Vorlesung Softwareentwicklung 2021

https://github.com/SebastianZug/CsharpCourse

André Dietrich Christoph Pooch Fabian Bär Fritz Apelt Galina Rudolf JohannaKlinke Jonas Treumer KoKoKotlin Lesestein LinaTeumer MMachel Sebastian Zug Snikker123 Yannik Höll Florian2501 DEVensiv fb89zila

Tasks

Parameter	Kursinformationen
Veranstaltung:	`Vorlesung Softwareentwicklung`
Semester	`Sommersemester 2022`
Hochschule:	`Technische Universität Freiberg`
Inhalte:	`Tasks und deren Anwendung`
Link auf den GitHub:	https://github.com/TUBAF-IfI-LiaScript/VL_Softwareentwicklung/blob/master/24_Tasks.md
Autoren	@author

Logging

Wie arbeiten wir bisher in Bezug auf Textausgaben?

```
using System;
using System.Reflection;
using System.ComponentModel.Design;

public class Person {
  public int geburtsjahr;
  public string name;

  public Person(){
    geburtsjahr = 1984;
    name = "Orwell";
    Console.WriteLine("ctor of Person");
  }

  public Person(int auswahl){
    if (auswahl == 1) {name = "Micky Maus";}
    else {name = "Donald Duck";}
  }
}

public class Fußballspieler : Person {
  public byte rückennummer;
}

public class Program
```

```
{
  public static void Main(string[] args){
    Fußballspieler champ = new Fußballspieler();
    Console.WriteLine("{0,4} - {1}", champ.geburtsjahr, champ.name );
  }
}
```

Dieses Vorgehen kann auf Dauer ziemlich nerven …

Lösung: Verwenden Sie ein Logging Framework!

- https://github.com/NLog
- https://riptutorial.com/nlog

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<nlog xmlns="http://www.nlog-project.org/schemas/NLog.xsd"
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">

    <targets>
        <target name="logfile" xsi:type="File" fileName="file.txt" />
        <target name="logconsole" xsi:type="Console" />
    </targets>

    <rules>
        <logger name="*" minlevel="Info" writeTo="logconsole" />
        <logger name="*" minlevel="Debug" writeTo="logfile" />
    </rules>
</nlog>
```

Tasks

Die prozedurale/objektorientierte Programmierung basiert auf der Idee, dass ausgehend von einem Hauptprogramm Methoden aufgerufen werden, deren Abarbeitung realisiert wird und danach zum Hauptprogramm zurückgekehrt wird.

```
using System;
using System.Threading;

class Program
{
  public static void TransmitsMessage(string output){
    Random rnd = new Random();
    Thread.Sleep(1);
    Console.WriteLine(output);
  }

  public static void Main(string[] args){
    TransmitsMessage("Here we are");
    TransmitsMessage("Best wishes from Freiberg");
    TransmitsMessage("Nice to meet you");
  }
}
```

An dieser Stelle spricht man von **synchronen** Methodenaufrufen. Das Hauptprogramm (Rufer oder Caller) stoppt, wartet auf den Abschluss des aufgerufenen Programms und setzt seine Bearbeitung erst dann fort. Das blockierende Verhalten des Rufers generiert aber einen entscheidenden Nachteil - eine fehlende Reaktionsfähigkeit für die Zeit, in der die aufgerufene Methode zum Beispiel eine Netzwerkverbindung aufbaut, Daten speichert oder Berechnungen realisiert.

Der Rufer könnte in dieser Zeit auch andere Arbeiten umsetzen. Dafür muss er aber nach dem Methodenaufruf die Kontrolle zurück bekommen und kann dann weiterarbeiten.

Ein Beispiel aus der “Praxis” - Vorbereitung eines Frühstücks:

1. Schenken Sie sich eine Tasse Kaffee ein.

2. Erhitzen Sie eine Pfanne, und braten Sie darin zwei Eier.
3. Braten Sie drei Scheiben Frühstücksspeck.
4. Toasten Sie zwei Scheiben Brot.
5. Bestreichen Sie das getoastete Brot mit Butter und Marmelade.
6. Schenken Sie sich ein Glas Orangensaft ein.

Das anschauliche Beispiel entstammt der Microsoft Dokumentation und ist unter https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/async/ zu finden.

Eine Lösung für diesen Ansatz könnten Threads bieten.

