Programmation fonctionnelle sur la JVM :  ou  ?

Igor Laborie
Expert Web & Java

@ilaborie

igor@monkeypatch.io

<Monkey Patch/>

Langages pratiqués

1. Java
2. JavaScript (TypeScript, CoffeeScript)
3. Kotlin, Scala

Notions dans

Go , Python , Racket , Rust , SML , Swift , ...

I. ➳ Langages fonctionnels

II. ➳ Partie I

III. ➳ Partie II

IV. ➳ Remaques sur la performance

V. ➳ Conclusion

Langages fonctionnels

> Fooling around with alternating current (AC) is just a waste of time. Nobody will use it, ever.
>
> *Edison, 1889 inventeur, scientifique, fondateur de General Electric*

> There is no reason anyone would want a computer in their home.
>
> *Ken Olson, 1977 cofondateur DEC*

> I predict the Internet will soon go spectacularly supernova and in 1996 catastrophically collapse.
>
> *Robert Metcalfe, 1995 inventeur ethernet, fondateur de 3com*

Paradigmes

- programmation impérative
- programmation orientée objet
- programmation fonctionnelle
- programmation logique
- ...

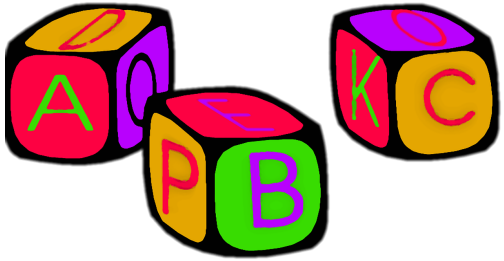
> On peut adopter donc un style de programmation fonctionnelle avec la plupart des langages. Les caractéristiques des langages peuvent rendre cela plus ou moins facile (voir obligatoire)

One to rule them all

Mais alors, c'est quoi un langage fonctionnel ?

> Il n'y a qu'un langage fonctionnel : le λ-calcul

Developpeur fonctionnel



Developpeur impératif ou OO

Photo by Vasilios Muselimis

Statique vs Dynamique

> Programation fonctionnelle ⇏ Typage statique

Typage dynamique		Typage statique	
Lisp	(1958)	ML	(1973)
Scheme	(1975)	Haskell	(1990)
Racket	(1994)	OCaml	(1996)
Clojure	(2007)	Scala	(2004)
...		...	

Partie I

Functions en Java


```java
class Utils {

  public static String doSomething(String arg) {
    throw new RuntimeException("Not yet impletmented");
  }

  public static Function<String, String> asValue = Utils::doSomething;

  public static Function<String, String> aLambda = (String s) -> {
    throw new RuntimeException("Not yet impletmented")
  };

}
```

Functions en Scala, Kotlin

```scala
package object apackage {

  def doSomething(arg: String): String = ???

  val asValue: String ⇒ String = doSomething

  val aLambda: String ⇒ String = (s: String) ⇒ ???
}
```

```kotlin
fun doSomething(arg: String): String = TODO()

val asValue: String → String = ::doSomething

val aLambda: String → String = { s: String → TODO() }
```

Effets de bord


```java
class Test{
    int sum = 0;

    public void compute() {
        var arr = List.of(1, 2, 3, 4, 5);
        for (int i : arr) {
            sum += i;
        }
        System.out.println(sum);
    }
}
```

- ⚠️ Évitez les fonctions avec effet de bord !
- C'est un nid à bugs.
- ⇒ Évitez les fonctions qui retournent `void`, ou qui n'ont pas de paramètres.

Pas d'effet de bord


```java
int sum = List.of(1, 2, 3, 4, 5)
    .stream() // Stream<Integer>
    .reduce(0, (acc, i) -> acc + i);
System.out.println(sum);
```

```scala
val sum = List(1, 2, 3, 4, 5)
    .foldLeft(0) { (acc, i) ⇒ acc + i } // or .sum
println(sum)
```

```kotlin
val sum = listOf(1, 2, 3, 4, 5)
    .fold(0) { acc, i → acc + i } // or .sum()
println(sum)
```

Instruction vs Expression


```
IntPredicate isEven = n -> {
    if (n % 2 == 0) {
        return true;
    } else {
        return false;
    }
};

List.of(1, 2, 3, 4, 5)
    .forEach(i ->
        System.out.println("" + i + " is event? " + isEven.apply(i))
    );
```

Expressions


```java
IntFunction<Boolean> isEven = n ->
    (n % 2 == 0)? true : false;
```

```scala
val isEven = (n: Int) ⇒
    if (n % 2 == 0) true else false
```

```kotlin
val isEven = { n: Int →
    if (n % 2 == 0) true else false
}
```

Mess with state

> The last thing you wanted any programmer to do is mess with internal state even if presented figuratively. Instead, the objects should be presented as *sites of higher level behaviors more appropriate for use as dynamic components.*

