عنوان: **معرفی Reactive extensions**
نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۲۳ ۱۰:۴۵
آدرس: www.dotnettips.info
گروه‌ها: Asynchronous Programming, Reactive Extensions, Rx

Reactive extensions یا به صورت خلاصه Rx، کتابخانه‌ی سورس باز تهیه شده‌ای توسط مایکروسافت است که اگر بخواهیم آن‌را به ساده‌ترین شکل ممکن تعریف کنیم، معنای Linq to events را می‌دهد و امکان مدیریت تعامل‌های پیچیده‌ی async را به صورت declaratively فراهم می‌کند. هدف آن بسط فضای نام System.Linq و تبدیل نتایج یک کوئری LINQ به یک مجموعه‌ی Observable است؛ به همراه مدیریت مسایل همزمانی آن.
این افزونه جزو موفق‌ترین کتابخانه‌های دات نتی مایکروسافت در سال‌های اخیر به شما می‌رود؛ تا حدی که معادل‌های بسیاری از آن برای زبان‌های دیگر مانند CPP، Python، JavaScript، Java و غیره نیز تهیه شده‌اند.

استفاده از Rx به همراه یک کوئری LINQ

یک برنامه‌ی کنسول جدید را ایجاد کنید. سپس برای نصب کتابخانه‌ی Rx، دستور ذیل را در کنسول پاورشل نیوگت اجرا نمائید:

```
PM> Install-Package Rx-Main
```

نصب آن از طریق نیوگت، به صورت خودکار کلیه وابستگی‌های مرتبط با آن‌را نیز به پروژه‌ی جاری اضافه می‌کند:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<packages>
  <package id="Rx-Core" version="2.2.4" targetFramework="net45" />
  <package id="Rx-Interfaces" version="2.2.4" targetFramework="net45" />
  <package id="Rx-Linq" version="2.2.4" targetFramework="net45" />
  <package id="Rx-Main" version="2.2.4" targetFramework="net45" />
  <package id="Rx-PlatformServices" version="2.2.4" targetFramework="net45" />
</packages>
```

سپس متد Main این برنامه را به نحو ذیل تغییر دهید:

```
using System;
using System.Linq;

namespace Rx01
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            var query = Enumerable.Range(1, 5).Select(number => number);
            foreach (var number in query)
            {
                Console.WriteLine(number);
            }
            finished();
        }

        private static void finished()
        {
            Console.WriteLine("Done!");
        }
    }
}
```

در اینجا یک سری عملیات متداول را مشاهده می‌کنید. بازه‌ای از اعداد توسط متد Enumerable.Range ایجاد شده و سپس به کمک یک حلقه، تمام آیتم‌های آن نمایش داده می‌شوند. همچنین در پایان کار نیز یک متد دیگر فراخوانی شده‌است.
اکنون اگر بخواهیم همین عملیات را توسط Rx انجام دهیم، به شکل زیر خواهد بود:

```
using System;
```

```
using System.Linq;
using System.Reactive.Linq;

namespace Rx01
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            var query = Enumerable.Range(1, 5).Select(number => number);
            var observableQuery = query.ToObservable();
            observableQuery.Subscribe(onNext: number => Console.WriteLine(number), onCompleted: () =>
finished());
        }

        private static void finished()
        {
            Console.WriteLine("Done!");
        }
    }
}
```

ابتدا نیاز است تا کوئری متداول LINQ را تبدیل به نمونه‌ی Observable آن کرد. اینکار را توسط متد الحاقی ToObservable که در فضای نام System.Reactive.Linq تعریف شده‌است، انجام می‌دهیم. به این ترتیب، هر زمانیکه که عددی به query اضافه می‌شود، با استفاده از متد Subscribe می‌توان تغییرات آن‌را تحت کنترل قرار داد. برای مثال در اینجا هربار که عددی در بازه‌ی 1 تا 5 تولید می‌شود، یکبار پارامتر onNext اجرا خواهد شد. برای نمونه در مثال فوق، از نتیجه‌ی آن برای نمایش مقدار دریافتی، استفاده شده‌است. سپس توسط پارامتر اختیاری onCompleted، در پایان کار، یک متد خاص را می‌توان فراخوانی کرد. خروجی برنامه در این حالت نیز به صورت ذیل است:

```
1
2
3
4
5
Done!
```

البته اگر قصد خلاصه نویسی داشته باشیم، سطر آخر متد Main، با سطر ذیل یکی است:

```
observableQuery.Subscribe(Console.WriteLine, finished);
```

در این مثال ساده صرفا یک Syntax دیگر را نسبت به حلقه‌ی foreach متداول مشاهده کردیم که اندکی فشرده‌تر است. در هر دو حالت نیز عملیات انجام شده در تردجاری صورت گرفته‌اند. اما قابلیت‌ها و ارزش‌های واقعی Rx زمانی آشکار خواهند شد که پردازش موازی و پردازش در تردهای دیگر را در آن فعال کنیم.

الگوی Observer

Rx پیاده سازی کننده‌ی الگوی طراحی شیءگرایی به نام Observer است. برای توضیح آن یک لامپ و سوئیچ برق را درنظر بگیرید. زمانیکه لامپ مشاهده می‌کند سوئیچ برق در حالت روشن قرار گرفته‌است، روشن خواهد شد و برعکس. در اینجا به سوئیچ، subject و به لامپ، observer گفته می‌شود. هر زمان که حالت سوئیچ تغییر می‌کند، از طریق یک callback، وضعیت خود را به observer اعلام خواهد کرد. علت استفاده از callbackها، ارائه راه‌حل‌های عمومی است تا بتواند با انواع و اقسام اشیاء کار کند. به این ترتیب هر بار که شیء observer از نوع متفاوتی تعریف می‌شود (مثلا بجای لامپ یک خودرو قرار گیرد)، نیازی نخواهد بود تا subject را تغییر داد.
در Rx دو اینترفیس معادل observer و subject تعریف شده‌اند. در اینجا اینترفیس IObserver معادل observer است و اینترفیس IObservable معادل subject می‌باشد:

```
class Subject : IObservable<int>
    {
        public IDisposable Subscribe(IObserver<int> observer)
        {
```

```
        }
    }
```

کار متد Subscribe، اتصال به Observer است و برای این حالت نیاز به کلاسی دارد که اینترفیس IObserver را پیاده سازی کند.

