Lambda

Rémi Forax

Lambda

Lambda, ajouté en 2014 à Java 8

Façon succinte d’écrire une fonction qui implante une interface

Permet d’écrire un code générique qui prend en paramètre une lambda pour le spécialiser

Pourquoi ?

Réutiliser des patterns de code

par ex, supprimer les éléments d'une liste si une fonction est vrai

```
public static void removeIf(List<String> list,
                            ??function?? predicate) {

  var iterator = list.iterator();
  while(iterator.hasNext()) {
    var element = iterator.next();
    if (… ??predicate(element)?? …) {
      iterator.remove();
    }
  }
}
```

Typage == une interface

En Java, pour abstraire plusieurs comportements possibles, on utilise une interface

```
public interface Predicate<E> {
  boolean test(E element);
}
```

comme cela on peut typer removeIf()

```
public static void removeIf(List<String> list,
                            Predicate<String> predicate) {

  var iterator = list.iterator();
  while(iterator.hasNext()) {
    var element = iterator.next();
    if (predicate.test(element)) {
      iterator.remove();
    }
  }
}
```

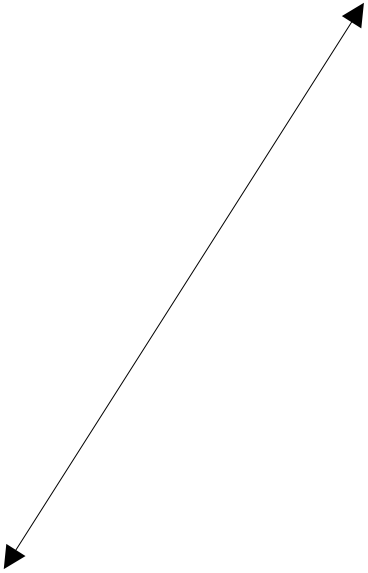
Utilisation == une classe

On envoie une instance d'une classe qui implante l'interface

```
public class StartWithFooPredicate implements Predicate<String> {
  public boolean test(String element) {
    return element.startsWith("foo");
  }
}
…
var list = ...
removeIf(list, new StartWithFooPredicate());
```

avec removeIf()

```
public static void removeIf(List<String> list,
                            Predicate<String> predicate) {
  ...
}
```



Ecriture lourdingue !

Le compilateur pourrait trouver toutes les infos en gris tout seul

```
public class StartWithFooPredicate implements Predicate<String> {
  public boolean test(String element) {
    return element.startsWith("foo");
  }
}
…
var list = ...
removeIf(list, new StartWithFooPredicate());
```

avec removeIf()

```
public static void removeIf(List<String> list,
                            Predicate<String> predicate) {
  ...
}
```

Simplification du code == une lambda

Lambda == instance d'une classe qui implante l'interface

```
public class StartWithFooPredicate implements Predicate<String> {
  public boolean test(String element) {
    return element.startsWith("foo");
  }
}
…
var list = …
removeIf(list, new StartWithFooPredicate());
removeIf(list, (element) -> { return element.startsWith("foo"); });
```

avec removeIf()

```
public static void removeIf(List<String> list,
                            Predicate<String> predicate) {
  ...
}
```

Une lambda

Lambda est une instance d'une classe qui implante l'interface

- La classe est générée à l'exécution
- Le typage vient de l'interface

```
var list = …
removeIf(list, (element) -> { return element.startsWith("foo"); });
```

avec removeIf

```
public static void removeIf(List<String> list,
                            Predicate<String> predicate) {
  ...
}
```

List.removeIf(predicate)

La méthode removeIf() existe déjà dans le JDK, c'est une méthode de java.util.Collection

```
var list = new ArrayList<>(List.of("foo", "bar", "baz"));
list.removeIf((s) - > s.startsWith("b"));
System.out.println(list);  // [foo]
```

removeIf

`default boolean removeIf(Predicate<? super E> filter)`

Removes all of the elements of this collection that satisfy the given predicate. Errors or runtime exceptions thrown during iteration or by the predicate are relayed to the caller.

