Modulo 2

Programación Funcional

Docente: Henry Antonio Mendoza Puerta

33.1 Paradigma de programación funcional

A la hora de programar, existen más paradigmas (formas de entender la programación) que la orientación a objetos: imperativa, lógica, orientada a aspectos, ... Uno de ellos, que está muy de moda, es la **programación funcional**. Su origen está en un lenguaje matemático formal, y si lo tenemos que resumir en una frase, podríamos decir que en él, la salida de una función depende solo de los parámetros de entrada.

Los lenguajes funcionales son más expresivos (es decir, hacen más con menos código) y más elegantes. Este tipo de expresiones ya estaban presentes en muchos lenguajes de programación, y era algo que la comunidad demandaba a Java, que lo ha incluido en su versión Java SE 8.

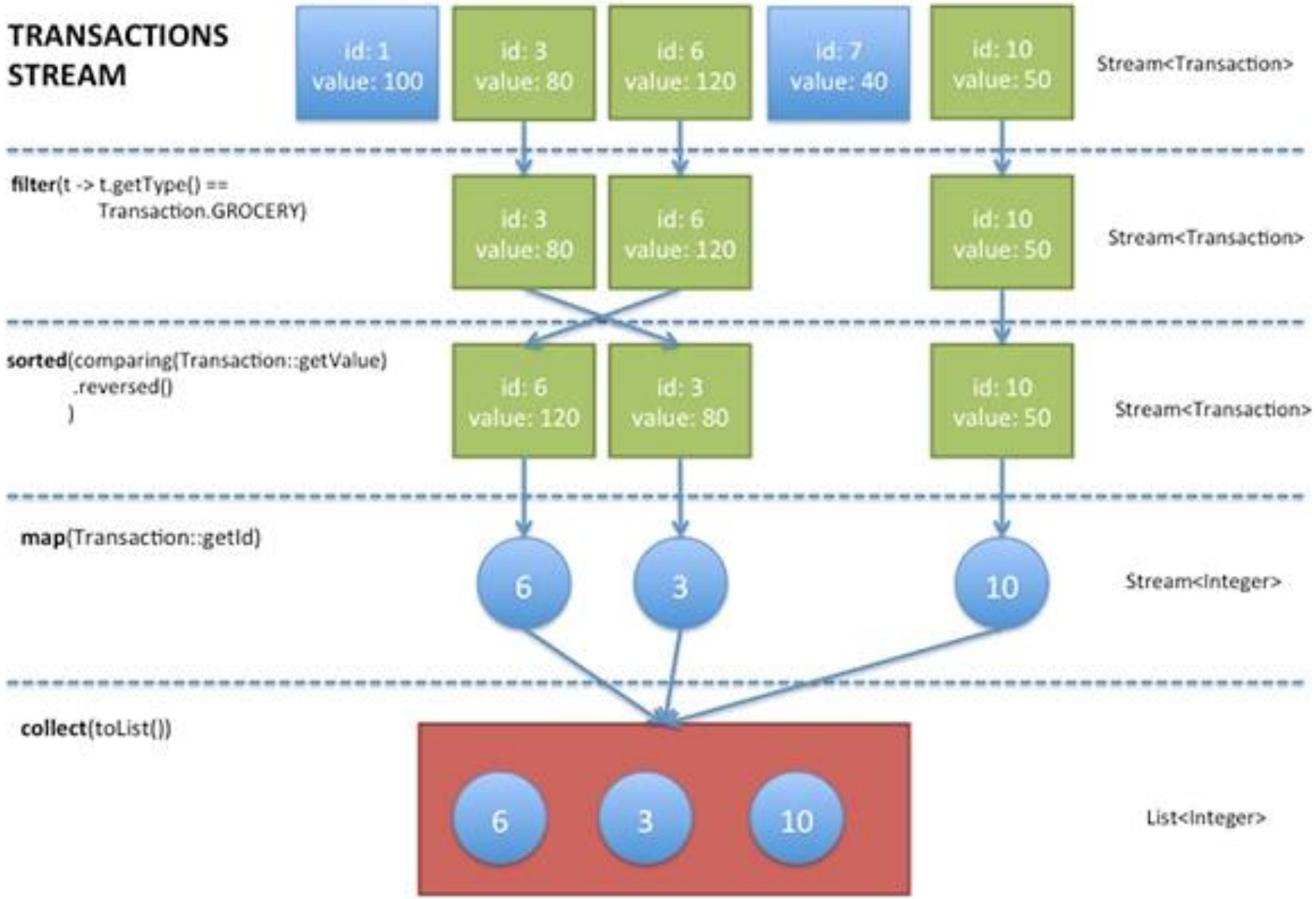
33.2 Expresión lambda

Una expresión lamba no va a ser más que una función anónima, un método abstracto. Su sintaxis es sencilla:

```
() -> expresión

(p1, p2, ...) -> expresión

(p1, p2, ...) -> { sentencia1; sentencia2; .....;}
```


TRANSACTIONS STREAM
id: 1 value: 100
id: 3 value: 80
id: 6 value: 120
id: 7 value: 40
id: 10 value: 50
Stream<Transaction>
filter(t -> t.getType() == Transaction.GROCERY)
id: 3 value: 80
id: 6 value: 120
id: 10 value: 50
Stream<Transaction>
sorted(comparing(Transaction::getValue) .reversed())
id: 6 value: 120
id: 3 value: 80
id: 10 value: 50
Stream<Transaction>
map(Transaction::getId)
6
3
10
Stream<Integer>
collect(toList())
6
3
10
List<Integer>

Expresiones Lambdas- Interfaces Funcionales

14.1 Interfaces

Una interfaz es un *contrato* que compromete a la clase que lo implementa a dar cuerpo a una serie de métodos abstractos. Además, se pueden utilizar como referencias a la hora de crear objetos (que implementen esa interfaz, claro está):

```
List<String> lista = new ArrayList<>();
```

Desde Java SE 8, las interfaces pueden incluir la implementación de algunos métodos, en particular, los métodos anotados con `default` y `static`.