```
using System;
using System.Threading;

class Program {
  static public int[] Result = { 0, 0, 0};
  static Random rnd = new Random();

  public static void TransmitsMessage(object index){
    Console.WriteLine("Thread {0} started!", Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
    // doing some fancy things here
    int delay = rnd.Next(200, 500);
    Thread.Sleep(delay);  // arbitrary duration
    Result[(int)index]= delay;
    Console.WriteLine("\nThread {0} says Hello", Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
  }

  public static void Main(string[] args){
    Thread ThreadA = new Thread (TransmitsMessage);
    ThreadA.Start(0);
    Thread ThreadB = new Thread (TransmitsMessage);
    ThreadB.Start(1);
    Thread ThreadC = new Thread (TransmitsMessage);
    ThreadC.Start(2);
    for (int i = 0; i<50; i++){
      Console.Write("*");
      Thread.Sleep(1);
    }
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("Well done, so far!");
    ThreadA.Join();
    ThreadB.Join();
    ThreadC.Join();
    Console.WriteLine("Aus die Maus!");
    foreach(int i in Result){
      Console.Write("{0} ", i);
    }
  }
}
```

Welche Nachteile sehen Sie in dieser Lösung?

Task Modell in C

C# stellt für die asynchrone Programmierung einen neuen Typen `Task` zur Verfügung und für die `await` und `async` Keywörter ein.

Die `Task`-Klasse bildet einen Vorgang zur Lösung einer einzelnen Aufgabe ab, der keinen Wert zurück gibt und in der Regel asynchron ausgeführt wird. Task-Objekte sind eine der zentralen Komponenten von den aufgabenbasierten asynchronen Muster, die in .NET Framework 4 eingeführt wurden. Ein `Task`-Objekt übernimmt eine Aufgabe, die asynchron auf einem Threadpool-Thread anstatt synchron auf dem Hauptanwendungsthread ausgeführt wird. Zum Überwachen des Bearbeitungsstatus stehen die Status-Eigenschaften des Threads und die Eigenschaften der Klasse `Task` zur Verfügung: `IsCanceled`, `IsCompleted`, und `IsFaulted`.

```
public class Task{
  public Task (Action a);
  public TaskStatus Status {get;}
  public bool IsCompleted {get;}
  public static Task Run(Action a);
  public static Task Delay(int n);
  public void Wait();
  ...
}
```

Instanziierung und Ausführung von Tasks:

Die Instanziirung erfolgt über einen Konstruktor, die Ausführung wird durch den Aufruf der Methode Start veranlasst:

```
Task task = new Task(() => {... Anweisungsblock ...});
Task.Start();
```

Hierbei wird deutlich, dass das `Task`-Objekt auf einem `Thread` aufbaut und lediglich eine höhere Abstraktionsstufe darstellt.

Der verkürzte Aufruf mittels der statischen `Run`-Methode realisiert das gleiche Verhalten:

```
Task task = Task.Run(() => {... Anweisungsblock ...});
```

An den Konstruktor und die Run-Methode können `Action`-Delegate übergeben werden, die den auszuführenden Code beinhalten. In den meisten Fällen wird zur Spezifikation der Aufgabe ein Lambda-Ausdruck wird verwendet. Der Konstruktor wird nur in erweiterten Szenarien verwendet, wo es erforderlich ist, die Instanziirung und der Start zu trennen.

Die generische Klasse `Task<T>` bildet ebenfalls einen Vorgang zur Lösung einer einzelnen Aufgabe ab, gibt aber im Unterschied zu der nicht generischen `Task`-Klasse einen Wert zurück. Die Konstruktoren und die Run-Methode der Klasse bekommen einen `Func`-Delegat bzw. einen als Lambda-Ausderuck formulierten Code übergeben, der einen Rückgabewert liefert.

```
public class Task<T>: Task{
  public Task (Func<T> f);
  ...
  public static Task<T> Run (Func <T> f);
  ...
}
```

Über Property `IsCompleted` kann der laufende Task aus dem Main-Thread überwacht werden. Um für die Durchführung einer einzelnen Aufgabe zu warten, rufen Sie die `Task.Wait` Methode auf. Ein Aufruf der Wait-Methode blockiert den aufrufenden Thread, bis die Instanz der Klasse die Ausführung abgeschlossen hat.