```
class Observer : IObserver<int>
    {
        public void OnCompleted()
        {
        }

        public void OnError(Exception error)
        {
        }

        public void OnNext(int value)
        {
        }
    }
```

در اینجا OnCompleted زمانی اجرا می‌شود که پردازش مجموعه‌ای از اعداد int پایان یافته باشد. OnError در زمان وقوع استثنایی اجرا می‌شود و OnNext به ازای هر عدد موجود در مجموعه‌ی در حال پردازش، یکبار اجرا می‌شود. البته نیازی به پیاده سازی صریح این اینترفیس نیست و توسط متد توکار Observer.Create می‌توان به همین نتیجه رسید.
مجموعه‌های Observable کلید کار با Rx هستند. در مثال قبل ملاحظه کردیم که با استفاده از متد الحاقی ToObservable بر روی یک کوئری LINQ و یا هر نوع IEnumerable ایی، می‌توان یک مجموعه‌ی Observable را ایجاد کرد. خروجی کوئری حاصل از آن به صورت خودکار اینترفیس IObservable را پیاده سازی می‌کند که دارای یک متد به نام Subscribe است.
در متد Subscribe کاری که به صورت خودکار صورت خواهد گرفت، ایجاد یک حلقه‌ی foreach بر روی مجموعه‌ی مورد آنالیز و سپس فراخوانی متد OnNext کلاس پیاده سازی کننده‌ی IObserver به ازای هر آیتم موجود در مجموعه است (فراخوانی observer.OnNext). در پایان کار هم فقط return this در اینجا صورت خواهد گرفت. در حین پردازش حلقه، اگر خطایی رخ دهد، متد observer.OnError انجام می‌شود.

در مثال قبل،کوئری LINQ نوشته شده، خروجی از نوع IObservable ندارد. به کمک متد الحاقی ToObservable:

```
public static System.IObservable<TSource> ToObservable<TSource>(
    this System.Collections.Generic.IEnumerable<TSource> source,
    System.Reactive.Concurrency.IScheduler scheduler)
```

به صورت خودکار، IEnumerable حاصل از کوئری LINQ را تبدیل به یک IObservable کرده‌ایم. به این ترتیب اکنون کوئری LINQ ما همانند سوئیچ برق عمل می‌کند و با تغییر آیتم‌های موجود در آن، مشاهده‌گرهایی که به آن متصل شده‌اند (از طریق فراخوانی متد Subscribe)، امکان دریافت سیگنال‌های تغییر وضعیت آن‌را خواهند داشت.
البته استفاده از متد Subscribe به نحوی که در مثال قبل ذکر شد، خلاصه شده‌ی الگوی Observer است. اگر بخواهیم دقیقا مانند الگو عمل کنیم، چنین شکلی را خواهد داشت:

```
var query = Enumerable.Range(1, 5).Select(number => number);
var observableQuery = query.ToObservable();
var observer = Observer.Create<int>(onNext: number => Console.WriteLine(number));
observableQuery.Subscribe(observer);
```

ابتدا توسط متد ToObservable یک IObservable (سوئیچ) را ایجاد کرده‌ایم. سپس توسط کلاس Observer موجود در فضای نام System.Reactive، یک IObserver (لامپ) را ایجاد کرده‌ایم. کار اتصال سوئیچ به لامپ در متد Subscribe انجام می‌شود. اکنون هر زمانیکه تغییری در وضعیت observableQuery حاصل شود، سیگنالی را به observer ارسال می‌کند. در اینجا callbacks کار مدیریت observer را انجام می‌دهند.

پردازش نتایج یک کوئری LINQ در تردی دیگر توسط Rx

برای اجرای نتایج متد Subscribe در یک ترد جدید، می‌توان پارامتر scheduler متد ToObservable را مقدار دهی کرد:

```
using System;
using System.Linq;
using System.Reactive.Concurrency;
using System.Reactive.Linq;
using System.Threading;

namespace Rx01
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Thread-Id: {0}", Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
            var query = Enumerable.Range(1, 5).Select(number => number);
            var observableQuery = query.ToObservable(scheduler: NewThreadScheduler.Default);
            observableQuery.Subscribe(onNext: number =>
            {
                Console.WriteLine("number: {0}, on Thread-id: {1}", number,
Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
            }, onCompleted: () => finished());
        }

        private static void finished()
        {
            Console.WriteLine("Done!");
        }
    }
}
```

خروجی این مثال به نحو ذیل است:

```
Thread-Id: 1
number: 1, on Thread-id: 3
number: 2, on Thread-id: 3
number: 3, on Thread-id: 3
number: 4, on Thread-id: 3
number: 5, on Thread-id: 3
Done!
```

پیش از آغاز کار و در متد Main، ترد آی دی ثبت شده مساوی 1 است. سپس هربار که callback متد Subscribe فراخوانی شده‌است، ملاحظه می‌کنید که ترد آی دی آن مساوی عدد 3 است. به این معنا که کلیه نتایج در یک ترد مشخص دیگر پردازش شده‌اند.

NewThreadScheduler.Default در فضای نام System.Reactive.Concurrency واقع شده‌است.

یک نکته

در نگارش‌های آغازین Rx، مقدار scheduler را می‌شد معادل Scheduler.NewThread نیز قرار داد که در نگارش‌های جدید منسوخ شده درنظر گرفته شده و به زودی حذف خواهد شد. معادل‌های جدید آن اکنون NewThreadScheduler.Default، ThreadPoolScheduler.Default و امثال آن هستند.

مدیریت خاتمه‌ی اعمال انجام شده‌ی در تردهای دیگر توسط Rx

یکی از مواردی که حین اجرای نتیجه‌ی callbackهای پردازش شده‌ی در تردهای دیگر نیاز است بدانیم، زمان خاتمه‌ی کار آن‌ها است. برای نمونه در مثال قبل، نمایش Done پس از پایان تمام callbacks انجام شده‌است. فرض کنید، callback پایان عملیات را حذف کرده و متد finished را پس از فراخوانی متد observableQuery.Subscribe قرار دهیم:

```
observableQuery.Subscribe(onNext: number =>
{
   Console.WriteLine("number: {0}, on Thread-id: {1}", number,
                              Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
}/*, onCompleted: () => finished()*/);
```

```
finished();
```

اینبار اگر برنامه را اجرا کنیم به خروجی ذیل خواهیم رسید:

```
Thread-Id: 1
number: 1, on Thread-id: 3
Done!
number: 2, on Thread-id: 3
number: 3, on Thread-id: 3
number: 4, on Thread-id: 3
number: 5, on Thread-id: 3
```

این خروجی بدین معنا است که متد observableQuery.Subscribeدر حین اجرا شدن در تردی دیگر، صبر نخواهد کرد تا عملیات مرتبط با آن خاتمه یابد و سپس سطر بعدی را اجرا کند. بنابراین برای حل این مشکل، تنها کافی است به آن اعلام کنیم که پس از پایان عملیات، onCompleted را اجرا کن.

مدیریت استثناهای رخ داده در حین پردازش مجموعه‌های واکنشگرا

متد Subscribe دارای چندین overload است. تا اینجا نمونه‌ای که دارای پارامترهای onNext و onCompleted بودند را بررسی کردیم. اگر بخواهیم مدیریت استثناءها را نیز در اینجا اضافه کنیم، فقط کافی است از overload دیگر آن که دارای پارامتر onError است، استفاده نمائیم:

```
observableQuery.Subscribe(
  onNext: number => Console.WriteLine(number),
  onError: exception => Console.WriteLine(exception.Message),
  onCompleted: () => finished());
```

اگر callback پارامتر onError اجرا شود، دیگر به onCompleted نخواهیم رسید. همچنین دیگر onNext ایی نیز اجرا نخواهد شد.

مدیریت ترد اجرای نتایج حاصل از Rx در یک برنامه‌ی دسکتاپ WPF یا WinForms

تا اینجا مشاهده کردیم که اجرای callbackهای observer در یک ترد دیگر، به سادگی تنظیم پارامتر scheduler متد ToObservable است. اما در برنامه‌های دسکتاپ برای به روز رسانی عناصر رابط کاربری، حتما باید در تردی قرار داشته باشیم که آن رابط کاربری در آن ایجاد شده‌است یا به عبارتی در ترد اصلی برنامه؛ در غیر اینصورت برنامه کرش خواهد کرد. مدیریت این مساله نیز در Rx بسیار ساده‌است. ابتدا نیاز است بسته‌ی Rx-WPF را نصب کرد:

```
PM> Install-Package Rx-WPF
```

سپس توسط متد ObserveOn می‌توان مشخص کرد که نتیجه‌ی عملیات باید بر روی کدام ترد اجرا شود:

```
observableQuery.ObserveOn(DispatcherScheduler.Current).Subscribe(...)
```

روش دیگر آن استفاده از متد ObserveOnDispatcher می‌باشد:

```
observableQuery.ObserveOnDispatcher().Subscribe(...)
```

بنابراین مشخص سازی پارامتر scheduler متد ToObservable، به معنای اجرای query آن در یک ترد دیگر و استفاده از متد ObserveOn، به معنای مشخص سازی ترد اجرای callbackهای مشاهده‌گر است.

و یا اگر از WinForms استفاده می‌کنید، ابتدا بسته‌ی Rx خاص آن‌را نصب کنید:

```
PM> Install-Package Rx-WinForms
```

و سپس ترد اجرای callbackها را SynchronizationContext.Current مشخص نمائید:

```
observableQuery.ObserveOn(SynchronizationContext.Current).Subscribe(...)
```

یک نکته

در Rx فرض می‌شود که کوئری شما زمانبر است و callbackهای مشاهده‌گر سریع عمل می‌کنند. بنابراین هدف از callbackهای آن، پردازش‌های سنگین نیست. جهت آزمایش این مساله، اینبار query ابتدایی برنامه را به شکل ذیل تغییر دهید که در آن بازگشت زمانبر یک سری داده شبیه سازی شده‌اند.

```
var query = Enumerable.Range(1, 5).Select(number =>
{
   Thread.Sleep(250);
   return number;
});
```

سپس با استفاده از متد ToObservable، ترد دیگری را برای اجرای واقعی آن مشخص کنید تا در حین اجرای آن برنامه در حالت هنگ به نظر نرسد و سپس نمایش آن‌را به کمک متد ObserveOn، بر روی ترد اصلی برنامه انجام دهید.

نظرات خوانندگان

نویسنده: ژوپیتر
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۲۹ ۱۱:۳۷

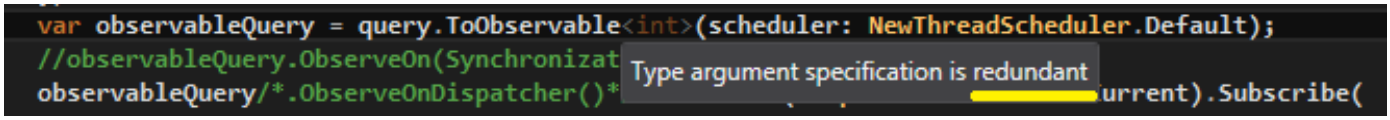
به نظرم باید نوع آرگومان اینجا مشخص باشه:

```
var observableQuery = query.ToObservable(scheduler: NewThreadScheduler.Default);
```

