

# ReactiveX RxJS

## Reactive Extensions For JavaScript

Niccolò Maltoni

`niccolo.maltoni@studio.unibo.it`



- 1 Introduzione
  - Programmazione reattiva
  - Reactive Manifesto
  - Reactive Extensions
- 2 RxJS: Reactive Extensions Library for JavaScript
  - Reactive Extensions per JavaScript (e TypeScript)
  - Costrutti fondamentali
- 3 Conclusioni
- 4 Riferimenti bibliografici

## Programmazione reattiva

*“ It is convenient to distinguish roughly between three kinds of computer programs. Transformational programs compute results from a given set of inputs; typical examples are compilers or numerical computation programs. Interactive programs interact at their own speed with users or with other programs; from a user point of view, a time-sharing system is interactive. **Reactive programs also maintain a continuous interaction with their environment, but at a speed which is determined by the environment, not the program itself.** Interactive programs work at their own pace and mostly deal with communication, while reactive programs only work in response to external demands and mostly deal with accurate interrupt handling. ”*

Gérard Berry, 1989 [1]

## Reactive Manifesto [2]

- Prima versione presentata nel 2013
- Principi base:
  - ▶ **responsività**
  - ▶ **resilienza**
  - ▶ scalabilità
  - ▶ *event-driven*
- La versione attuale (2.0) è stata presentata l'anno successivo<sup>1</sup>
  - ▶ da scalabilità a **elasticità**
  - ▶ da *event-driven* a **message-driven**

---

<sup>1</sup><https://www.lightbend.com/blog/reactive-manifesto-20>

# Introduzione

## Reactive Manifesto

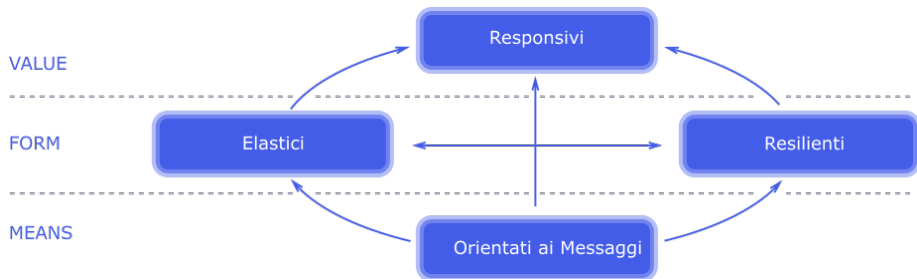


Figura: Rappresentazione dei principi base del *Reactive Manifesto*

### Responsività

- **tempestività** della risposta
  - ▶ rapida identificazione dei problemi
  - ▶ minimizzazione del tempo di risposta
- garanzia di **qualità del servizio** nel tempo
- **predicibilità** del comportamento
  - ▶ semplificazione della gestione degli errori
  - ▶ fiducia degli utenti finali nel sistema

# Introduzione

## Reactive Manifesto

### Responsività

- **tempestività** della risposta
  - ▶ rapida identificazione dei problemi
  - ▶ minimizzazione del tempo di risposta
- garanzia di **qualità del servizio** nel tempo
- **predicibilità** del comportamento
  - ▶ semplificazione della gestione degli errori
  - ▶ fiducia degli utenti finali nel sistema

### Resilienza

- il sistema resta **responsivo anche in caso di guasti**
- garantita tramite:
  - ▶ replica
  - ▶ contenimento
  - ▶ isolamento
  - ▶ delega

### Elasticità

- il sistema rimane **responsivo sotto carichi di lavoro variabili** nel tempo
- **adattabilità** attraverso incremento o decremento delle risorse allocate al processamento degli input
  - ▶ no sezioni contese né colli di bottiglia
  - ▶ distribuibilità
  - ▶ replica dei componenti
  - ▶ ripartizione degli input
- possibile implementazione predittiva



