed`**)
  - a **`System.Windows.Forms.Timer`** vezérlővel ellentétben párhuzamosan fut a háttérben, és nagyobb pontosságot garantál
  - hátránya, hogy amennyiben grafikus felületű alkalmazással használjuk, szinkronizálást kell végeznünk a felülettel
  - ez feloldható a vezérlő **`BeginInvoke`** műveletével, amely egy lambda-kifejezéssel megadott akciót (**`Action`**) tud futtatni a felület szálán

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Párhuzamosítás időzítővel

- Pl.:

```
Timers.Timer myTimer = new Timer(); // időzítő
myTimer.Elapsed +=
    new ElapsedEventHandler(Timer_Elapsed);
    // időzített esemény
…
void Timer_Elapsed(…){
    // itt nem használhatjuk a felületet
    BeginInvoke(new Action(() => {
        // itt már igen
        myLabel.Text = e.SignalTime.ToString();
            // kiírjuk az eltelt időt a felületre
    }));
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

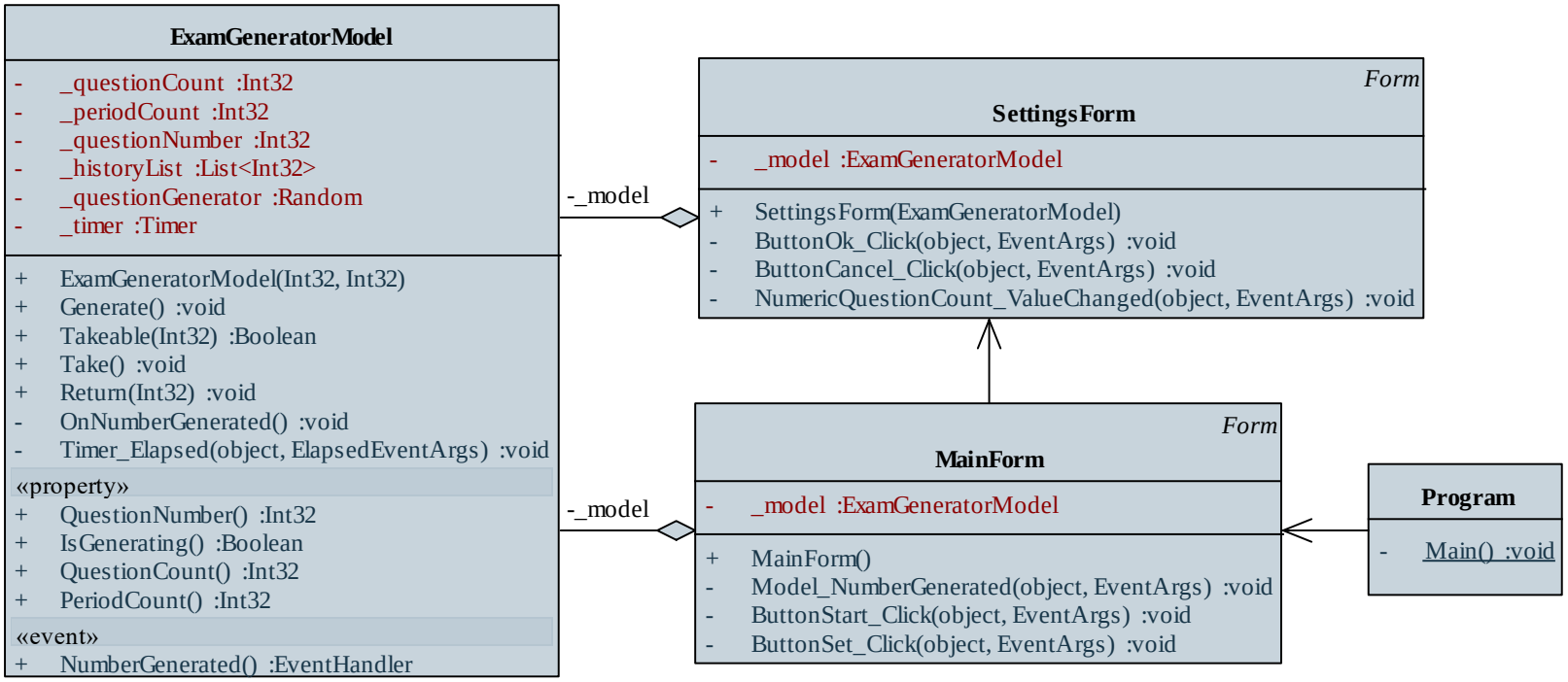
Feladat: Készítsünk egy vizsgatétel generáló alkalmazást kétrétegű architektúrában.

- a modell (**`ExamGeneratorModel`**) végzi a tételek generálását (**`Generate`**), amihez időzítőt használ, továbbá eseménnyel (**`NumberGenerated`**) jelzi, ha generált egy új számot
- emellett lehetőség van a tétel elfogadására (**`Take`**), illetve a korábban húzott tételek visszahelyezésére (**`Return`**)