```
var observableQuery = query.ToObservable<int>(scheduler: NewThreadScheduler.Default);
```

نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۲۹ ۱۱:۵۲

زمانیکه از ری‌شارپر استفاده می‌کنید، این تعیین نوع صریح را به صورت کم رنگ (به معنای کد مرده یا زاید) معرفی می‌کند:



علت اینجا است که نوع آرگومان جنریک به صورت خودکار توسط نوع پارامتر ارسالی به متد قابل تشخیص است (در اینجا چون ToObservable یک متد الحاقی است، اولین پارامتر آن، عناصر توالی query هستند که از نوع IEnumerable of int تعریف شدند).
برای مطالعه بیشتر مراجعه کنید به Inference of type arguments در C# specs (ECMA-334) part 25.6.4

نویسنده: ژوپیتر
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۲۹ ۱۲:۱۵

حق با شماست. متاسفانه نمی‌دانم چرا ابتدا کامپایلر از این خط خطا می‌گرفت و می‌گفت باید نوع آرگومان تعیین شود.

عنوان: ایجاد توالی‌ها در Reactive extensions
نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۲۵ ۱۸:۵
آدرس: www.dotnettips.info
گروه‌ها: Asynchronous Programming, Reactive Extensions, Rx

در مطلب « معرفی Reactive extensions » با نحوه‌ی تبدیل IEnumerableها به نمونه‌های Observable آشنا شدیم. اما سایر حالات چطور؟ آیا Rx صرفا محدود است به کار با IEnumerableها؟ در ادامه نگاهی خواهیم داشت به نحوه‌ی تبدیل بسیاری از منابع داده دیگر به توالی‌های Observable قابل استفاده در Rx.

روش‌های متفاوت ایجاد توالی (sequence) در Rx

الف) استفاده از متدهای Factory

1) Observable.Create

نمونه‌ای از استفاده از آن‌را در مطلب « معرفی Reactive extensions » مشاهده کردید.

```
var query = Enumerable.Range(1, 5).Select(number => number);
var observableQuery = query.ToObservable();
var observer = Observer.Create<int>(onNext: number => Console.WriteLine(number));
observableQuery.Subscribe(observer);
```

کار آن، تدارک delegate ایی است که توسط متد Subscribe، به ازای هربار پردازش مقدار موجود در توالی معرفی شده به آن، فراخوانی می‌گردد و هدف اصلی از آن این است که به صورت دستی اینترفیس IObservable را پیاده سازی نکنید (امکان پیاده سازی inline یک اینترفیس توسط Actionها).
البته در این مثال فقط delegate مربوط به onNext را ملاحظه می‌کند. توسط سایر overloadهای آن امکان ذکر delegateهای OnError/OnCompleted نیز وجود دارد.

2) Observable.Return

برای ایجاد یک خروجی Observable از یک مقدار مشخص، می‌توان از متد جنریک Observable.Return استفاده کرد. برای مثال:

```
var observableValue1 = Observable.Return("Value");
var observableValue2 = Observable.Return(2);
```

در ادامه نحوه‌ی پیاده سازی این متد را توسط Observable.Create مشاهده می‌کنید:

```
public static IObservable<T> Return<T>(T value)
        {
            return Observable.Create<T>(o =>
            {
                o.OnNext(value);
                o.OnCompleted();
                return Disposable.Empty;
            });
        }
```

البته دو سطر نوشته شده در اصل معادل هستند با سطرهای ذیل؛ که ذکر نوع جنریک آن‌ها ضروری نیست. زیرا به صورت خودکار از نوع آرگومان معرفی شده، تشخیص داده می‌شود:

```
var observableValue1 = Observable.Return<string>("Value");
var observableValue2 = Observable.Return<int>(2);
```

3) Observable.Empty

برای بازگشت یک توالی خالی که تنها کار اطلاع رسانی onCompleted را انجام می‌دهد.

```
var emptyObservable = Observable.Empty<string>();
```

در کدهای ذیل، پیاده سازی این متد را توسط Observable.Create مشاهده می‌کنید:

```
public static IObservable<T> Empty<T>()
        {
            return Observable.Create<T>(o =>
            {
                o.OnCompleted();
                return Disposable.Empty;
            });
        }
```

4) Observable.Never

برای بازگشت یک توالی بدون قابلیت اطلاع رسانی و notification

```
var neverObservable = Observable.Never<string>();
```

این متد به نحو زیر توسط Observable.Create پیاده سازی شده‌است:

```
public static IObservable<T> Never<T>()
        {
            return Observable.Create<T>(o =>
            {
                return Disposable.Empty;
            });
        }
```

5) Observable.Throw

برای ایجاد یک توالی که صرفا کار اطلاع رسانی OnError را توسط استثنای معرفی شده به آن انجام می‌دهد.

```
var throwObservable = Observable.Throw<string>(new Exception());
```

در ادامه نحوه‌ی پیاده سازی این متد را توسط Observable.Create مشاهده می‌کنید:

```
public static IObservable<T> Throws<T>(Exception exception)
        {
            return Observable.Create<T>(o =>
            {
                o.OnError(exception);
                return Disposable.Empty;
            });
        }
```

6) توسط Observable.Range

به سادگی می‌توان بازه‌ی Observable ایی را ایجاد کرد:

```
var range = Observable.Range(10, 15);
range.Subscribe(Console.WriteLine, () => Console.WriteLine("Completed"));
```

7) Observable.Generate

اگر بخواهیم عملیات Observable.Range را پیاده سازی کنیم، می‌توان از متد Observable.Generate استفاده کرد:

```
public static IObservable<int> Range(int start, int count)
        {
            var max = start + count;
            return Observable.Generate(
                initialState: start,
```