```
public interface Interfaz {

    public void metodo();

    default public void metodoPorDefecto() {
        System.out.println("Este es uno de los nuevos
                    métodos por defecto");
    }

    public static void metodoEstatico() {
        System.out.println("Método estático en
                        un interfaz");
    }

}
```

14.2 Interfaces funcionales

Una interfaz funcional será una interfaz que solamente tenga la definición de un método abstracto. Estrictamente hablando, puede tener varios métodos abstractos, siempre que todos menos uno sobrescriban a un método público de la clase `Object`. Además, pueden tener uno o varios métodos por defecto o estáticos.

Normalmente, son interfaces que implementamos mediante una clase anónima. Muchos de los interfaces que conocemos, como por ejemplo `Comparator`, son interfaces funcionales:

```
Collections.sort(lista, new Comparator<String>() {

    //Ordenamos la cadena por su longitud
    @Override
    public int compare(String str1, String str2) {
        return str1.length()-str2.length();
    }

});
```

Java SE 8 incorpora también la anotación `@FunctionalInterface` que permite al compilador comprobar si una interfaz cumple con las características de ser funcional o no (Eclipse nos proporciona dicha funcionalidad *en directo*, a la par de escribir el código).

Las interfaces funcionales y las expresiones lambda están áltamente ligadas, de forma que allá donde se espere una instancia de una clase que implemente una interfaz funcional, podremos utilizar una expresión lambda.

```
Collections.sort(lista, (str1, str2)-> str1.length()-str2.length());
```

Demo: Ejemplo Lambdas – Interfaces Funcionales

15.1 `Predicate<T>`

El método abstracto es:

```
boolean test(T t);
```

Comprueba si se cumple o no una condición. Se utiliza mucho junto a expresiones lambada a la hora de filtrar:

```
//...
    .filter((p) -> p.getEdad() >=
35l)
```

Se pueden componer predicados más complejos con sus métodos `and`, `or` y `negate`.