### Elasticità

- il sistema rimane **responsivo sotto carichi di lavoro variabili** nel tempo
- **adattabilità** attraverso incremento o decremento delle risorse allocate al processamento degli input
  - ▶ no sezioni contese né colli di bottiglia
  - ▶ distribuibilità
  - ▶ replica dei componenti
  - ▶ ripartizione degli input
- possibile implementazione predittiva

### Message-Driven

- **scambio di messaggi asincrono**
  - ▶ stile di comunicazione non bloccante
- basso accoppiamento tra i componenti
- isolamento e trasparenza sul dislocamento
- esprimere i guasti del componente sotto forma di messaggi

## Reactive Extensions

- Reactive Extensions (o **ReactiveX**) sono un set di librerie per la maggior parte dei linguaggi e dei framework moderni che permette l'implementazione di programmi in grado di operare su sequenze di dati e input in modo *reattivo* e *asincrono*, indipendentemente dalla natura della sorgente
- ispirate alle *Microsoft's Reactive Extensions* per ambiente .NET
- combinazione di:
  - ▶ pattern Observer
  - ▶ pattern Iterator
  - ▶ programmazione funzionale



- 1 Introduzione
  - Programmazione reattiva
  - Reactive Manifesto
  - Reactive Extensions
- 2 RxJS: Reactive Extensions Library for JavaScript
  - Reactive Extensions per JavaScript (e TypeScript)
  - Costrutti fondamentali
- 3 Conclusioni
- 4 Riferimenti bibliografici

# RxJS: Reactive Extensions Library for JavaScript

## Reactive Extensions per JavaScript (e TypeScript)<sup>2</sup>

- RxJS è una libreria per la programmazione reattiva pensata per JavaScript
- semplifica l'implementazione di *callback* e chiamate asincrone attraverso il tipo `Observable` e i suoi costrutti satelliti, come:
  - ▶ `Observer`
  - ▶ `Schedulers`
  - ▶ `Subjects`
  - ▶ operatori come `map`, `filter`, `reduce`, `every`, ecc ...

---

<sup>2</sup><http://reactivex.io/rxjs>

# RxJS: Reactive Extensions Library for JavaScript

## Installazione

- Via **npm**:

```
npm install @reactivex/rxjs
```

- Via **CDN**:

```
<script src="https://unpkg.com/rxjs/bundles/rxjs.umd.min.js"></script>
```

# Costrutti fondamentali

## Observable

- costituisce il costrutto base della libreria
- è uno *stream*, costruito in modo asincrono col procedere del tempo
- è in grado di generare valori utilizzando funzioni pure
- offre operatori per il controllo di flusso
- può essere costruito:
  - ▶ a partire da eventi (ad esempio del DOM), con `fromEvent()`
  - ▶ a partire da `promise`
  - ▶ da zero, con `timer`
  - ▶ da zero, con `interval`
  - ▶ da qualsiasi cosa, con `of`

# Costrutti fondamentali

Observable: Hot VS Cold

## Cold

Uno *stream* si definisce **cold** se l'Observable genera il produttore dei valori nel flusso

```
const source = from([1, 2, 3, 4, 5]);  
source.subscribe(val => console.log(val));
```

# Costrutti fondamentali

Observable: Hot VS Cold

## Cold

Uno *stream* si definisce **cold** se l'Observable genera il produttore dei valori nel flusso

```
const source = from([1, 2, 3, 4, 5]);  
source.subscribe(val => console.log(val));
```

## Hot

Uno *stream* si definisce **hot** se l'Observable racchiude il produttore dei valori nel flusso

```
const source = fromEvent(document, 'click')  
  .pipe(map(event => event.timeStamp));  
source.subscribe(val => console.log(val));
```