```
// Motiviert aus
// https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/api/system.threading.tasks.task?view=netframework-4.8
using System;
using System.Threading.Tasks;
using System.Threading;

public class Example
{
   public static void doSomething(){
     Console.WriteLine("Say hello!");
   }

   public static void Main()
   {
      Action<object> action = (object obj) =>
                        {
                           Console.WriteLine("Task={0}, obj={1}, Thread={2}",
                           Task.CurrentId, obj,
                           Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
                        };
```

```
      // Create a task but do not start it.
      Task t1 = new Task(action, "alpha");
      t1.Start();
      Console.WriteLine("t1 has been launched. (Main Thread={0})",
                        Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);

      // Nur der Vollständigkeit halber ...
      Task t2 = new Task(doSomething);
      t2.Start();
      Console.WriteLine("t2 has been launched. (Main Thread={0})",
                        Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);


      Task t3 = Task.Run( () => {
                        // Just loop.
                        int ctr = 0;
                        for (ctr = 0; ctr <= 1000000; ctr++)
                        {}
                        Console.WriteLine("Finished {0} loop iterations",
                                          ctr);
                    } );
      t3.Wait();
   }
}
```

`Wait` ermöglicht auch die Beschränkung der Wartezeit auf ein bestimmtes Zeitintervall. Die `Wait(Int32)` und `Wait(TimeSpan)` Methoden blockiert den aufrufenden Thread, bis die Aufgabe abgeschlossen oder ein Timeoutintervall abgelaufen ist, je nach dem welcher Fall zuerst eintritt.

```
using System;
using System.Threading;
using System.Threading.Tasks;

class Program {
  public static void Main(string[] args){
    // Wait on a single task with a timeout specified.
    Task taskA = Task.Run( () => Thread.Sleep(2000));
    try {
      taskA.Wait(1000);       // Wait for 1 second.
      bool completed = taskA.IsCompleted;
      Console.WriteLine("Task A completed: {0}, Status: {1}",
                        completed, taskA.Status);
      if (! completed)
         Console.WriteLine("Timed out before task A completed.");
     }
     catch (AggregateException) {
        Console.WriteLine("Exception in taskA.");
     }
  }
}
```

Für komplexe Taskstrukturen kann man diese zum Beispiel in Arrays arrangieren. Für diese Reihe von Aufgaben jeweils durch Aufrufen der `Wait` Methode zu warten wäre aufwändig und wenig praktisch. `WaitAll` schließt diese Lücke und erlaubt eine übergreifende Überwachung.

Das folgenden Beispiel werden zehn Aufgaben erstellt, die wartet, bis alle zehn abgeschlossen werden, und klicken Sie dann ihren Status angezeigt.

```
using System;
using System.Threading;
using System.Threading.Tasks;
```

```
class Program {
  public static void Main(string[] args){
    // Wait for all tasks to complete.
    Task[] tasks = new Task[10];
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        tasks[i] = Task.Run(() => Thread.Sleep(2000));
    }

    try {
       Task.WaitAll(tasks);
    }
    catch (AggregateException ae) {
       Console.WriteLine("One or more exceptions occurred: ");
       foreach (var ex in ae.Flatten().InnerExceptions)
          Console.WriteLine("   {0}", ex.Message);
    }
    Console.WriteLine("Status of completed tasks:");
    foreach (var t in tasks)
       Console.WriteLine("   Task #{0}: {1}", t.Id, t.Status);
    }
}
```

Der Kanon der Möglichkeiten wird durch die Klasse `Task<T>` deutlich erweitert. Anstatt die Ergebnisse wie bei Threads in eine "außen stehende" Variable (z.B. Datenfeld der einer Klasse) zu speichern, wird das Ergebnis im `Task`-Objekt selbst gespeichert und kann dann über die Eigenschaft `Result` abgerufen werden.