Implementation Requirements:

The default implementation traverses all elements of the collection using its `iterator()`. Each matching element is removed using `Iterator.remove()`. If the collection's iterator does not support removal then an `UnsupportedOperationException` will be thrown on the first matching element.

Parameters:

`filter` - a predicate which returns `true` for elements to be removed

Returns:

`true` if any elements were removed

Throws:

`NullPointerException` - if the specified filter is null

`UnsupportedOperationException` - if elements cannot be removed from this collection. Implementations may throw this exception if a matching element cannot be removed or if, in general, removal is not supported.

Since:

1.8

Lambda instruction / expression

Si il y a qu’une expression, le bloc et le return sont optionnels

Lambda **instruction** (entre accolade)

- (element) -> { **return true**; }
- (element) -> {
  System.out.println("hello lambda");
  return true;
  }

Lambda **expression** (1 expression, pas de return)

- (element) -> **true**
- (element) -> element.startsWith("foo")

Lambda: syntaxe des paramètres

Pour le cas le plus fréquent, 1 paramètre, les parenthèses ne sont pas obligatoire

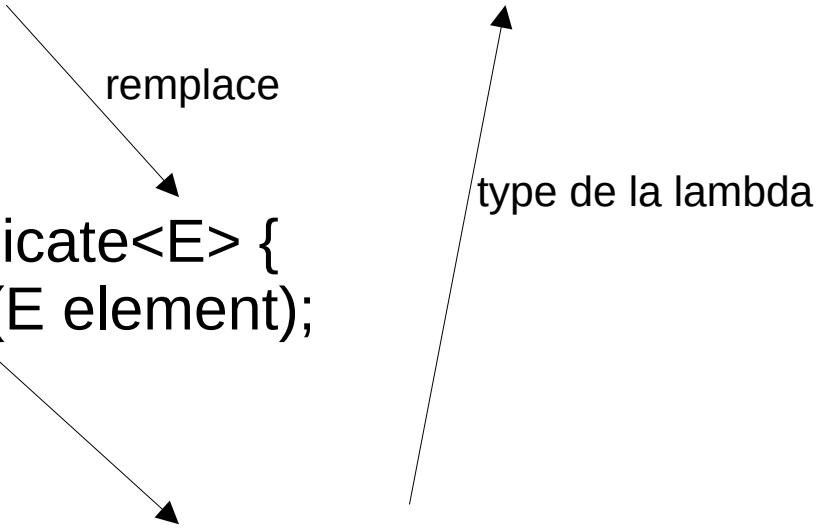
- Zéro paramètre
  - () - > System.out.println("hello lambda")
- Un paramètre
  - e - > System.out.println(e)
- Deux paramètres ou plus
  - (e1, e2) - > System.out.println(e1 + " " + e2)

C’est la même syntaxe que Scala ou JavaScript mais avec -> à la place de =>

Typage des paramètres

Les types des paramètres sont optionnels car le compilateur les déduits de la méthode abstraite de l'interface

```
Predicate<String> p = e -> e.startsWith("foo");
```



avec

```
interface Predicate<E> {
  boolean test(E element);
}
```

(String) -> boolean

Signature (type) de la lambda

Interface fonctionnelle

Comment cela marche si l'interface à plusieurs méthodes abstraites ?

- Cela ne marche pas, il faut qu'il y ait une seule méthode abstraite

Définition: Une interface avec *une seule méthode abstraite* est appelée *interface fonctionnelle*

- Le type d'une lambda est une interface fonctionnelle

Annotation @FunctionalInterface

Demande au compilateur de vérifier que l'interface à *une seule méthode abstraite*
(donc peut être le type d'une lambda)

```
@FunctionalInterface
public interface Predicate<E> {
  boolean test(E element);
}
```

Une interface fonctionnelle peut avoir des méthodes statiques, des méthodes par défaut, des méthode privées mais doit avoir *une seule méthode abstraite*

Typage d’une lambda

Une même expression lambda peut être typée par différentes interfaces

```
interface IntBinaryOperator {
  int apply(int x, int y);
}

interface DoubleBinaryOperator {
  double apply(double a, double b);
}

...

IntBinaryOperator op = (u, v) -> u + v;
                                  // u et v sont des ints

DoubleBinaryOperator op = (u, v) -> u + v;
                                     // u et v sont des doubles
```