# Costrutti fondamentali

## Observable

### `.pipe()`

- A partire da RxJS 5.5, sono stati introdotti i *pipable operators*
- da RxJS 6, essi sono gli operatori standard, trovabili in `rxjs/operators`
- l'operatore `.pipe()` prende un infinito numero di argomenti, che sono funzioni applicabili allo stream; ad esempio:

```
const stream = interval(350).pipe(  
  take(25),  
  map(gaussian),  
  map(num => `${num}.repeat(Math.floor(num * 65))`)  
);  
stream.subscribe(dot => (console.log(dot)));
```

# Costrutti fondamentali

Observ

## PIPE

```
.pipe
```

- A
- c
- l
- f

```
const  
  ta  
  ma  
  ma  
);  
stream
```

rs

## ALL THE THINGS

# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators

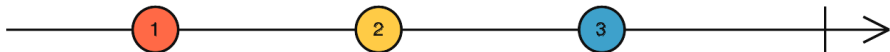
## `.map()`

- simile alla funzione `.map()` degli array
- applica una **funzione proiezione** ad ogni valore emesso dall'Observable sorgente ed emette i valori risultanti come Observable
- utile per il parsing di JSON

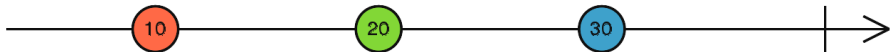
# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.map()`

```
const source = from([1, 2, 3])  
  .pipe(  
    map(x => 10 * x)  
  );  
source.subscribe(val => console.log(val));
```



`map(x => 10 * x)`



# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators

## `.reduce()`

- simile alla funzione `.reduce()` degli array
- applica una **funzione accumulatore** sull'Observable sorgente e ritorna il risultato una volta che la sorgente termina

# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators

## `.reduce()`

- simile alla funzione `.reduce()` degli array
- applica una **funzione accumulatore** sull'Observable sorgente e ritorna il risultato una volta che la sorgente termina

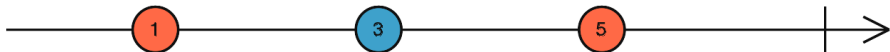
## `.scan()`

- applica una **funzione accumulatore** sull'Observable sorgente e ritorna ogni risultato intermedio
- simile alla `.reduce()`, ma emette un valore ad ogni valore emesso dalla sorgente anziché attenderne il completamento

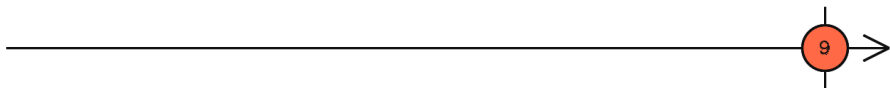
# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.reduce()` & `.scan()`

```
const source = from([1, 3, 5])  
  .pipe(  
    reduce((acc, curr) => acc + curr, 0)  
  );  
source.subscribe(val => console.log(val));
```



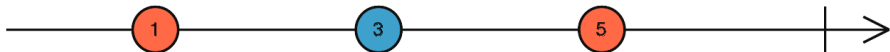
`reduce((acc, curr) => acc + curr, 0)`



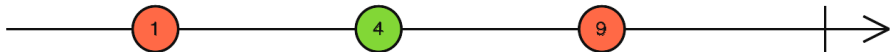
# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.reduce()` & `.scan()`

```
const source = from([1, 3, 5])  
  .pipe(  
    scan((acc, curr) => acc + curr, 0)  
  );  
source.subscribe(val => console.log(val));
```



`scan((acc, curr) => acc + curr, 0)`





# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators

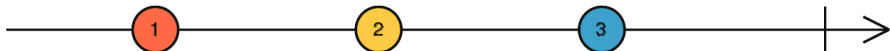
## `.tap()` (precedentemente `.do()`)

- la versione “*pipable*” è stata rinominata da `.do()` a `.tap()` per conflitto di nomi con funzioni standard di JavaScript
- esegue un *side effect* per ogni valore emesso dall'`Observable` sorgente, ma lo ritorna invariato
- estremamente utile in fase di debug

# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.tap()`

```
const source = from([1, 2, 3])  
  .pipe(  
    tap(val => console.log(val))  
  );
```



`tap(x => console.log(x))`



# Costrutti fondamentali

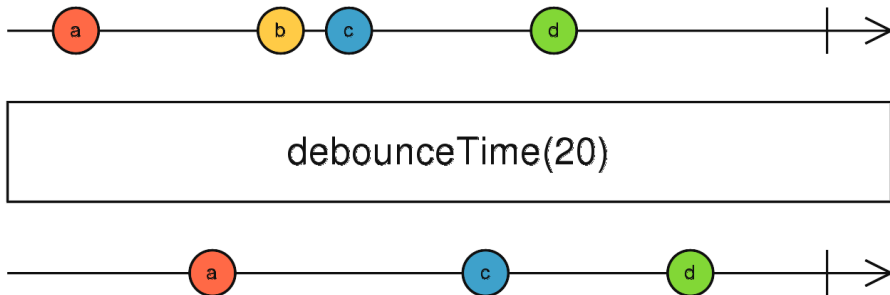
Observable: Pipable operators

## `.debounce()` & `.debounceTime()`

- Permettono di filtrare gli eventi emessi dall'Observable sorgente, emettendo un valore solo dopo che è passato un certo numero di millisecondi da quando non sono stati emessi valori
- `.debounceTime()` permette di specificare il lasso di tempo entro il quale effettuare il *debounce*
- `.debounce()` si comporta come `.debounceTime()`, ma il periodo di silenzio è determinato da un altro Observable
- utili per attendere che l'utente abbia terminato di fare qualcosa con un componente osservato prima di gestire l'evento

# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.debounceTime()`



# Costrutti fondamentali

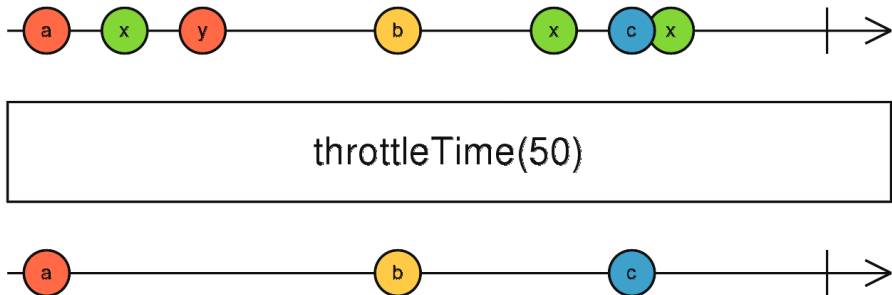
Observable: Pipable operators

## `.throttle()` & `.throttleTime()`

- Permettono di filtrare gli eventi emessi dall'Observable sorgente, emettendo un valore solo ogni un certo lasso di tempo
- `.throttleTime()` emette un valore dall'Observable sorgente ed ignora ulteriori valori per i millisecondi specificati
- `.throttle()` si comporta come `.throttleTime()`, ma il periodo di silenzio è determinato da un altro Observable
- utili per ridurre il numero di input a livelli accettabili

# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.throttleTime()`



# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators

## `.catchError()` (precedentemente `.catch()`)

- la versione “*pipable*” è stata rinominata da `.catch()` a `.catchError()` per conflitto di nomi con funzioni standard di JavaScript
- permette di catturare gli errori nel flusso dell'Observable e gestirli attraverso un *handler*; fatto ciò, può:
  - ▶ ritornare un nuovo Observable con l'errore gestito
  - ▶ lanciare un errore

