



Java e Orientação a Objetos
Capítulo: Programação funcional e
expressões lambda

<https://devsuperior.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

1

Uma experiência com
Comparator

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

2

Problema

- Suponha uma classe Product com os atributos name e price.
- Podemos implementar a comparação de produtos por meio da implementação da interface Comparable<Product>
- Entretanto, desta forma nossa classe não fica fechada para alteração: se o critério de comparação mudar, precisaremos alterar a classe Product.
- Podemos então usar o default method "sort" da interface List:
default void sort(Comparator<? super E> c)

Product
- name : String
- price : Double

3

Comparator

<https://docs.oracle.com/javase/10/docs/api/java/util/Comparator.html>

Veja o método sort na interface List:

<https://docs.oracle.com/javase/10/docs/api/java/util/List.html>

4

Resumo da aula

- Comparator objeto de classe separada
- Comparator objeto de classe anônima
- Comparator objeto de expressão lambda com chaves
- Comparator objeto de expressão lambda sem chaves
- Comparator expressão lambda "direto no argumento"

<https://github.com/acenelio/lambda1-java>

5

Programação funcional e cálculo lambda

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

6

Paradigmas de programação

- **Imperativo** (C, Pascal, Fortran, Cobol)
- **Orientado a objetos** (C++, Object Pascal, Java (< 8), C# (< 3))
- **Funcional** (Haskell, Closure, Clean, Erlang)
- **Lógico** (Prolog)
- **Multiparadigma** (JavaScript, Java (8+), C# (3+), Ruby, Python, Go)

7

Paradigma funcional de programação

Baseado no formalismo matemático Cálculo Lambda (Church 1930)

	Programação Imperativa	Programação Funcional
Como se descreve algo a ser computado (*)	comandos ("como" - imperativa)	expressões ("o quê" - declarativa)
Funções possuem transparência referencial (ausência de efeitos colaterais)	fraco	forte
Objetos imutáveis (*)	raro	comum
Funções são objetos de primeira ordem	não	sim
Expressividade / código conciso	baixa	alta
Tipagem dinâmica / inferência de tipos	raro	comum
Execução tardia (lazy)	raro	comum

8

Transparência referencial

Uma função possui transparência referencial se seu resultado for sempre o mesmo para os mesmos dados de entrada. Benefícios: simplicidade e previsibilidade.

```
package application;

import java.util.Arrays;

public class Program {

    public static int globalValue = 3;

    public static void main(String[] args) {

        int[] vect = new int[] {3, 4, 5};
        changeOddValues(vect);
        System.out.println(Arrays.toString(vect));
    }

    public static void changeOddValues(int[] numbers) {
        for (int i=0; i<numbers.length; i++) {
            if (numbers[i] % 2 != 0) {
                numbers[i] += globalValue;
            }
        }
    }
}
```



Exemplo de função que não é referencialmente transparente

9

Funções são objetos de primeira ordem (ou primeira classe)

Isso significa que funções podem, por exemplo, serem passadas como parâmetros de métodos, bem como retornadas como resultado de métodos.

```
public class Program {

    public static int compareProducts(Product p1, Product p2) {
        return p1.getPrice().compareTo(p2.getPrice());
    }

    public static void main(String[] args) {

        List<Product> list = new ArrayList<>();

        list.add(new Product("TV", 900.00));
        list.add(new Product("Notebook", 1200.00));
        list.add(new Product("Tablet", 450.00));

        list.sort(Program::compareProducts);

        list.forEach(System.out::println);
    }
}
```

Utilizamos aqui
"method references"

Operador ::

Sintaxe:
Classe::método

10

Tipagem dinâmica / inferência de tipos

```
public static void main(String[] args) {  
    List<Product> list = new ArrayList<>();  
  
    list.add(new Product("TV", 900.00));  
    list.add(new Product("Notebook", 1200.00));  
    list.add(new Product("Tablet", 450.00));  
  
    list.sort((p1, p2) -> p1.getPrice().compareTo(p2.getPrice()));  
  
    list.forEach(System.out::println);  
}
```

11

Expressividade / código conciso

```
Integer sum = 0;  
for (Integer x : list) {  
    sum += x;  
}
```

VS.

```
Integer sum = list.stream().reduce(0, Integer::sum);
```

12

O que são "expressões lambda"?

