

Expressões lambda

Interfaces funcionais

UA.DETI.POO

Cálculo lambda

- ❖ As linguagens de programação funcional são baseadas no cálculo lambda (cálculo- λ).
 - Lisp, Haskell, Scheme
- ❖ O cálculo lambda pode ser visto como uma linguagem de programação abstrata em que funções podem ser combinadas para formar outras funções.
- ❖ Ideia geral: formalismo matemático
 - $x \rightarrow f(x)$ i.e. x é transformado em $f(x)$
- ❖ O cálculo lambda trata as funções como *elementos de primeira classe*
 - podem ser utilizadas como argumentos e retornadas como valores de outras funções.

Sintaxe

- ❖ Uma expressão lambda descreve uma função anónima. Representa-se na forma:
 - (argument) -> (body)
 - `(int a, int b) -> { return a + b; }`
- ❖ Pode ter zero, um, ou mais argumentos
 - () -> { body }
 - `() -> System.out.println("Hello World");`
 - (arg1, arg2...) -> { body }
- ❖ O tipo dos argumentos pode ser explicitamente declarado ou inferido
 - (type1 arg1, type2 arg2...) -> { body }
 - `(int a, int b) -> { return a + b; }`
 - `a -> return a*a // um argumento – podemos omitir os parêntesis`
- ❖ O corpo (body) pode ter uma ou mais instruções

Exemplos

| lambda expression | equivalent method |
|---|---|
| <code>() -> { System.gc(); }</code> | <code>void nn() { System.gc(); }</code> |
| <code>(int x) -> { return x+1; }</code> | <code>int nn(int x) return x+1; }</code> |
| <code>(int x, int y) -> { return x+y; }</code> | <code>int nn(int x, int y) { return x+y; }</code> |
| <code>(String... args) ->{return args.length;}</code> | <code>int nn(String... args) { return args.length; }</code> |
| <code>(String[] args) -> { if (args != null) return args.length; else return 0; }</code> | <code>int nn(String[] args) { if (args != null) return args.length; else return 0; }</code> |

Como usar?

- ❖ Uma expressão lambda não pode ser declarada isoladamente

```
(n) -> (n % 2)==0 // Erro de compilação
```

- ❖ Precisamos de outro mecanismo adicional
 - Interfaces funcionais
 - onde as expressões lambda passam a ser implementações de métodos abstratos.
 - O compilador Java converte uma expressão lambda num método da classe (isto é um processo interno).

Functional interface

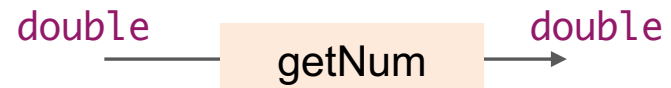
❖ Contém apenas um método abstrato

❖ Exemplo

– Dada a interface:

```
@FunctionalInterface
```

```
interface MyNum {  
    double getNum(double n);  
}
```



– Podemos usar:

```
public class Lambda1 {  
    public static void main(String[] args) {  
        MyNum n1 = (x) -> x+1;  
        // qualquer expressão que transforme double em double  
        System.out.println(n1.getNum(10));  
        n1 = (x) -> x*x;  
        System.out.println(n1.getNum(10));  
    }  
}
```

```
11.0  
100.0
```

Exemplos

@FunctionalInterface

```
interface Ecra {  
    void escreve(String s);  
}
```

interface funcional

```
public class Lambda2 {
```

```
    public static void main(String[] args) {
```

```
        Ecra xd = (String s) -> {  
            if (s.length() > 2)  
                System.out.println(s);  
            else  
                System.out.println("..");  
        };
```

```
        xd.escreve("Lambda print");  
        xd.escreve("?");
```

```
    }
```

```
}
```

Lambda print

..

Exemplos

```
// Another functional interface.
```

```
interface NumericTest {  
    boolean test(int n);  
}
```

```
class Lambda3 {
```

```
    public static void main(String args[]) {
```

```
        // A lambda expression that tests if a number is even.
```

```
        NumericTest isEven = (n) -> (n % 2) == 0;
```

```
        if (isEven.test(10)) System.out.println("10 is even");
```

```
        if (!isEven.test(9)) System.out.println("9 is not even");
```

```
        // A lambda expression that tests if a number is non-negative.
```

```
        NumericTest isNonNeg = (n) -> n >= 0;
```

```
        if (isNonNeg.test(1)) System.out.println("1 is non-negative");
```

```
        if (!isNonNeg.test(-1)) System.out.println("-1 is negative");
```

```
    }
```

```
}
```