# Costrutti fondamentali

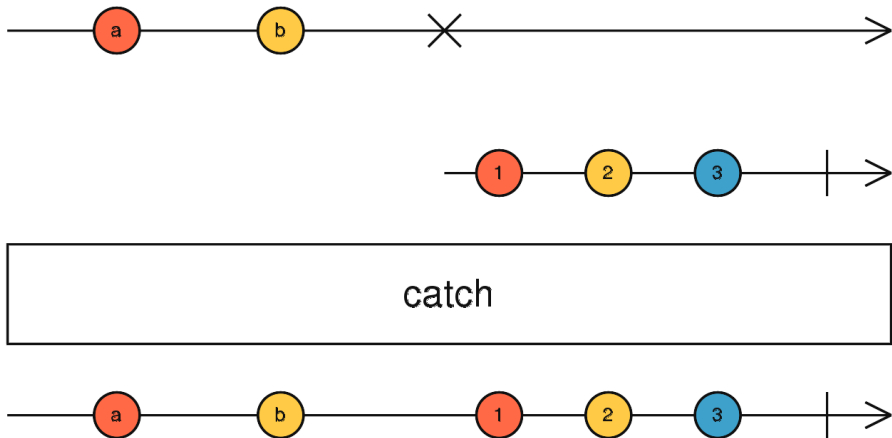
Observable: Pipable operators: `.catchError()`

```
Observable.of('a', 'b', 'c', 'd', 'e')
  .pipe(
    map(c => { if (c == 'c') { throw 'c!'; } return c; }),
    catch(err => Observable.of(1, 2, 3)),
  )
  .subscribe(x => console.log(x));
```



# Costrutti fondamentali

Observable: Pipable operators: `.catchError()`



## Subject

- Un Subject è sia un Observable che un Observer:
  - ▶ è possibile sottoscrivere tutti gli Observer che servono a un Subject, dopodiché sottoscrivere il Subject a una sorgente di *backend*
  - ▶ è possibile implementare un Observable con *caching*, *buffering* e/o *time-shifting*
  - ▶ è possibile utilizzare un Subject per fare *broadcast* di eventi a più Subscriber
  - ▶ è possibile aggiungere valori ad un Subject che racchiude un Observable, tramite l'operatore `.next()`

- 1 Introduzione
  - Programmazione reattiva
  - Reactive Manifesto
  - Reactive Extensions
- 2 RxJS: Reactive Extensions Library for JavaScript
  - Reactive Extensions per JavaScript (e TypeScript)
  - Costrutti fondamentali
- 3 Conclusioni
- 4 Riferimenti bibliografici

## Conclusioni

- La programmazione reattiva sta diventando un elemento molto importante della programmazione moderna, non solo *web-oriented*
- Il set di librerie fornito da ReactiveX è una delle implementazioni più famose per i vari linguaggi, ma ne esistono molte altre, ad esempio:
  - ▶ Bacon.js
  - ▶ Kefir.js
  - ▶ meccanismi di programmazione asincrona combinati a librerie per la manipolazione di stream
  - ▶ ecc ...
- Angular sfrutta RxJS internamente e la sta mettendo in evidenza presso la community come punto di riferimento

- 1 Introduzione
  - Programmazione reattiva
  - Reactive Manifesto
  - Reactive Extensions
- 2 RxJS: Reactive Extensions Library for JavaScript
  - Reactive Extensions per JavaScript (e TypeScript)
  - Costrutti fondamentali
- 3 Conclusioni
- 4 Riferimenti bibliografici

# Riferimenti bibliografici I



G. Berry. *Real time programming: special purpose or general purpose languages*. Research Report RR-1065. INRIA, 1989. URL: <https://hal.inria.fr/inria-00075494>.



J. Bonér, D. Farley, R. Kuhn e M. Thompson. «The Reactive Manifesto». In: (set. 2014). URL: <http://www.reactivemanifesto.org/>.



ReactiveX. *Reactive Extension main website*. URL: <http://reactivex.io>.



ReactiveX. *RxJS GitHub repository*. URL: <https://github.com/ReactiveX/rxjs>.



A. Ricci. *module-2.4 - Reactive Programming*. URL: <http://campus.unibo.it/333427/>.