Typage d’une lambda (2)

On ne peut typer une lambda qu’avec une interface fonctionnelle

- Object o = x -> x; // compile pas, pas une interface
- String s = x -> x; // compile pas, pas une interface
- **var** v = x -> x; // compile pas, pas une interface

- ```
  interface Foo {
    void f1();
    int f2(int i);
  }
  ```

  Foo foo = x -> x; // compile pas (2 méthodes abstraites !)
  ```

Type cible

Le compilateur regarde le type cible de la lambda

- Assignation

```
Predicate<String> p = e -> true;
```

- Appel de méthode (utilise le type des paramètres)

```
list.removeIf(e -> true);
```

- Type argument pour les collections

```
List.<Predicate<String>>of(e -> true, e -> false);
Map.<String, Predicate<String>>of("true", e -> true, "false", e -> false);
```

- Type de retour avec return

```
public static Predicate<String> foo() {
  return e -> true;
}
```

Fonction à l’ordre supérieur

Fonction à l’ordre supérieur

Définition: une fonction à l’ordre supérieur est une fonction qui

- prend en paramètre une fonction (lambda) ou
- renvoie en valeur de retour une fonction (lambda)

dans notre exemple removeIf() est une fonction à l’ordre supérieur

Problème

On souhaite écrire une méthode statique qui supprime tout les noms qui finissent par “.txt”

On peut écrire

```
list.removeIf(endsWithSuffix(".txt"));
```

Questions:

- Quel est la signature de endsWithSuffix() ??
- Quel est le code de endsWithSuffix() ??

Fonction à l’ordre supérieur

On écrit

```
list.removeIf(endsWithSuffix(".txt"));

Predicate<String> endsWithSuffix(String suffix) {
  return s -> s.endsWith(suffix);
}
```

mais quel est la durée de vie de la variable “suffix” ?

Capture de paramètre

Une lambda est plus qu'une fonction anonyme car elle est capable de capturer la valeur des variables englobantes

```
Predicate<String> endsWithSuffix(String suffix) {
  return s -> s.endsWith(suffix);
}
```

et qu'est ce qui se passe si on change la valeur ?

Capture de variable

Pour être capturable, une variable doit être effectivement final (le compilateur peut prouver que la variable ne change pas de valeur)

```
Predicate<String> endsWithSuffix(String suffix) {
  var value = suffix;
  Predicate<String> predicate = e -> e.endsWith(value);
  value = value + "1";  // on change la valeur
  return predicate;
}
```

Si la valeur change, le compilateur refuse de compiler

Variable de boucle

La capture ne marche pas avec les variables de boucle

car la variable change de valeur plusieurs fois

```
for(var i = 0; i < 10; i++) {
  doSomething(x - > x + i);  // ne compile pas
}
```

mais on peut utiliser une variable intermédiaire

```
for(var i = 0; i < 10; i++) {
  var tmp = i;  // astuce !
  doSomething(x -> x + tmp);  // ok
}
```

Classe/Record vs Lambda

2 façons d’écrire la même chose

“suffix” est un champ accessible

```
public record EndsWithSuffix(String suffix)
    implements Predicate<String> {
  public boolean test(String s) {
    return s.endsWith(suffix);
  }
}
```

pas d’accès à “suffix”

```
public static Predicate<String> endsWithSuffix(String suffix) {
  return s -> s.endsWith(suffix);
}
```

Classe vs Lambda

Vue fonctionnelle

- Une classe est une façon verbeuse d’écrire des lambdas

Vue objet

- Les lambdas sont les classes du pauvre
  (l’accès aux valeurs capturées n’est pas possible)

Référence de Méthode

Référence de Méthode Simplifier encore l'écriture

Si on veut supprimer tous les élements null d'une liste

il existe

<T> List<T>.removeIf(Predicate<T> s)

et java.util.Objects.isNull(Object o)

donc on peut écrire