10 is even

9 is not even

1 is non-negative

-1 is negative

Exemplos

```
// Demonstrate a lambda expression that takes two parameters.
interface NumericTest2 {
    boolean test(int n, int d);
}

public class Lambda4 {
    public static void main(String args[]) {
        // This lambda expression determines if one number is
        // a factor of another.
        NumericTest2 isFactor = (n, d) -> (n % d) == 0;
        if (isFactor.test(10, 2))
            System.out.println("2 is a factor of 10");
        if (!isFactor.test(10, 3))
            System.out.println("3 is not a factor of 10");
    }
}
```

```
2 is a factor of 10
3 is not a factor of 10
```

Expressões Lambda como argumento

❖ Podemos definir interfaces genéricas (com parâmetros).

❖ Por exemplo:

```
interface MyFunc<T> {  
    T func(T n);  
}
```

...

// Funções que aceita uma expressão lambda e o seu argumento (T n)

```
static String stringOp(MyFunc<String> sf, String s) {  
    return sf.func(s);  
}
```

Interface funcional

Argumento da interface

...

// Outro exemplo

```
static Person PersonOp(MyFunc<Person> sf, Person s) {  
    return sf.func(s);  
}
```

Expressões Lambda como argumento

❖ Utilização

```
String inStr = "Lambdas add power to Java";
String outStr = stringOp((str) -> str.toUpperCase(), inStr);
System.out.println("The string in uppercase: " + outStr);
// This passes a block lambda that removes spaces.
outStr = stringOp((str) -> {
    StringBuilder result = new StringBuilder();
    for(int i = 0; i < str.length(); i++)
        if(str.charAt(i) != ' ')
            result.append( str.charAt(i) );
    return result.toString();
}, inStr);
System.out.println("The string with spaces removed: " + outStr);
```

```
The string in uppercase: LAMBDAAS ADD POWER TO JAVA
The string with spaces removed: LambdasaddpowertoJava
```

Interfaces funcionais pré-definidas

- ❖ Geralmente não precisamos de criar novas interfaces funcionais

- Utilizamos as que já existem definidas em Java.

- ❖ Exemplos

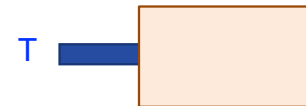
- `java.util.function.Predicate<T>`

- `boolean test(T t)`



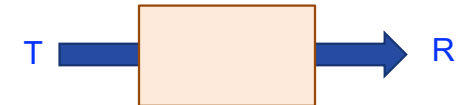
- `java.util.function.Consumer<T>`

- `void accept(T t)`



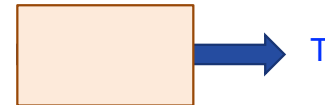
- `java.util.function.Function<T>`

- `R apply(T t)`



- `java.util.function.Supplier<T>`

- `T get()`



- `java.util.Comparator<T>`

- `int compare(T o1, T o2)`



Referência a métodos

- ❖ São um tipo especial de expressões lambda.
 - Permite criar expressões lambda usando métodos existentes.

- ❖ Exemplos

- Podemos substituir:
`str -> System.out.println(str)`
`(s1, s2) -> {return s1.compareToIgnoreCase(s2); }`
- por:
`System.out::println`
`String::compareToIgnoreCase`

```
String[] names = { "Steve", "Rick", "Aditya", "Negan", "Lucy", "Sansa"};  
Arrays.sort(names, String::compareToIgnoreCase);  
for(String str: names){  
    System.out.println(str);  
}
```

Utilização de expressões lambda

❖ Iterar sobre Java Collections

// solução 1

```
List<Integer> list = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7);  
for (Integer n: list) {  
    System.out.println(n);  
}
```

// solução 2

```
List<Integer> list = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7);  
list.forEach(n -> System.out.println(n));
```

// solução 3, method reference (:: double colon operator)

```
List<Integer> list = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7);  
list.forEach(System.out::println);
```

TreeSet – ordenação natural

```
public class Test {  
    public static void main(String args[]) {  
        TreeSet<String> ts = new TreeSet<>();  
  
        ts.add("viagem");  
        ts.add("calendário");  
        ts.add("prova");  
        ts.add("zircórnio");  
        ts.add("ilha do sal");  
        ts.add("avião");  
        for (String element : ts)  
            System.out.println(element + " ");  
    }  
}
```

```
avião  
calendário  
ilha do sal  
prova  
viagem  
zircórnio
```