```
Task<int> task = Task.Run(() => {int i;
                                 //... Anweisungsblock ...;
                                 return i;});
 Console.WriteLine("Finished ith result {0}", task.Result);
```

Wie ist dieser Aufruf zu verstehen? Unser Task gibt anders als bei der synchronen Abarbeitung nicht unmittelbar mit dem Ende der Bearbeitung einen Wert zurück, sondern verspricht zu einem späteren Zeitpunkt einen Wert in einem bestimmten Format zu liefern. Dank der generischen Realisierung können dies beliebige Objekte sein.

Wie aber erfolgt die Rückgabe wann?

Asynchrone Methoden

Ein Entwurfsmuster für Darstellung asynchroner Vorgänge in C#, das die Klassen `Task`und `Task<TResult>` verwendet, ist TAP (task-based asynchronous pattern). Die Schlüsselwörter `async` und `await` sind das Kernstück der asynchronen Programmierung mit TAP.

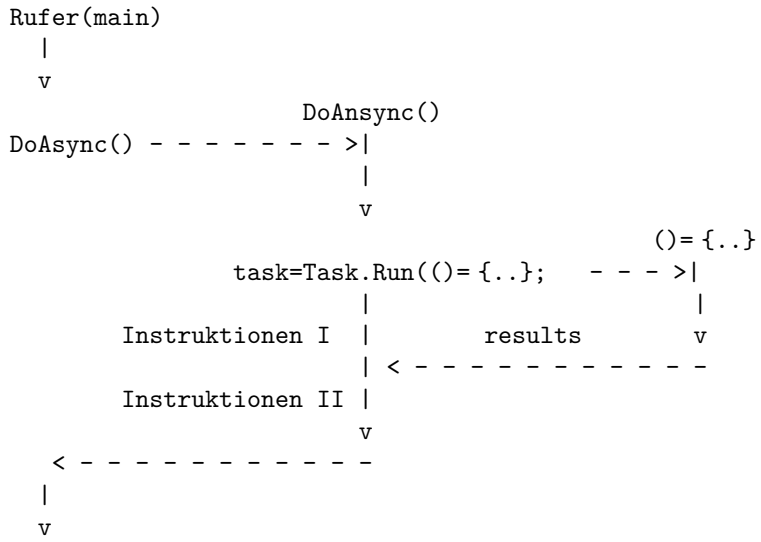
Die Initiierung und den Abschluss eines asynchronen Vorgangs wird in TAP in einer Methode realisiert, die das `async`-Suffix hat und dadurch eine `await`-Anweisung enthalten darf, wenn sie Awaitable-Typen zurückgibt, wie z. B. Task oder Task.

Eine asynchrone Methode ruft einen Task auf, setzt die eigene Bearbeitung aber fort und wartet auf dessen Beendigung.

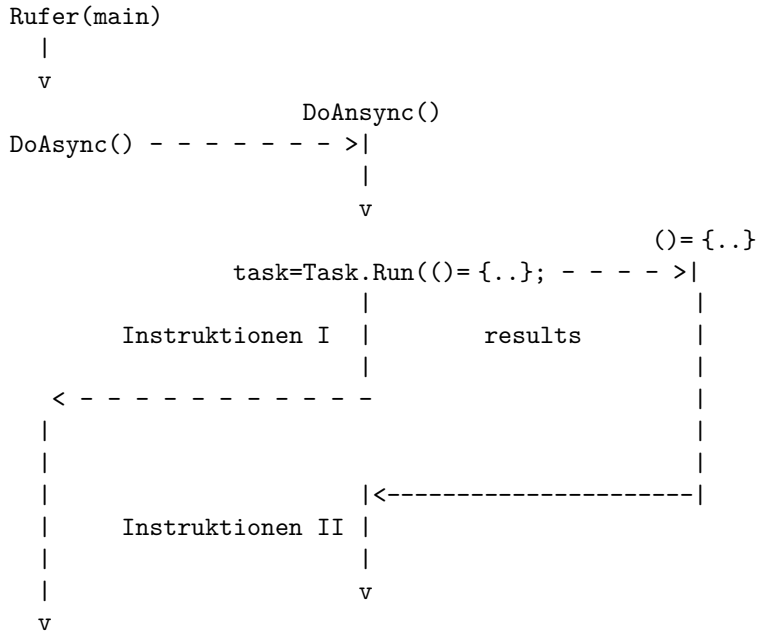
```
async void DoAsync(){
  Task<int> task = Task.Run(() => {int i;
                                   // Berechnungen
                                   return i;}
  // Instruktionen I
  // Methoden, die nach der Rückkehr nach DoAsync ausgeführt werden.
  int result = await task;
  // Instruktionen II
  // Hier wird nun mit dem Ergebnis result weitergearbeitet
}
```

Das Ergebnis der Operation hängt dabei davon ab, welche Zeitabläufe sich im Programmablauf ergeben.

Fall I Das Ergebnis der Lambdafunktion liegt vor, bevor DoAsync die Zeile mit await erreicht hat (Quasi-Synchroner Fall)



Fall II Das Ergebnis der Lambdafunktion liegt erst später, nachdem DoAsync die Zeile mit await erreicht hat (und bereits nach main zurückgekehrt ist)



Zwei sehr anschauliche Beispiele finden sich im Code Ordner des Projekts.

Beispiel	Bemerkung
AsyncExampleI.cs	Generelle Einbettung des asynchronen Tasks
AsyncExampleII.cs	Illustration der Interaktionsfähigkeit eines asynchronen Programmes, das Berechnungen und Nutzereingaben gleichermaßen realisiert.

Aufgaben der Woche

- [ ]