```
                condition: value => value < max,
                iterate: value => value + 1,
                resultSelector: value => value);
        }
```

توسط پارامتر initialState، مقدار آغازین را دریافت می‌کند. پارامتر condition، مشخص می‌کند که توالی چه زمانی باید خاتمه یابد. در پارامتر iterate، مقدار جاری دریافت شده و مقدار بعدی تولید می‌شود. resultSelector کار تبدیل و بازگشت مقدار خروجی را به عهده دارد.

8) Observable.Interval

عموما از انواع و اقسام تایمرهای موجود در دات نت مانند System.Threading.Timer ، System.Timers.Timer و System.Windows.Threading.DispatcherTimer برای ایجاد یک توالی از رخدادها استفاده می‌شود. تمام این‌ها را به سادگی می‌توان توسط متد Observable.Interval، که قابل انتقال به تمام پلتفرم‌هایی است که Rx برای آن‌ها تهیه شده‌است، جایگزین کرد:

```
var interval = Observable.Interval(period: TimeSpan.FromMilliseconds(250));
interval.Subscribe(Console.WriteLine, () => Console.WriteLine("completed"));
```

در اینجا تایمر تهیه شده، هر 450 میلی‌ثانیه یکبار اجرا می‌شود. برای خاتمه‌ی آن باید شیء interval را Dispose کنید.
Overload دوم این متد، امکان معرفی scheduler و اجرای بر روی تردی دیگر را نیز میسر می‌کند.

9) Observable.Timer

تفاوت Observable.Timer با Observable.Interval در مفهوم پارامتر ارسالی به آن‌ها است:

```
var timer = Observable.Timer(dueTime: TimeSpan.FromSeconds(1));
 timer.Subscribe(Console.WriteLine, () => Console.WriteLine("completed"));
```

یکی due time دارد (مدت زمان صبر کردن تا تولید اولین خروجی) و دیگری period (به صورت متوالی تکرار می‌شود).
خروجی Observable.Interval مثال زده شده به نحو زیر است و خاتمه‌ای ندارد:

0
1
2
3
4
5

اما خروجی Observable.Timer به نحو ذیل بوده و پس از یک ثانیه، خاتمه می‌یابد:

0
completed

متد Observable.Timer دارای هفت overload متفاوت است که توسط آن‌ها dueTime (مدت زمان صبر کردن تا تولید اولین خروجی)، period (کار Observable.Timer را به صورت متوالی در بازه‌ی زمانی مشخص شده تکرار می‌کند) و scheduler (تعیین ترد اجرایی عملیات) قابل مقدار دهی هستند.
اگر می‌خواهید Observable.Timer بلافاصله شروع به کار کند، مقدار dueTime آن‌را مساوی TimeSpan.Zero قرار دهید. به این ترتیب یک Observable.Interval را به وجود آورده‌اید که بلافاصله شروع به کار کرده است و تا مدت زمان مشخص شده‌ای جهت اجرای اولین callback خود صبر نمی‌کند.

ب) تبدیلگرهایی که خروجی IObservable ایجاد می‌کنند

برای تبدیل مدل‌های برنامه نویسی Async قدیمی دات نت مانند APM، رخدادها و امثال آن به معادل‌های Rx، متدهای الحاقی خاصی تهیه شده‌اند.

1) تبدیل delegates به معادل Observable

متد Observable.Start، امکان تبدیل یک Func یا Action زمانبر را به یک توالی observable میسر می‌کند. در این حالت به صورت پیش فرض، پردازش عملیات بر روی یکی از تردهای ThreadPool انجام می‌شود.

```
static void StartAction()
        {
            var start = Observable.Start(() =>
            {
                Console.Write("Observable.Start");
                for (int i = 0; i < 10; i++)
                {
                    Thread.Sleep(100);
                    Console.Write(".");
                }
            });
            start.Subscribe(
               onNext: unit => Console.WriteLine("published"),
               onCompleted: () => Console.WriteLine("completed"));
        }

        static void StartFunc()
        {
            var start = Observable.Start(() =>
            {
                Console.Write("Observable.Start");
                for (int i = 0; i < 10; i++)
                {
                    Thread.Sleep(100);
                    Console.Write(".");
                }
                return "value";
            });
            start.Subscribe(
               onNext: Console.WriteLine,
               onCompleted: () => Console.WriteLine("completed"));
        }
```

در اینجا دو مثال از بکارگیری Action و Funcها را توسط Observable.Start مشاهده می‌کنید.
زمانیکه از Func استفاده می‌شود، تابع یک خروجی را ارائه داده و سپس توالی خاتمه می‌یابد. اگر از Action استفاده شود، نوع Observable بازگشت داده شده از نوع Unit است که در برنامه نویسی functional معادل void است و هدف از آن مشخص سازی پایان عملیات Action می‌باشد. Unit دارای مقداری نبوده و صرفا سبب اجرای اطلاع رسانی OnNext می‌شود.
تفاوت مهم Observable.Start و Observable.Return در این است که Observable.Start مقدار تابع را به صورت تنبل (lazily) پردازش می‌کند، اما Observable.Return پردازش حریصانه‌ای (eagrly) را به همراه خواهد داشت. به این ترتیب Observable.Start بسیار شبیه به یک Task (پردازش‌های غیرهمزمان) عمل می‌کند.
در اینجا شاید این سؤال مطرح شود که استفاده از قابلیت‌های Async سی‌شارپ 5 برای اینگونه کارها مناسب است یا Rx؟ قابلیت‌های Async بیشتر به اعمال مخصوص IO bound مانند کار با شبکه، دریافت فایل از اینترنت، کار با یک بانک اطلاعاتی خارج از مرزهای سیستم، مرتبط می‌شوند؛ اما اعمال CPU bound مانند محاسبات سنگین حاصل از توالی‌های observable را به خوبی می‌توان توسط Rx مدیریت کرد.

2) تبدیل Events به معادل Observable

دات نت از روزهای اول خود به همراه یک event driven programming model بوده‌است. Rx متدهایی را برای دریافت یک رخداد و تبدیل آن به یک توالی Observable ارائه داده‌است. برای نمونه ObservableCollection زیر را درنظر بگیرید

```
var items = new System.Collections.ObjectModel.ObservableCollection<string>
  {
         "Item1", "Item2", "Item3"
```