```
list.removeIf(e -> Objects.isNull(e));
```

La syntaxe ::

Permet de créer une lambda sur une méthode statique déjà existante

list.removeIf(Object::isNull)

est équivalent à

list.removeIf((*params*) -> Object.isNull(*params*))

avec *params* les paramètres

ici: list.removeIf(e -> Objects.isNull(e))

:: sur les méthodes d’instance

La syntaxe marche aussi sur les méthodes d’instances

- Avec un “this” (receveur) fixé
  - String s = "foo";
    list.removeIf(s::equals);

    <=> list.removeIf((params) -> s.equals(params))

- Avec un “this” (receveur) pris en paramètre
  - list.removeIf(String::isBlank)

    <=> list.removeIf(e -> e.isBlank())

:: et les constructeurs

:: marche aussi sur les constructeurs

- Sur un constructeur
  - Function<Integer, Integer, Point> f = Point::new;

    <=> f = (*params*) -> **new** Point(*params*);

- Sur les créations de tableau
  - Function<Integer, String[]> f = String[]::new;

    <=> f = (int length) -> **new** String[length];

java.util.function
(interfaces prédéfinies)

Interfaces prédéfinies

Lorsque l’on écrit une méthode générique, on va prendre en paramètre une interface fonctionnelle

- On peut écrire sa propre interface
- Mieux, on peut utiliser celles déjà existantes
  - Elles sont définies dans le package java.util.function

Package java.util.function

Interface paramétrée pour les types de fonctions usuels

- de 0 à 2 paramètres
  - Runnable, Supplier, Consumer, Function, UnaryOperator, etc
- version speciale pour les types primitifs

  IntSupplier () → int, LongSupplier () → long,
  DoubleSupplier () → double

  Predicate<T> (T) → boolean

  IntFunction<T> (int) → T

  ToIntFunction<T> (T) → int
- version spéciale si même type en paramètre et type de retour

  UnaryOperator (T) → T ou BinaryOperator (T, T) → T

  DoubleBinaryOperator (double, double) → double, …

Runnable et Supplier

java.lang.**Runnable** est équivalent à **() → void**

```
Runnable code = () -> { System.out.println("hello"); }
code.run();
```

Supplier<T> est équivalent à **() → T**

```
Supplier<String> factory = () -> "hello";
System.out.println(factory.get());
```

[Int|Long|Double]Supplier

```
IntSupplier factory = () -> 42;
System.out.println(factory.getAsInt());
```

Consumer

Consumer<T> est équivalent à **(T) → void**

```
Consumer<String> printer =
    s -> System.out.println(s);
printer.accept("hello");
```

[Int|Long|Double]Consumer

```
DoubleConsumer printer =
    d -> System.out.println(d);
printer.accept(42.0);
```

Predicate

Predicate<T> représente **(T) → boolean**

```
Predicate<String> isSmall = s -> s.length() < 5;
System.out.println(isSmall.test("hello"));
```

[Int|Long|Double]Predicate

```
LongPredicate isPositive = v -> v >= 0;
System.out.println(isPositive.test(42L));
```

Function

Function<T,U> représente **(T) → U**

```
Function<String, String> fun = s -> "hello " + s;
System.out.println(fun.apply("function"));
```

[Int|Long|Double]Function<T>

```
IntFunction<String[]> arrayCreator =
    size -> new String[size];
System.out.println(arrayCreator.apply(5).length);
```

To[Int|Long|Double]Function<T>

```
ToIntFunction<String> stringLength = s -> s.length();
System.out.println(stringLength.applyAsInt("hello"));
```

UnaryOperator

UnaryOperator<T> représente **(T) → T**

```
UnaryOperator<String> op = s -> "hello " + s;
System.out.println(op.apply("unary operator"));
```

[Int|Long|Double]UnaryOperator

```
IntUnaryOperator negate = x -> - x;
System.out.println(negate.applyAsInt(7));
```

BiPredicate et BiFunction

BiPredicate<T, U> représente **(T, U) → boolean**

```
BiPredicate<String, String> isPrefix =
    (s, prefix) -> s.startsWith(prefix);
System.out.println(isPrefix.test("hello", "hell"));
```

BiFunction<T, U, V> représente (T, U) → V