- mindkét nézet kapcsolatban áll a modellel, a főablak az esemény hatására frissíti a megjelenítést (ügyelve a szinkronizációra)

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

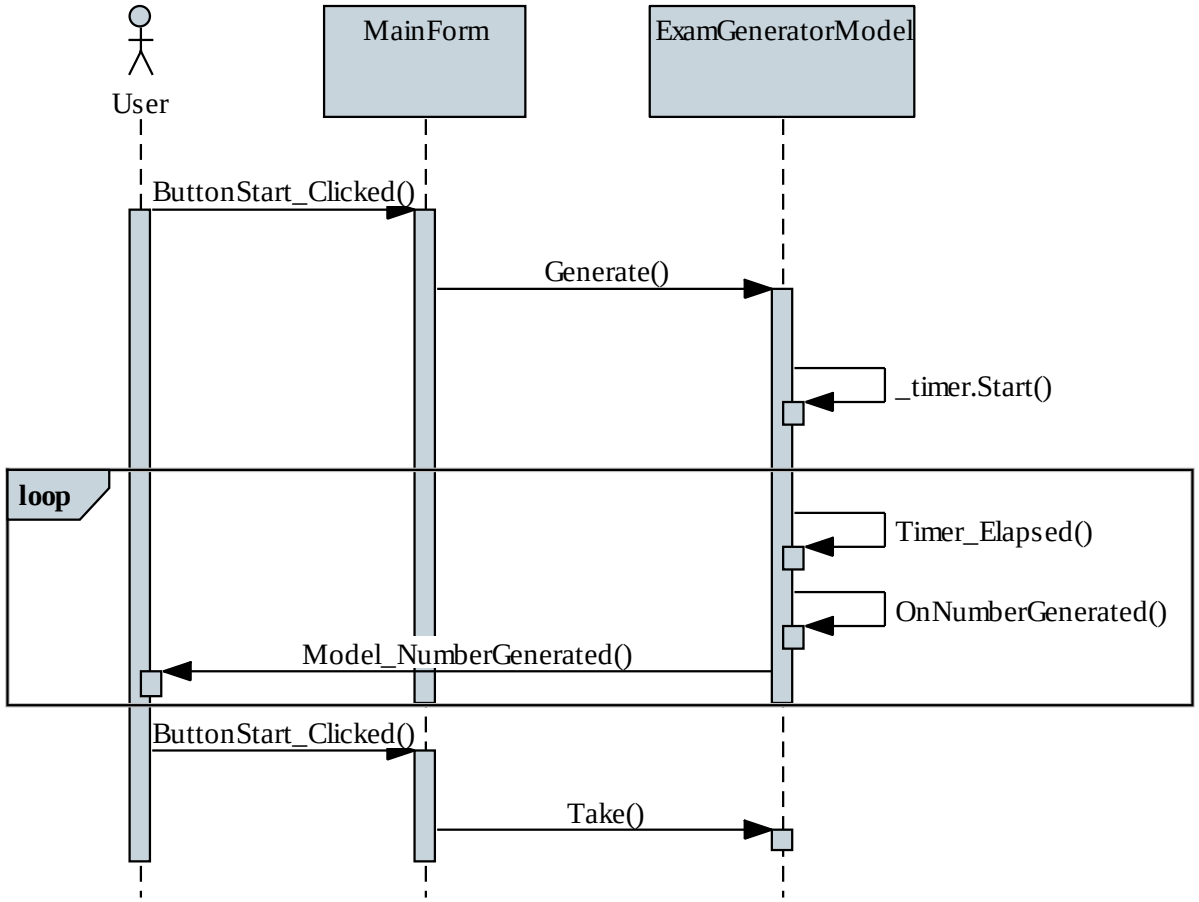
Tervezés:



Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Tervezés:



Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Példa

Megvalósítás (`MainForm.cs`*):*

```
public MainForm(){
    _model = new ExamGeneratorModel(10, 0);
    _model.NumberGenerated +=
        new EventHandler(Model_NumberGenerated);
            // modell eseménye
}
private void Model_NumberGenerated(object sender,
                    EventArgs e){
  BeginInvoke(new Action(() => {
      _textNumber.Text =
          _model.QuestionNumber.ToString();
  })); // szinkronizált végrehajtás
}
```

Windows Forms alkalmazások párhuzamosítása

Alacsonyabb szintű szálkezelés

- A **`Task`** típus segítségével aszinkron módon, egy másik szálon futtatjuk a meghatározott tevékenységet
  - az új szál a keretrendszerben definiált szálkészletből (*thread pool*) kerül kivételre, amely a szálak újrafelhasználását biztosítja
- Amennyiben szükséges, lehetőségünk van a szálak alacsonyabb szintű kezelésére is
  - új szálat a **`Thread`** típus példányosításával, majd a **`Start`** metódus meghívásával indíthatunk
  - a **`Task`** típus által is használt szálkészletből is kérhetünk egy szálat a **`ThreadPool`** osztályon keresztül