```
  };
```

اگر بخواهیم مانند روش‌های متداول، حذف شدن آیتم‌های آن‌را تحت نظر قرار دهیم، می‌توان نوشت:

```
items.CollectionChanged += (sender, ea) =>
            {
                if (ea.Action == NotifyCollectionChangedAction.Remove)
                {
                    foreach (var oldItem in ea.OldItems.Cast<string>())
                    {
                        Console.WriteLine("Removed {0}", oldItem);
                    }
                }
            };
```

این نوع کدها در WPF زیاد کاربرد دارند. اکنون معادل کدهای فوق با Rx به صورت زیر هستند:

```
var removals =
                Observable.FromEventPattern<NotifyCollectionChangedEventHandler,
NotifyCollectionChangedEventArgs>
                (
                    addHandler: handler => items.CollectionChanged += handler,
                    removeHandler: handler => items.CollectionChanged -= handler
                )
                .Where(e => e.EventArgs.Action == NotifyCollectionChangedAction.Remove)
                .SelectMany(c => c.EventArgs.OldItems.Cast<string>());

            var disposable = removals.Subscribe(onNext: item => Console.WriteLine("Removed {0}",
item));
```

با استفاده از متد Observable.FromEventPattern می‌توان معادل Observable رخداد CollectionChanged را تهیه کرد. پارامتر اول جنریک آن، نوع رخداد است و پارامتر اختیاری دوم آن، EventArgs این رخداد. همچنین با توجه به قسمت Where نوشته شده، در این بین مواردی را که Action مساوی حذف شدن را دارا هستند، فیلتر کرده و نهایتا لیست Observable آن‌ها بازگشت داده می‌شوند. اکنون می‌توان با استفاده از متد Subscribe، این تغییرات را دریافت کرد. برای مثال با فراخوانی

```
items.Remove("Item1");
```

بلافاصله خروجی Removed item1 ظاهر می‌شود.

3) تبدیل Task به معادل Observable

متد ToObservable واقع در فضای نام System.Reactive.Threading.Tasks را بر روی یک Task نیز می‌توان فراخوانی کرد:

```
var task = Task.Factory.StartNew(() => "Test");
var source = task.ToObservable();
source.Subscribe(Console.WriteLine, () => Console.WriteLine("completed"));
```

البته باید دقت داشت استفاده از Task دات نت 4.5 که بیشتر جهت پردازش‌های async اعمال I/O-bound طراحی شده‌است، بر IObservable مقدم است. صرفا اگر نیاز است این Task را با سایر observables ادغام کنید از متد ToObservable برای کار با آن استفاده نمائید.

4) تبدیل IEnumerable به معادل Observable

با این مورد تاکنون آشنا شده‌اید. فقط کافی است متد ToObservable را بر روی یک IEnumerable، جهت تهیه خروجی Observable فراخوانی کرد.

5) تبدیل APM به معادل Observable

APM یا Asynchronous programming model، همان روش کار با متدهای Async با نام‌های BeginXXX و EndXXX است که از نگارش‌های آغازین دات نت به همراه آن بوده‌اند. کار کردن با آن مشکل است و مدیریت آن به همراه پراکندگی‌های بسیاری جهت کار با callbacks آن است. برای تبدیل این نوع روش برنامه نویسی به روش Rx نیز متدهایی پیش بینی شده‌است؛ مانند Observable.FromAsyncPattern.

یک نکته

کتابخانه‌ای به نام Rxx بسیاری از این محصور کننده‌ها را تهیه کرده‌است:

http://Rxx.codeplex.com

ابتدا بسته‌ی نیوگت آن‌را نصب کنید:

```
PM> Install-Package Rxx
```

سپس برای نمونه، برای کار با یک فایل استریم خواهیم داشت:

```
using (new FileStream("file.txt", FileMode.Open)
                .ReadToEndObservable()
                .Subscribe(x => Console.WriteLine(x.Length)))
{
        Console.ReadKey();
}
```

متد ReadToEndObservable یکی از متدهای الحاقی کتابخانه‌ی Rxx است.

عنوان: **مدیریت همزمانی و طول عمر توالی‌های Reactive extensions در یک برنامه‌ی دسکتاپ**
نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۲۹ ۷:۵
آدرس: www.dotnettips.info
گروه‌ها: Asynchronous Programming, Reactive Extensions, Rx

پس از معرفی و مشاهده‌ی نحوه‌ی ایجاد توالی‌ها در Rx ، بهتر است با نمونه‌ای از نحوه‌ی استفاده از آن در یک برنامه‌ی WPF آشنا شویم.
بنابراین ابتدا دو بسته‌ی Rx-Main و Rx-WPF را توسط نیوگت، به یک برنامه‌ی جدید WPF اضافه کنید:

```
PM> Install-Package Rx-Main
PM> Install-Package Rx-WPF
```

فرض کنید قصد داریم محتوای یک فایل حجیم را به نحو ذیل خوانده و توسط Rx نمایش دهیم.

```
private static IEnumerable<string> readFile(string filename)
        {
            using (TextReader reader = File.OpenText(filename))
            {
                string line;
                while ((line = reader.ReadLine()) != null)
                {
                    Thread.Sleep(100);
                    yield return line;
                }
            }
        }
```

در اینجا برای ایجاد یک توالی IEnumerable ، از yield return استفاده شده‌است. همچنین Thread.Sleep آن جهت بررسی قفل شدن رابط کاربری در حین خواندن فایل به عمد قرار گرفته است.
UI برنامه نیز به نحو ذیل است:

```
<Window x:Class="WpfApplicationRxTests.MainWindow"
        xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
        xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
        Title="MainWindow" Height="450" Width="525">
    <Grid>
        <Grid.RowDefinitions>
            <RowDefinition Height="Auto" />
            <RowDefinition  Height="*" />
            <RowDefinition Height="Auto" />
        </Grid.RowDefinitions>
        <Button Grid.Row="0" Name="btnGenerateSequence" Click="btnGenerateSequence_Click">Generate
sequence</Button>
        <ListBox Grid.Row="1" Name="lstNumbers"  />
        <Button Grid.Row="2" IsEnabled="False" Name="btnStop" Click="btnStop_Click">Stop</Button>
    </Grid>
</Window>
```

با این کدها

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Collections.ObjectModel;
using System.IO;
using System.Reactive.Concurrency;
using System.Reactive.Linq;
using System.Threading;
using System.Windows;

namespace WpfApplicationRxTests
{
    public partial class MainWindow
    {
        public MainWindow()
        {
            InitializeComponent();
```

```
        }

        private static IEnumerable<string> readFile(string filename)
        {
            using (TextReader reader = File.OpenText(filename))
            {
                string line;
                while ((line = reader.ReadLine()) != null)
                {
                    Thread.Sleep(100);
                    yield return line;
                }
            }
        }

        private IDisposable _subscribe;
        private void btnGenerateSequence_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
        {
            btnGenerateSequence.IsEnabled = false;
            btnStop.IsEnabled = true;

            var items = new ObservableCollection<string>();
            lstNumbers.ItemsSource = items;
            _subscribe = readFile("test.txt").ToObservable()
                                .SubscribeOn(ThreadPoolScheduler.Instance)
                                .ObserveOn(DispatcherScheduler.Current)
                                .Finally(finallyAction: () =>
                                {
                                    btnGenerateSequence.IsEnabled = true;
                                    btnStop.IsEnabled = false;
                                })
                                .Subscribe(onNext: line =>
                                {
                                    items.Add(line);
                                },
                                onError: ex => { },
                                onCompleted: () =>
                                {
                                    //lstNumbers.ItemsSource = items;
                                });
        }

        private void btnStop_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
        {
            _subscribe.Dispose();
        }
    }
}
```

توضیحات

حاصل متد readFile را که یک توالی معمولی IEnumerable را ایجاد می‌کند، توسط فراخوانی متد ToObservable، تبدیل به یک خروجی IObservable کرده‌ایم تا بتوانیم هربار که سطری از فایل مدنظر خوانده می‌شود، نسبت به آن واکنش نشان دهیم.
متد SubscribeOn مشخص می‌کند که این توالی Observable باید بر روی چه تردی اجرا شود. در اینجا از
ThreadPoolScheduler.Instance استفاده شده‌است تا در حین خواندن فایل، رابط کاربری در حالت هنگ به نظر نرسد و ترد جاری (ترد اصلی برنامه) به صورت خودکار آزاد گردد.
از متد ObserveOn با پارامتر DispatcherScheduler.Current استفاده کرده‌ایم، تا نتیجه‌ی واکنش‌های به خوانده شدن سطرهای یک فایل مفروض، در ترد اصلی برنامه صورت گیرد. در غیر اینصورت امکان کار کردن با عناصر رابط کاربری در یک ترد دیگر وجود نخواهد داشت و برنامه کرش می‌کند.
در قسمت‌های قبل، صرفا متد Subscribe را مشاهده کرده بودید. در اینجا از متد Finally نیز استفاده شده‌است. علت اینجا است که اگر در حین خواندن فایل خطایی رخ دهد، قسمت onError متد Subscribe اجرا شده و دیگر به پارامتر onCompleted آن نخواهیم رسید. اما متد Finally آن همیشه در پایان عملیات اجرا می‌شود.
خروجی حاصل از متد Subscribe، از نوع IDisposable است. Rx به صورت خودکار پس از پردازش آخرین عنصر توالی، این شیء را Dispose می‌کند. اینجا است که callback متد Finally یاد شده فراخوانی خواهد شد. اما اگر در حین خواندن یک فایل طولانی، کاربر علاقمند باشد تا عملیات را متوقف کند، تنها کافی است که به صورت صریح، این شیء را Dispose نماید. به همین جهت است که مشاهده می‌کنید، این خروجی به صورت یک فیلد تعریف شده‌است تا در متد Stop بتوانیم آن‌را در صورت نیاز

Dispose کنیم.

مثال فوق را از اینجا نیز می‌توانید دریافت کنید:
WpfApplicationRxTests.zip

عنوان: پردازش توالی توالی‌ها در Reactive extensions
نویسنده: وحید نصیری
تاریخ: ۱۳۹۳/۰۲/۳۰ ۱۴:۰
آدرس: www.dotnettips.info
گروه‌ها: Asynchronous Programming, Reactive Extensions, Rx

به صورت پیش فرض، Rx هر بار تنها یک مقدار را بررسی می‌کند. اما گاهی از اوقات نیاز است تا در هربار، بیشتر از یک مقدار دریافت و پردازش شوند. برای این منظور Rx متدهای الحاقی ویژه‌ای را به نام‌های Scan، Buffer و Window تدارک دیده‌است تا بتواند از یک توالی، چندین توالی را تولید کند (توالی توالی‌ها = Sequence of sequences).

متد Scan

فرض کنید قصد دارید تعدادی عدد را با هم جمع بزنید. برای اینکار عموما عدد اول با عدد دوم جمع زده شده و سپس حاصل آن با عدد سوم جمع زده خواهد شد و به همین ترتیب تا آخر توالی. کار متد Scan نیز دقیقا به همین نحو است. هربار که قرار است توالی پردازش شود، حاصل عملیات مرحله‌ی قبل را در اختیار مصرف کننده قرار می‌دهد.
در مثال ذیل، قصد داریم حاصل جمع اعداد موجود در آرایه‌ای را بدست بیاوریم:

```
var sequence = new[] { 12, 3, -4, 7 }.ToObservable();
var runningSum = sequence.Scan((accumulator, value) =>
{
    Console.WriteLine("accumulator {0}", accumulator);
    Console.WriteLine("value {0}", value);
    return accumulator + value;
});
runningSum.Subscribe(result => Console.WriteLine("result {0}\n", result));
```

با این خروجی

```
result 12

accumulator 12
value 3
result 15

accumulator 15
value -4
result 11

accumulator 11
value 7
result 18
```

در اولین بار اجرای متد Subscribe، کار مقدار دهی accumulator با اولین عنصر آرایه صورت می‌گیرد.
در دفعات بعدی، مقدار این accumulator با عدد جاری جمع زده شده و حاصل این عملیات در تکرار آتی، مجددا توسط accumulator قابل دسترسی خواهد بود.