TreeSet – ordem definida

TreeSet aceita um `java.util.Comparator<T>`

```
public class Test {  
    public static void main(String args[]) {  
        TreeSet<String> ts =  
            new TreeSet<>(Comparator.comparing(String::length));  
  
        ts.add("viagem");  
        ts.add("calendário");  
        ts.add("prova");  
        ts.add("zircórnio");  
        ts.add("ilha do sal");  
        ts.add("avião");  
        for (String element : ts)  
            System.out.println(element + " ");  
    }  
}
```

código equivalente

```
TreeSet<String> ts = new TreeSet<>((s1, s2) ->  
{  
    if (s1.length() > s2.length())  
        return 1;  
    else if (s1.length() < s2.length())  
        return -1;  
    else  
        return 0;  
});
```

```
prova  
viagem  
zircórnio  
calendário  
ilha do sal
```


Algoritmos

- ❖ As bibliotecas de Java fornecem um conjunto de algoritmos que podem ser usados em coleções e vetores
- ❖ Duas classes abstratas fornecem métodos estáticos de utilização global
 - `java.util.Collections` - Note que é diferente de `java.util.Collection` (interface)!!
 - `java.util.Arrays` - Classe que contém vários métodos para manipular vetores (ordenação, pesquisa, ..). Também permite converter vectores para listas.
- ❖ Exemplos de métodos:
 - `sort`, `binarySearch`, `copy`, `shuffle`, `reverse`, `max`, `min`, etc.

java.util.Collections

Ordenação natural

```
public static void main(String[] args) {  
    List<Integer> list = new ArrayList<>();  
  
    for (int i=0;i<10;i++) {  
        list.add((int) (Math.random() * 100));  
    }  
  
    System.out.println("Initial List: "+list);  
    Collections.sort(list);  
    System.out.println("Sorted List:  "+list);  
    Collections.reverse(list);  
    System.out.println("Reverse List: "+list);  
}
```

```
Initial List: [53, 46, 6, 93, 13, 57, 76, 56, 40, 93]  
Sorted List:  [6, 13, 40, 46, 53, 56, 57, 76, 93, 93]  
Reverse List:  [93, 93, 76, 57, 56, 53, 46, 40, 13, 6]
```

java.util.Collections

Ordenação com Comparador

```
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("--Sorting with natural order");
    List<String> l1 = createList();
    Collections.sort(l1);
    l1.forEach(System.out::println);

    System.out.println("--Sorting with a lambda expression");
    List<String> l2 = createList();
    l2.sort((s1, s2) -> s1.compareTo(s2));
    l2.forEach(System.out::println);

    System.out.println("--Sorting with a method reference");
    List<String> l3 = createList();
    l3.sort(String::compareTo);
    l3.forEach(System.out::println);
}

private static List<String> createList() {
    List<String> list = new ArrayList<>();
    list.add("Ubuntu");
    list.add("Android");
    list.add("MacOS");
    return list;
}
```

```
--Sorting with natural order
Android
MacOS
Ubuntu
--Sorting with a lambda expression
Android
MacOS
Ubuntu
--Sorting with a method reference
Android
MacOS
Ubuntu
```

java.util.Arrays - Exemplo

```
public static void main(String[] args) {
    String[] vec1 =
        new String[] { "once", "upon", "a", "time", "in", "Aveiro" };
    display(vec1);
    String[] res1 = Arrays.copyOfRange(vec1, 0, 3);
    display(res1);
    Arrays.sort(vec1);
    display(vec1);
    Arrays.sort(vec1, Comparator.comparing(String::length));
    display(vec1);
    String[] vec2 = new String[10];
    Arrays.fill(vec2, "UA");
    System.out.println(Arrays.toString(vec2)); // em vez de display()
    List<String> list1 = Arrays.asList(vec1);
    list1.forEach(System.out::println);
}

public static void display(String[] vec) {
    for (String s : vec) System.out.print(s + " ");
    System.out.println();
}
```

once upon a time in Aveiro
once upon a
Aveiro a in once time upon
a in once time upon Aveiro
[UA, UA, UA, UA, UA, UA, UA, UA, UA, UA]
a
in
once
time
upon
Aveiro

Sumário

- ❖ Funções lambda
- ❖ Interfaces funcionais
- ❖ Ordenação de vetores, listas, árvores, ..
- ❖ `java.util.Collections`
- ❖ `java.util.Arrays`