--Alan Key, The Early History Of Smalltalk

Java Mutable


```java
public class Point {
    private int x;
    private int y;

    public Point(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public void translateX(int offset) {
        this.x += offset;
    }

    // + Getters
    // + Setters
    // + equals & hashCode
    // + toString
}
```

Java Immutable


```java
public class Point {
    private final int x;
    private final int y;

    public Point(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public Point translateX(int offset) {
        return new Point(this.x + offset, this.y);
    }

    // + Getters
    // + equals & hashCode
    // + toString
}
```

Scala, Kotlin Immutable


```scala
case class Point(x: Int, y: Int) {

    def translateX(offset: Int): Point =
        this.copy(x = x + offset)

    // generated: Getters, equals & hashCode, toString, ...
}
```

```kotlin
data class Point(val x: Int, val y: Int) {

    fun translateX(offset: Int): Point =
        this.copy(x = x + offset)

    // generated: Getters, equals & hashCode, toString, ...
}
```

Immutable

Comment fait-on avec les structures de données ?

```java
public class List<T> {
    private final T[] array;

    public List(T[] elements) {
        this.array = Arrays.copyOf(elements, elements.length);
    }

    public List<T> add(T element) {
        var newElts = Arrays.copyOf(this.array, this.array.length + 1);
        newElts[this.array.length] = element;
        return new List<>(newElts);
    }
}
```

On peut utiliser ➳ Eclipse Collections , ➳ Vavr , ...

Java High Order function


```java
var digits = Arrays.asList(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9);

IntPredicate isEven = n -> (n % 2 == 0);

List<Integer> evenDigits = digits.stream()
        .mapToInt(i -> i)
        .filter(isEven)
        .boxed()
        .collect(Collectors.toList());
```

```java
UnaryOperator<IntPredicate> not = predicate -> i -> !predicate.test(i);
IntPredicate isOdd = not.apply(isEven); // isEven.negate()
var oddDigits = //  ...
```

Scala, Kotlin High Order function


```scala
type Predicate[E] = E ⇒ Boolean

def not[E](p: Predicate[E]): Predicate[E] = e ⇒ !p(e)

val isEven: Predicate[Int] = n ⇒ (n % 2 == 0)
val isOdd = not(isEven)

var evenDigits = digits.filter(isEven)
val oddDigits = digits.filter(isOdd)
```

```kotlin
typealias Predicate<E> = (E) → Boolean

fun <E> not(p: Predicate<E>): Predicate<E> = { e → !p(e) }

val isEven: Predicate<Int> = { n → n % 2 == 0 }
val isOdd = not(isEven)

var evenDigits = digits.filter(isEven)
val oddDigits = digits.filter(isOdd)
```

Java for : 🤮 1/2


```java
public static List<Event> notFunErrors1(List<Event> events, int size) {
    List<Event> result = new ArrayList<>();
    for (int i = 0; i < result.size(); i++) {
        Event event = events.get(i);
        if (event.isError()) {
            result.add(event);
        }
        if (result.size() ⩾ size) {
            return result;
        }
    }
    return result;
}
```

Java for : 🤢 2/2


```java
public static List<Event> notFunErrors2(List<Event> events, int size) {
    List<Event> result = new ArrayList<>();
    for (Event event: events) {
        if (event.isError()) {
            result.add(event);
        }
        if (result.size() ⩾ size) {
            return result;
        }
    }
    return result;
}
```

Java Stream


```java
public static List<Event> funErrors(List<Event> events, int size) {
    return events.stream()
            .filter(Event::isError)
            .limit(size)
            .collect(Collectors.toList());
}
```

Scala for : 🤔


```scala
def notFunErrors(events: List[Event], size: Int): List[Event] =
  for {
    event ← events
    if event.isError
  } yield event
}.take(size)

def funErrors(events: List[Event], size: Int): List[Event] =
  events
    .filter(_.isError)
    .take(size)
```

Kotlin for : 🤢


```kotlin
fun notFunErrors(events: List<Event>, size: Int): List<Event> {
    val result = mutableListOf<Event>()
    for (event in events) {
        if (event.isError) {
            result.add(event)
        }
        if (result.size >= size) {
            return result
        }
    }
    return result
}

fun funErrors(events: List<Event>, size: Int): List<Event> =
    events
        .filter { it.isError }
        .take(size)
```

Java Recursion 1/2


```java
public static int factorialFor(int n) {
    int acc = 1;
    for (int i = 2; i ⩽ n; i++) {
        acc *= i;
    }
    return acc;
}
```

```java
public static int factorialRec(int n) {
    return (n ⩽ 1) ? 1 : n * factorialRec(n - 1);
}
```