Em programação funcional, expressão lambda corresponde a uma função anônima de primeira classe.

```
public class Program {

    public static int compareProducts(Product p1, Product p2) {
        return p1.getPrice().compareTo(p2.getPrice());
    }

    public static void main(String[] args) {

        (...)

        list.sort(Program::compareProducts);

        list.sort((p1, p2) -> p1.getPrice().compareTo(p2.getPrice()));

        (...)
    }
}
```

13

Resumo da aula

	Programação Imperativa	Programação Funcional
Como se descreve algo a ser computado (*)	comandos ("como" - imperativa)	expressões ("o quê" - declarativa)
Funções possuem transparência referencial (ausência de efeitos colaterais)	fraco	forte
Objetos imutáveis (*)	raro	comum
Funções são objetos de primeira ordem	não	sim
Expressividade / código conciso	baixa	alta
Tipagem dinâmica / inferência de tipos	raro	comum
Execução tardia (lazy)	raro	comum

Cálculo Lambda = formalismo matemático base da programação funcional

Expressão lambda = função anônima de primeira classe

14

Interface funcional

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

15

Interface funcional

É uma interface que possui um único método abstrato. Suas implementações serão tratadas como expressões lambda.

```
public class MyComparator implements Comparator<Product> {  
    @Override  
    public int compare(Product p1, Product p2) {  
        return p1.getName().toUpperCase().compareTo(p2.getName().toUpperCase());  
    }  
}
```

```
public static void main(String[] args) {  
    (...)  
    list.sort(new MyComparator());  
}
```

16

Algumas outras interfaces funcionais comuns

- Predicate
 - <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/function/Predicate.html>
- Function
 - <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/function/Function.html>
- Consumer
 - <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/function/Consumer.html>
 - Nota: ao contrário das outras interfaces funcionais, no caso do Consumer, é esperado ele possa gerar efeitos colaterais

17

Predicate (exemplo com removelf)

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

18

Predicate

<https://docs.oracle.com/javase/10/docs/api/java/util/function/Predicate.html>

```
public interface Predicate<T> {  
    boolean test(T t);  
}
```

19

Problema exemplo

Fazer um programa que, a partir de uma lista de produtos, remova da lista somente aqueles cujo preço mínimo seja 100.

```
List<Product> list = new ArrayList<>();  
  
list.add(new Product("Tv", 900.00));  
list.add(new Product("Mouse", 50.00));  
list.add(new Product("Tablet", 350.50));  
list.add(new Product("HD Case", 80.90));
```

<https://github.com/acenelio/lambda2-java>

20

Versões:

- Implementação da interface
- Reference method com método estático
- Reference method com método não estático
- Expressão lambda declarada
- Expressão lambda inline

21

Consumer (exemplo com forEach)

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

22

Consumer

<https://docs.oracle.com/javase/10/docs/api/java/util/function/Consumer.html>

```
public interface Consumer<T> {  
    void accept(T t);  
}
```

23

Problema exemplo

Fazer um programa que, a partir de uma lista de produtos, aumente o preço dos produtos em 10%.

```
List<Product> list = new ArrayList<>();  
  
list.add(new Product("Tv", 900.00));  
list.add(new Product("Mouse", 50.00));  
list.add(new Product("Tablet", 350.50));  
list.add(new Product("HD Case", 80.90));
```

<https://github.com/acenelio/lambda3-java>

24

Function (exemplo com map)

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

25

Function

<https://docs.oracle.com/javase/10/docs/api/java/util/function/Function.html>

```
public interface Function<T, R> {  
    R apply(T t);  
}
```

26

Problema exemplo

Fazer um programa que, a partir de uma lista de produtos, gere uma nova lista contendo os nomes dos produtos em caixa alta.

```
List<Product> list = new ArrayList<>();  
  
list.add(new Product("Tv", 900.00));  
list.add(new Product("Mouse", 50.00));  
list.add(new Product("Tablet", 350.50));  
list.add(new Product("HD Case", 80.90));
```

<https://github.com/acenelio/lambda4-java>

27

Nota sobre a função map

- A função "map" (não confunda com a estrutura de dados Map) é uma função que aplica uma função a todos elementos de uma stream.
- Conversões:
 - List para stream: `.stream()`
 - Stream para List: `.collect(Collectors.toList())`

28

Criando funções que recebem funções como argumento

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

29

Recordando

- `removeIf(Predicate)`
- `foreach(Consumer)`
- `map(Function)`

30

Problema exemplo

Fazer um programa que, a partir de uma lista de produtos, calcule a soma dos preços somente dos produtos cujo nome começa com "T".

```
List<Product> list = new ArrayList<>();  
  
list.add(new Product("Tv", 900.00));  
list.add(new Product("Mouse", 50.00));  
list.add(new Product("Tablet", 350.50));  
list.add(new Product("HD Case", 80.90));
```



1250.50

<https://github.com/acenelio/lambda5-java>

31

Stream

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

32

Stream

- É uma sequência de elementos advinda de uma fonte de dados que oferece suporte a "operações agregadas".
 - Fonte de dados: coleção, array, função de iteração, recurso de E/S
- Sugestão de leitura:
<http://www.oracle.com/technetwork/pt/articles/java/streams-api-java-8-3410098-ptb.html>

33

Características

- Stream é uma solução para processar sequências de dados de forma:
 - Declarativa (iteração interna: escondida do programador)
 - Parallel-friendly (imutável -> thread safe)
 - Sem efeitos colaterais
 - Sob demanda (lazy evaluation)
- Acesso sequencial (não há índices)
- Single-use: só pode ser "usada" uma vez
- **Pipeline**: operações em streams retornam novas streams. Então é possível criar uma cadeia de operações (fluxo de processamento).