```
BiFunction<String, String, String> concat =
    (s1, s2) -> s1 + " " + s2;
System.out.println(concat.apply("hello", "Bob"));
```

BinaryOperator

BinaryOperator<T> représente **(T, T) → T**

```
BinaryOperator<String> concat =
    (s1, s2) -> s1 + " " + s2;
System.out.println(concat.apply("hello", "binop"));
```

[Int|Long|Double]BinaryOperator

```
IntBinaryOperator add = (a, b) -> a + b;
System.out.println(add.applyAsInt(40, 2));
```

Les lambdas dans l’API des collections

Méthodes sur List

list.**forEach**(consumer) appelle le consumer avec chaque élément

```
List.of("hello", "list").forEach(System.out::println);
```

list.**replaceAll**(unaryOperator) remplace chaque élement par le résultat de l'appel de l'opérateur sur l'élément

```
Arrays.asList("hello").replaceAll(s - > s.toUpperCase(Locale.ROOT));
  // [Hello]
```

list.**toArray**(intFunction) renvoie un tableau contenant tous les éléments

```
List.of("hello", "list").toArray(String[]::new)
```

Méthodes sur List (2)

list.**removeIf**(predicate) supprime les élements pour lesquels le predicate est vrai

```
var list = new ArrayList<>(List.of("a", "b", "c"));
list.removeIf(s -> s.startsWith("b"));
  // [a, c]
```

list.**sort**(comparator) trie les éléments en les comparant 2 à 2

```
var list = Array.asList("foo", "bar", "baz");
list.sort((s1, s2) -> s2.compareTo(s1));
  // [foo, baz, bar]
```

Méthodes sur Map

map.**forEach**(biConsumer) appelle le biConsumer avec chaque clé/valeur

```
Map.of("a", 3, "b", 7)
   .forEach((k, v) -> System.out.println(k + ": " + v))
  // a: 3
  // b: 7
```

map.**replaceAll**(biFunction) replace les valeurs en appelant la biFonction avec chaque clé/valeur

```
var map = new HashMap<>(Map.of("a", 3, "b", 7));
map.replaceAll((k, v) -> v + 1);
  // {a=4, b=8}
```

Calcul sur les valeurs

map.**compute**(key, biFunction) appelle la biFunction pour calculer la nouvelle valeur (appelle avec la valeur à **null** si c'est un nouveau couple)

```
var map = new HashMap<>(Map.of("a", 3));
map.compute("a", (k, v) -> v + 1);
map.compute("b", (k, v) -> v == null? 0: v + 1);
 // {a=4, b=0}
```

map.**computeIfPresent**(key, biFunction) appelle la biFunction pour calculer la nouvelle valeur, ne fait rien si il n'y a pas de couple correspondant à la clé

```
var map = new HashMap<>(Map.of("a", 3));
map.computeIfPresent("a", (k, v) -> v + 1);
map.computeIfPresent("b", (k, v) -> v + 1);
 // {a=4}
```

Agréger des valeurs

map.**merge**(key, newValue, biFunction) ajoute le couple key/newValue si un couple existe pas et sinon appelle la biFunction avec les deux valeurs (celle du couple et newValue)

```
var map = new HashMap<>(Map.of("a", 13));
map.merge("a", 17, Math::max);
map.merge("b", 7, Math::max);
 // {a=17, b=7}
```

map.**computeIfAbsent**(key, function) appelle la fonction pour ajouter une valeur si il n'y a pas un couple avec la clé, et renvoie la valeur

```
var map = new HashMap<String, List<Integer>>();
map.computeIfAbsent("a", k -> new ArrayList<>()).add(1);
map.computeIfAbsent("a", k -> new ArrayList<>()).add(2);
 // {a=[1, 2]}
```

En résumé ...

Lambda

Une lambda est une façon simplifiée d’écrire une fonction qui implante une interface

- Une lambda peut capturer une valeur si la variable est effectivement finale

Permet d’écrire une méthode générique et de prendre en paramètre une lambda qui spécialise le code

```
list.removeIf(s -> s == null);
```