Java Recursion 2/2


```java
public static int factorialTailRec(int n) {
    return factorialTailRecAux(1, n);
}
private static int factorialTailRecAux(int acc, int n) {
    return (n ⩽ 1) ? acc : factorialTailRecAux(acc * n, n - 1);
}
```

```java
public static int factorialStream(int n) {
    return IntStream.rangeClosed(1, n)
            .reduce(1, (acc, i) -> acc * i);
}
```

Scala, Kotlin Tail Recursion


```scala
def factorialTailRec(n: Int): Int = {
    @tailrec
    def aux(acc: Int, n: Int): Int =
      if (n ⩽ 1) acc else aux(acc * n, n - 1)

    aux(1, n)
  }
```

```kotlin
tailrec fun factorialTailRec(n: Int): Int {
    fun aux(acc: Int, n: Int): Int =
        if (n ⩽ 1) acc else aux(acc * n, n - 1)
    return aux(1, n)
}
```

Java Lisibilité


```java
speakers.filter(speaker -> speaker.xp > 10 &&
                speaker.getLanguages().contains("Java"));
```

```java
speakers.filter(speaker -> speaker.xp > 10) // is experimented
        // is love Java
        .filter(speaker -> speaker.getLanguages().contains("Java"));
```

```java
Predicate<Speaker> isExperimented = speaker -> speaker.xp > 10;
Predicate<Speaker> isLoveJS = speaker -> speaker.getLanguages().contains("Ja

speakers.filter(isExperimented)
        .filter(isLoveJS);
```

```java
speakers.filter(isExperimented.and(isLoveJS));
```

Java le bilan

- 😊 la notation Lambda des `@FunctionalInterface`
- 😊 API `Stream`
- 😊 `Function#compose`, `Function#andThen`
- 😀 / 😱 API `java.util.function.*`
- 😤 immutable, trop lourd de mettre les `final`
- 😢 pas de collections immutables ⟹ bibliothèques
- 😢 pas de `tailrec`
- 😡 trop de *boilerplate*
- 🚨 eviter les effets de bord ⟹ 💖 tests

Scala, Kotlin le bilan

- 😍 syntaxe plus expressif
- 😋 API plus riche
- 😻 `tailrec`, `data` ou `case` classes, ...
- 💪 typage de Scala trés puissant

Partie II

Ce qu'on a appris

- Function as First Class Citizen
- High Order Function
- Referential Transparency
- Idempotent

Ce qu'on va voir maintenant

- Curryfication,
- Memoïsation,
- Algebraic Data Type,
- Pattern Matching,
- Functor, Monïd, Monad, ...

Curryfication

> Transformation d'une fonction de plusieurs arguments en une chaîne de fonctions d'un seul argument qui donnera le même résultat lorsqu'il est appelé en séquence avec les mêmes arguments.

```
f(x, y, z) = g(x)(y)(z)
```

- Viens de Ⓦ Moses Schönfinkel et Ⓦ Haskell Curry
- ⚠ sens des arguments

Java Curryfication


```java
IntBinaryOperator mult = (a, b) -> a * b;

// Curry
IntFunction<IntFunction> curriedMult = b -> a -> a * b;

// Usage
IntFunction identity = a -> mult.applyAsInt(a, 1);

IntFunction dbl = curriedMult.apply(2);
```

➳ Vavr Currying

```ts
type IntFun = (number) => number;

const stupidMemoizer = (fun: IntFun): IntFun => {
    const cache: number[] = [];
    return (n: number) => {
        const cached = cache[n];
        if (typeof cached === 'number') {
            return cached;
        }
        return (cache[n] = fun.call(null, n));
    }
};

const fibonacci: IntFun = stupidMemoizer(n => {
    switch (n) {
        case 1 :
            return 1;
        case 2 :
            return 1;
        default:
            return fibonacci(n - 2) + fibonacci(n - 1);
    }
});

console.log('fibonacci(15)', fibonacci(15));
```

Java Memoïsation

#40

```java
public static int fibonacci(int n) {
    switch (n) {
        case 1 return 1;
        case 2: return 1;
        default:
            return fibonacci(n - 2) + fibonacci(n - 1);
    }
}

public static IntUnaryOperator stupidMemoizer(IntUnaryOperator func) {
    Map<Integer, Integer> cache = new HashMap<>();
    return n -> cache.computeIfAbsent(n, func::applyAsInt);
}

public static void main(String[] args) {
    var fibo = stupidMemoizer(Memo::fibonacci);
    System.out.println(fibo.applyAsInt(15));
}
```

Memoïsation

- 💎 purtée ⟹ on peut mettre en cache !
- Caffeine
- 💣 cache avec des objets mutables

Algebraic Data Type


```
type schoolPerson = Teacher
                  | Director
                  | Student(string);
```

RE

Derive4J

- 😞 on peut utiliser des *abstract class* ou des *enum* ne sont pas des vraiment des ADT.