34

Operações intermediárias e terminais

- O pipeline é composto por zero ou mais operações intermediárias e uma terminal.
- Operação intermediária:
 - Produz uma nova streams (encadeamento)
 - Só executa quando uma operação terminal é invocada (lazy evaluation)
- Operação terminal:
 - Produz um objeto não-stream (coleção ou outro)
 - Determina o fim do processamento da stream

35

Operações intermediárias

- filter
- map
- flatmap
- peek
- distinct
- sorted
- skip
- limit (*)

* *short-circuit*

36

Operações terminais

- `forEach`
- `forEachOrdered`
- `toArray`
- `reduce`
- `collect`
- `min`
- `max`
- `count`
- `anyMatch (*)`
- `allMatch (*)`
- `noneMatch (*)`
- `findFirst (*)`
- `findAny (*)`

** short-circuit*

37

Criar uma stream

- Basta chamar o método `stream()` ou `parallelStream()` a partir de qualquer objeto `Collection`.
<https://docs.oracle.com/javase/10/docs/api/java/util/Collection.html>
- Outras formas de se criar uma stream incluem:
 - `Stream.of`
 - `Stream.ofNullable`
 - `Stream.iterate`

38

Demo - criação de streams

```
List<Integer> list = Arrays.asList(3, 4, 5, 10, 7);
Stream<Integer> st1 = list.stream();
System.out.println(Arrays.toString(st1.toArray()));

Stream<String> st2 = Stream.of("Maria", "Alex", "Bob");
System.out.println(Arrays.toString(st2.toArray()));

Stream<Integer> st3 = Stream.iterate(0, x -> x + 2);
System.out.println(Arrays.toString(st3.limit(10).toArray()));

Stream<Long> st4 = Stream.iterate(new Long[]{ 0L, 1L }, p->new Long[]{ p[1], p[0]+p[1] }).map(p -> p[0]);
System.out.println(Arrays.toString(st4.limit(10).toArray()));
```

39

Pipeline (demo)

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

40

Demo - pipeline

```
List<Integer> list = Arrays.asList(3, 4, 5, 10, 7);  
  
Stream<Integer> st1 = list.stream().map(x -> x * 10);  
System.out.println(Arrays.toString(st1.toArray()));  
  
int sum = list.stream().reduce(0, (x, y) -> x + y);  
System.out.println("Sum = " + sum);  
  
List<Integer> newList = list.stream()  
    .filter(x -> x % 2 == 0)  
    .map(x -> x * 10)  
    .collect(Collectors.toList());  
System.out.println(Arrays.toString(newList.toArray()));
```

41

Exercício resolvido - filter, sorted, map, reduce

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

42

Fazer um programa para ler um conjunto de produtos a partir de um arquivo em formato .csv (suponha que exista pelo menos um produto).

Em seguida mostrar o preço médio dos produtos. Depois, mostrar os nomes, em ordem decrescente, dos produtos que possuem preço inferior ao preço médio.

Veja exemplo na próxima página.

<https://github.com/acenelio/lambda6-java>

43

Input file:

```
Tv,900.00  
Mouse,50.00  
Tablet,350.50  
HD Case,80.90  
Computer,850.00  
Monitor,290.00
```

Execution:

```
Enter full file path: c:\temp\in.txt  
Average price: 420.23  
Tablet  
Mouse  
Monitor  
HD Case
```

<https://github.com/acenelio/lambda6-java>

44

Exercício de fixação

<http://educandoweb.com.br>

Prof. Dr. Nelio Alves

45

Fazer um programa para ler os dados (nome, email e salário) de funcionários a partir de um arquivo em formato .csv.

Em seguida mostrar, em ordem alfabética, o email dos funcionários cujo salário seja superior a um dado valor fornecido pelo usuário.

Mostrar também a soma dos salários dos funcionários cujo nome começa com a letra 'M'.

Veja exemplo na próxima página.

Employee
- name : String
- email : String
- salary : Double

<https://github.com/acenelio/lambda7-java>

46

Input file:

```
Maria,maria@gmail.com,3200.00  
Alex,alex@gmail.com,1900.00  
Marco,marco@gmail.com,1700.00  
Bob,bob@gmail.com,3500.00  
Anna,anna@gmail.com,2800.00
```

Execution:

```
Enter full file path: c:\temp\in.txt  
Enter salary: 2000.00  
Email of people whose salary is more than 2000.00:  
anna@gmail.com  
bob@gmail.com  
maria@gmail.com  
Sum of salary of people whose name starts with 'M': 4900.00
```

<https://github.com/acenelio/lambda7-java>