15.3 `Function<T, R>`

El método abstracto es:

```
R apply(T t);
```

Sirve para aplicar una transformación a un objeto. El ejemplo más claro es el mapeo de objetos en otros.

```
//...
    .map((p) ->
p.getNombre())
```

Demo: Predicate - Function

Java Stream API

16.1 Introducción

El API Stream es una de las grandes novedades de Java SE 8, junto con las expresiones lambda. Permite realizar operaciones de filtro/mapeo/reducción sobre colecciones de datos, de forma secuencial o paralela.

Un Stream es una secuencia de elementos que soporta operaciones para procesarlos

- Usando expresiones lambda
- Permitiendo el encadenamiento de operaciones (para producir así un código que se lee mucho mejor y es más conciso)
- De forma secuencial o paralela

En Java, los streams vienen definidos por el interfaz `java.util.stream.Stream<T>`.

16.2 Características de un Stream

- Las operaciones intermedias retornan un Stream (permitiendo así el encadenamiento de llamadas a métodos).
- Las operaciones intermedias se encolan, y son invocadas al invocar una operación terminal.
- Solo se puede recorrer una vez; si lo intentamos recorrer una segunda vez, provocará una excepción.
- Utiliza iteración interna en lugar de iteración externa; así nos centramos en qué hacer con los datos, no en como recorrerlos.

16.3 Algunos subtipos de streams

En el caso de que vayamos a utilizar un stream de tipos básicos (`int`, `long` y `double`), Java nos proporciona las interfaces `IntStream`, `LongStream` y `DoubleStream`.

16.4 Formas de obtener un stream

- `Stream.of(...)`: retorna un stream secuencial y ordenado de los parámetros que se le pasan.
- `Arrays.streams(T[] t)`: retorna un stream secuencial a partir del array proporcionado. Si el array es de tipo básico, se retorna un subtipo de `Stream`.
- `Stream.empty()`: retorna un stream vacío.
- `Stream.iterate(T, UnaryOperator<T>)`: devuelve un stream infinito, ordenado y secuencial. Lo hace a partir de un valor y de aplicar una función a ese valor. Se puede limitar el tamaño con `limit(long)`.
- `Collection.stream()` y `Collection.parallelStream()`: devuelve un stream (secuencial o paralelo) a partir de una colección.
- `Collection.generate`: retorna un stream infinito, secuencial y no ordenado a partir de una instancia de `Supplier` (o su correspondiente expresión lambda).

16.5 Operaciones intermedias

Son operaciones que devuelven un `Stream`, y por tanto, permiten encadenar llamadas a métodos. Sirven, entre otras funcionalidades, para filtrar y transformar los datos.

16.5.1 Operaciones de filtrado

- `filter(Predicate<T>)`: nos permite filtrar usando una condición.
- `limit(n)`: nos permite obtener los n primeros elementos.
- `skip(m)`: nos permite *obviar* los m primeros elementos.

16.5.2 Operaciones de mapeo

- `map(Function<T,R>)`: nos permite transformar los valores de un stream a través de una expresión lambda o una instancia de `Function`.
- `mapToInt(...)`, `mapToDouble(...)` y `mapToLong(...)` nos permite transformar a tipos básicos, obteniendo `IntStream`, `DoubleStream` o `LongStream`, respectivamente.

16.6 Operaciones terminales

Provocan que se ejecuten todas las operaciones intermedias. Las hay de varios tipos:

- Para consumir los elementos (por ejemplo, `forEach`)
- Para obtener datos de un stram (agregación)
- Para recolectar los elementos y transformarlos en otro objeto, como una colección.

Demo: Filtrado-Mapeo-ForEach

17.1 Métodos de búsqueda

Son un tipo de operaciones terminales sobre un stream, que nos permiten:

- Identificar si hay elementos que cumplen una determinada condición
- Obtener (si el stream contiene alguno) determinados elementos en particular.