Pattern Matching


```
let greeting = stranger ⇒
  switch (stranger) {
  | Teacher ⇒ "Hey professor!"
  | Director ⇒ "Hello director."
  | Student("Richard") ⇒ "Still here Ricky?"
  | Student(anyOtherName) ⇒ "Hey, " ++ anyOtherName ++ "."
  };
```

Pattern matching en Java

- `if-elseif-else` *Hell* avec `instanceof`
- ➳ Pattern Matching de Vavr
- Un jour peut être avec ➳ Project Amber
  - ➳ JEP 325: Switch Expressions
  - ➳ JEP 305: Pattern Matching

Pattern matching en Scala, Kotlin


```scala
val greeting = stranger match {
  case Teacher             ⇒ "Hey professor!"
  case Director            ⇒ "Hey director."
  case Student("Richard") ⇒ "Still here Ricky?"
  case Student(name)       ⇒ s"Hey, $name."
}
```

```kotlin
val greeting = when (stranger) {
    is Teacher          → "Hey professor!"
    is Director         → "Hey director."
    Student("Richard") → "Still here Ricky?"
    is Student          → "Hey, ${stranger.name}."
}
```

> A monad is just a monoïd in the category of endofunctors, what's the problem?
>
> --🤡

Functor

> Généralisation aux catégories de la notion de morphisme.
>
> --😂

```java
interface Functor<A> {
    Functor<B> map(mapper: Function<A, B>);
    // avec associativité
}
```

```java
interface EndoFunctor<A> {
    EndoFunctor<A> map(mapper: UnaryOperator<A>);
}
```

Monoïd

> C'est un magma associatif et unifère, c'est-à-dire un demi-groupe unifère.
>
> --🤣

```java
interface SemiGroup {
    SemiGroup concat(SemiGroup other);
    // this.concat(x.concat(y)) = this.concat(x).concat(y)
}
```

```java
interface Monoid extends SemiGroup {
    static Monoid neutral = ???;
    // monoid.concat(neutral) = monoid, neutral.concat(monoid) = monoid
}
```

Monade


```java
interface Monad<A> extends Functor<A> {
    Monad<B> flatMap(mapper: Function<A, Monad<B>>);
}
```

Monade pour les humains

> J'ai toujours pas compris !
>
> --😳, 🤯

- C'est un ~~objet~~ 🌯
- qui a des méthodes simples comme par exemple `map` ou `flatMap`
- qui doivent respectées des règles (axioms)
- ce qui garenti une haute composabilité.
- `Option<V>`, `Either<A,B>`, `Try<S,E>`, `Future<V>`, ...

High Order Kinds

- Mais on n'a pas envie d'implémenter `map`, `flatMap` pour chaques Monades.
- Si on définissait des types plus abstrait pour cela ?

⇒ High Order Kind (Higher-Kinded Types, Higher-Order Types, ...)

Remaques sur la performance

Performance en quoi ?

- temps d'exécution (minimum, maximum, moyen, première exécution) ?
- consommation de mémoire ?
- consommation d'énergie ?
- ...

> Douter de toutes les mythes et légendes

- Faire attention aux bonnes structures de données (complexité algorithmique, Data oriented Design)
- Eviter les IO (disque, réseau), c'est l'occasion de faire de la FRP, ➳ Le Manifeste Réactif
- Code bien testé
- Privilégier la lisibilité du code à une (hypothétique) optimisation de performance
- Mettre en cache n'est pas toujours la bonne solution

Si besoin...

> tous les leviers sont bon, y compris le langage

- Définir le seuil désiré
- Éffectuer des mesures
- Isoler la zone à optimiser (la plus petite possible)
- Commenter pourquoi on n'a perdu de la lisibilité
- Suivre l'évolution des performances

Conclusion

- 🌾 depuis Java 8 on a `java.util.function`, et `java.util.stream`
- 👗 écosystème dans ce domaine, plutôt à la mode (Rx, Vavr)

- 😭 API horrible en Java (`XXXFunction`, `CompletableFuture`, `Collectors.toList`)
- il manque des structures plus *lazy* voir ▶Lazy Java

Future et bibliothèques

- ➳ Project Amber
- ➳ Project Valhalla
- ➳ JMH
- ➳ Vavr
- `java.util.concurrent.Flow`, RxJava, ➳ Reactor
- ➳ https://drboolean.gitbooks.io/mostly-adequate-guide-old/content/
- Awesome Java # FP

Alternatives

- Kotlin
- Scala
- Clojure
- ...

Codons en fonctionel

- 🍼 plus simple
- ✅ Plus facile à tester
- 🐛 moins de bugs
- 🦎 plus évolutif
- ♻️ applicable sur tous les (bon) langages
- 🎓 apprendre

Questions ?