یک نکته: اگر علاقمند باشیم که مقدار اولیه‌ی accumulator، اولین عنصر توالی نباشد، می‌توان آن‌را توسط پارامتر seed متد Scan مقدار دهی کرد:

```
var runningSum = sequence.Scan(seed: 10, accumulator: (accumulator, value) =>
```

متد Buffer

متد بافر، کار تقسیم یک توالی را به توالی‌های کوچکتر، بر اساس زمان، یا تعداد عنصر مشخص شده، انجام می‌دهد. برای مثال در برنامه‌های دسکتاپ شاید نیازی نباشد تا به ازای هر عنصر توالی، یکبار رابط کاربری را به روز کرد. عموما بهتر است تا تعداد

مشخصی از عناصر یکجا پردازش شده و نتیجه‌ی این پردازش به تدریج نمایش داده شود.

```
var sequence = Enumerable.Range(1, 200)
                 .ToObservable()
                 .Buffer(count: 10);

sequence.Subscribe(onNext: numbers =>
{
   Console.WriteLine(numbers.Sum());
});
```

در اینجا نحوه‌ی استفاده از متد بافر را به همراه مشخص کردن تعداد اعضای بافر ملاحظه می‌کنید. هربار که onNext متد Subscribe فراخوانی شود، 10 عنصر از توالی را در اختیار خواهیم داشت (بجای یک عنصر حالت متداول بافر نشده).
به این ترتیب می‌توان فشار حجم اطلاعات ورودی با فرکانس بالا را کنترل کرد و در نتیجه از منابع موجود بهتر استفاده نمود. برای مثال اگر می‌خواهید عملیات bulk insert را انجام دهید، می‌توان بر اساس یک batch size مشخص، گروه گروه اطلاعات را به بانک اطلاعاتی اضافه کرد تا فشار کار کاهش یابد.

همینکار را بر اساس زمان نیز می‌توان انجام داد:

```
var sequence = Enumerable.Range(1, 200)
                  .ToObservable()
                  .Buffer(timeSpan: TimeSpan.FromSeconds(2));
```

در مثال فوق هر 2 ثانیه یکبار، مجموعه‌ای از عناصر به متد onNext ارسال خواهند شد.

متد Window

متد Window نیز دقیقا همان پارامترهای متد بافر را قبول می‌کند. با این تفاوت که هربار، یک توالی obsevable را به متد onNext ارسال می‌کند.
نوع numbers پارامتر onNext، در حین بکارگیری متد بافر در مثال‌های فوق، IList of int است. اما اگر متدهای Buffer را تبدیل به متد Window کنیم، اینبار نوع numbers، معادل IObservable of int خواهد شد.

```
var sequence = Enumerable.Range(1, 200)
                          .ToObservable()
                          .Window(timeSpan: TimeSpan.FromSeconds(2));

sequence.Subscribe(onNext: numbers =>
{
       numbers.Subscribe(onNext: number => Console.WriteLine(number));
});
```

چه زمانی باید از Buffer استفاده کرد و چه زمانی از Window؟

در متد بافر، به ازای هر توالی که به پارامتر onNext ارسال می‌شود، یکبار وهله‌ی جدیدی از توالی مدنظر در حافظه ایجاد و ارسال خواهد شد. در متد Window صرفا اشاره‌گرهایی به این توالی را در اختیار داریم؛ بنابراین مصرف حافظه‌ی کمتری را شاهد خواهیم بود. متد Window بسیار مناسب است برای اعمال aggregation. مثلا اگر نیاز است جمع، میانگین، حداقل و حداکثر عناصر دریافتی محاسبه شوند، بهتر است از متد Window استفاده شود که نهایتا قابلیت استفاده از متدهای الحاقی Sum و Max و Min را به همراه دارد. با این تفاوت که حاصل این‌ها نیز یک IObservable است که باید Subscribe آن‌را برای دریافت نتیجه فراخوانی کرد:

```
var sequence = Enumerable.Range(1, 200)
                          .ToObservable()
                          .Window(10);

sequence.Subscribe(onNext: numbers =>
{
     numbers.Sum().Subscribe(onNext: number => Console.WriteLine(number));
```

```
});
```

در این حالت متد Window، برخلاف متد Buffer، توالی numbers را هربار کش نمی‌کند و به این ترتیب می‌توان به مصرف حافظه‌ی کمتری رسید.

کاربردهای دنیای واقعی

در اینجا دو مثال از بکارگیری متد Buffer را جهت پردازش مجموعه‌های عظیمی از اطلاعات و نمایش همزمان آن‌ها در رابط کاربری ملاحظه می‌کنید.
مثال اول: فرض کنید قصد دارید تمام فایل‌های درایو C خود را توسط یک TreeView نمایش دهید. در این حالت نباید رابط کاربری برنامه در حالت هنگ به نظر برسد. همچنین به علت زیاد بودن تعداد فایل‌ها و نمایش همزمان آن‌ها در UI، نباید CPU Usage برنامه تا حدی باشد که در کار سایر برنامه‌ها اخلال ایجاد کند. در این مثال‌ها با استفاده از Rx و متد بافر آن، هربار مثلا 1000 آیتم را بافر کرده و سپس یکجا در TreeView نمایش می‌دهند. به این ترتیب دو شرط یاد شده محقق می‌شوند.
The Rx Framework By Example

مثال دوم: خواندن تعداد زیادی رکورد از بانک اطلاعاتی به همراه نمایش همزمان آن‌ها در UI بدون اخلالی در کار سیستم و همچنین هنگ کردن برنامه.
Using Reactive Extensions for Streaming Data from Database