Algunos de los métodos de búsqueda son:

- `allMatch(Predicate<T>)`: verifica si todos los elementos de un stream satisfacen un predicado.
- `anyMatch(Predicate<T>)`: verifica si algún elemento de un stream satisface un predicado.
- `noneMatch(Predicate<T>)`: opuesto de `allMatch(…)`
- `findAny()`: devuelve en un `Optional<T>` un elemento (cualquiera) del stream. *Recomendado en streams paralelos.*
- `findFirst()` devuelve en un `Optional<T>` el primer elemento del stream. *NO RECOMENDADO en streams paralelos.*

Demo: Metodos de Busqueda

18.1 Métodos de datos y cálculo

Los streams nos ofrecen varios tipos de métodos terminales para realizar operaciones y cálculos con los datos. Durante el curso trabajaremos con tres tipos:

- Reducción y resumen (en esta lección)
- Agrupamiento
- Particionamiento

18.2 Métodos de reducción

Son métodos que reducen el stream hasta dejarlo en un solo valor.

- `reduce(BinaryOperator<T>):Optional<T>` realiza la reducción del Stream usando una función asociativa. Devuevle un `Optional`
- `reduce(T, BinaryOperator<T>):T` realiza la reducción usando un valor inicial y una función asociativa. Se devuelve un valor como resultado.

18.3 Métodos de resumen

Son métodos que resumen todos los elementos de un stream en uno solo:

- `count`: devuelve el número de elementos del stream.
- `min(...), max(...)`: devuelven el máximo o mínimo (se puede utilizar un `Comparator` para modificar el orden natural).

18.4 Métodos de ordenación

Son operaciones intermedias, que devuelven un stream con sus elementos ordenados.

- `sorted()` el stream se ordena según el orden natural.
- `sorted(Comparator<T>)` el stream se ordena según el orden indicado por la instancia de `Comparator`.

Demo: Metodos de Datos y Calculos

19.1 Uso de `map`

`map` es una de las operaciones intermedias más usadas, ya que permite la transformación de un objeto en otro, a través de un `Function<T, R>`. Se invoca sobre un `Stream<T>` y retorna un `Stream<R>`. Además, es muy habitual realizar transformaciones sucesivas.

```
lista
    .stream()
    .map(Persona::getNombre)
    .map(String::toUpperCase)

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

19.2 Uso de `flatMap`

Los streams sobre colecciones de un nivel permiten transformaciones a través de `map` pero, ¿qué sucede si tenemos una colección de dos niveles (o una dentro de objetos de otro tipo)?:

```
public class Persona {

    private String nombre;
    private List<Viaje> viajes = new
ArrayList<>();

  //resto de atributos y métodos
}
```

Para poder trabajar con la colección interna, necesitamos un método que nos unifique un `Stream<Stream<T>>` en un solo `Stream<T>`. Ese es el cometido de `flatMap`.

```
lista
    .stream()
    .map((Persona p) -> p.getViajes())
    .flatMap(viajes ->
viajes.stream())
    .map((Viaje v) -> v.getPais())
    .forEach(System.out::println);
```

También tenemos disponibles las versiones primitivas `flatMapToInt`, `flatMapToLong` y `flatMapToDouble`:

```
Arrays
     .stream(numeros)
     .flatMapToInt(x ->
Arrays.stream(x))
     .map(IntUnaryOperator.identity())
     .distinct()
     .forEach(System.out::println);
```

Demo: Map - FlatMap

19.3 Collectors

Los *collectors* nos van a permitir, en una operación terminal, construir una collección *mutable*, el resultado de las operaciones sobre un *stream*.

19.3.1 Colectores "básicos"

Nos permiten operaciones que recolectan todos los valores en uno solo. Se solapan con alguans operacinoes finales ya estudiadas, pero están presentes porque se pueden combinar con otros colectores más potentes.

- `counting`: cuenta el número de elementos.
- `minBy(…)`, `maxBy(…)`: obtiene el mínimo o máximo según un comparador.
- `summingInt`, `summingLong`, `summingDouble`: la suma de los elementos (según el tipo).
- `averagingInt`, `averagingLong`, `averagingDouble`: la media (según el tipo).
- `summarizingInt`, `summarizingLong`, `summarizingDouble`: los valores anteriores, agrupados en un objeto (según el tipo).
- `joinning`: unión de los elementos en una cadena.

19.3.2 Colectores “grouping by”

Hacen una función similar a la cláusula GROUP BY de SQL, permitiendo agrupar los elementos de un stream por uno o varios valores. Retornan un `Map`.

```
Map<String, List<Empleado>> porDepartamento =
   empleados
     .stream()

.collect(groupingBy(Empleado::getDepartamento));
```

Se pueden usar en conjunción cno los colectores básicos, o con otro colector *grouping by*:

```
Map<String, Long> porDepartamentoCantidad =
   empleados
      .stream()
      .collect(groupingBy(Empleado::getDepartamento, counting()));

Map<String, Map<Double, List<Empleado>>> porDepartamentoYSalario =
   empleados
     .stream()
     .collect(groupingBy(Empleado::getDepartamento,
groupingBy(Empleado::getSalario)));
```

También tenemos los colectores *partitioning*, que nos agrupan los resultados dos conjuntos, según si cumplen una condición:

```
Map<Boolean, List<Empleado>> salarioMayorOIgualque32000 =
   empleados
     .stream()
     .collect(partitioningBy(e -> e.getSalario() >=
32000));
```

19.3.3 Colectores “Collection”

Producen como resultado una colección: List, Set y Map.

```
Set<Empleado> setEmpleados = empleados.stream().collect(Collectors.toSet());
List<Empleado> listEmpleados = empleados.stream().collect(Collectors.toList());
Map<String, Double> mapEmpleados = empleados.stream().distinct()
                .collect(Collectors.toMap(Empleado::getNombre,
Empleado::getSalario));
```

Demo: Collectors

`filter` es una operación intermedia, que nos permite *eliminar* del *stream* aquellos elementos que no cumplen con una determinada condición, marcada por un `Predicate<T>`.

```
personas
            .stream()
            .filter(p -> p.getEdad() >= 18 && p.getEdad() <= 65)
            .forEach(persona -> System.out.printf("%s (%d años)%n", persona.getNombre(),
persona.getEdad()));
```

Es muy combinable con algunos métodos como `findAny` o `findFirst`:

```
Persona p1 = personas
                        .stream()
                        .filter(p ->
p.getNombre().equalsIgnoreCase("Andrés"))
                        .findAny()
                        .orElse(new Persona());
```

Y se puede usar también en streams sobre colecciones tipo `Map`.

```
Map<Integer, Persona> personas = new HashMap<>();
//Inicialización
personas.entrySet()
            .stream()
            .filter(map -> map.getKey() >= 5)
            .collect(Collectors.toMap(p -> p.getKey(), p -> p.getValue()))
            .forEach((key, value) -> System.out.printf("%d: %s%n", key,
value.getNombre()));
```

Demo: Filter

21.1 Referencias a métodos

Las referencias a métodos son una forma de hacer nuestro código aun más conciso:

```
public class Persona {
//…
 public static int
   compararPorEdad(Persona a, Persona b) {
      return a.fechaNacimiento
             .compareTo(b.fechaNacimiento);
 }
}

//...

List<Persona> personas = //...

// De menos a más "conciso"
personas.sort((Persona p1, Persona p2) -> {
   return p1.getFechaNacimiento()
      .compareTo(p2.getFechaNacimiento());
});

personas.sort((p1, p2) -> p1.getFechaNacimiento()
            .compareTo(p2.getFechaNacimiento()));

personas.sort(Persona::compararPorEdad);
```

21.2 Tipos de referencias a métodos

- `Clase::metodoEstatico`: referencia a un método estático.
- `objeto::metodoInstancia`: referencia a un método de instancia de un objeto concreto.
- `Tipo::nombreMetodo`: referencia a un método de instancia de un objeto arbitrario de un tipo en particular.
- `Clase::new`: referencia a un constructor.

Demo: Referencias a Metodos

Demo: Ponemos en práctica todo los elementos del API stream trabajando conjuntamente - SistemaMeteorologico

Referencias

- https://www.mkyong.com/tutorials/java-8-tutorials/
- https://github.com/gitHAMP/Java8Streams
- https://youtu.be/lWphskDdJR8