Visão Geral de *Generics* e *Collections*

Prof. Jeferson Souza, MSc. (thejefecomp)

jeferson.souza@udesc.br

UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

JOINVILLE
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

Introdução aos Generics e as Collections

Olha lá professor, o que são os famosos Generics e Collections?

Ao que tudo indica, até este exato momento, o conhecimento a respeito dos *Generics* e das *Collections* é muito incipiente, a considerar a probabilidade de não se ter tido consciência de suas utilizações. Os famosos *Generics* e *Collections* são fundamentais na Linguagem Java, a constituirem formas de representação de tipos de maneira generalizada (i.e. *Generics*), e fornecimento de diferentes estruturas de dados e algoritmos associados às referidas estruturas (i.e. *Collections*).

Introdução aos Generics e às Collections

Prazer, Generics, somos os shapeshifters da Linguagem Java

Sua definição é generalizada, a compor uma característica importante da Linguagem Java na especificação de modelos e escrita de código-fonte independente do tipo de dado utilizado. Os *Generics* foram introduzidos na linguagem Java a partir da versão 1.5 (Java 5 para os mais íntimos), e o seu principal objetivo é permitir a referida generalização de uma forma distinta da alcançada por meio de uma hierarquia de Classes ou *Interfaces* tradicional, a ser o compilador responsável pela automatização.

Introdução aos Generics e às Collections

Prazer, Collections, as "caixinhas" (i.e. tupperwares) da Linguagem Java

As coleções especificam formas distintas de armazenar e manipular dados, a representar implementações de algoritmos e estruturas de dados disponibilizadas pela Linguagem Java para o desenvolvimento de programas.

Generics

Como funcionam os Generics?

Ao entrar-se nos detalhes que compõe o domínio dos tipos genéricos da Linguagem Java, fica-se frente a frente com um conceito aplicado no domínio das linguagens de programação chamado de **Type Erasure** [GoslingEtAl, 2021]. De forma simplificada, **Type Erasure** pode ser definido pela operação de substituição de tipos necessária para o bom andamento do programa, a representar a troca de um tipo por outro de acordo com o contexto e domínio associado à referida troca. No caso dos *Generics*, o uso de **Type Erasure** permite a troca de um tipo de dados genérico por um outro tipo de dados concreto (que pode ser inclusive o *Object*) no momento da compilação do programa.

Generics

Mas se os tipos são substituídos, não é mais fácil usar diretamente o tipo concreto?

No momento que tem-se a necessidade de especificar um dado comportamento que pode ser aplicado a um conjunto inimaginável de elementos, o uso dos *Generics*, alcançado pela automatização fornecida pelo compilador da Linguagem Java, torna-se obrigatório. As *Collections* são o principal exemplo de uso de *Generics* na Linguagem Java. Todas as estruturas de dados disponíveis podem ser parametrizadas com qualquer tipo definido na Linguagem, ou diretamente pelo programa desenvolvido.

Generics - Convenção de Nomes

Como definir o nome de um tipo de dado genérico?

Teoricamente, um tipo de dado genérico da Linguagem Java pode receber qualquer nome que seja do agrado do projetista do modelo e/ou do desenvolvedor do código-fonte, desde que o nome não viole nenhuma restrição imposta pela linguagem. Entretanto, existem algumas convenções de nomes seguidas pela Linguagem Java que tornam mais simples a identificação e utilização dos *Generics*. Vamos a elas!

Generics - Convenção de Nomes

Convenção de nomes para tipos genéricos [Boyarsky&Selikoff, 2016]

- **E** para elemento;
- **K** para uma chave em um mapa;
- **V** para um valor em um mapa;
- **N** para um número;
- **T** para um tipo de dado genérico;
- **S,U,V**, e assim por diante, para múltiplos tipos de dados genéricos;

Generics

Para generalizar basta parametrizar...

Para definir qualquer elemento que use um tipo de dado genérico, basta parametrizar o referido elemento. *Interfaces*, Classes, e Métodos podem ser parametrizados para que permitam o uso dos *Generics*. Essa parametrização é realizada diretamente no código-fonte, por meio do uso do operador *diamond* na definição da *Interface*, Classe, ou Método onde o tipo de dado genérico vai ser especificado pela primeira vez.

Generics - Exemplo de Definição de Interface Genérica

Definição de Interface Genérica

```
public interface Controle<T>{
    boolean ligar(T equipamento);
    boolean desligar(T equipamento);
    ...
}
```

Tá, então o T é o tipo genérico?

Exatamente! O *T* é o tipo genérico utilizado na especificação da *Interface Controle*. Como o tipo *T* foi definido diretamente na especificação da *Interface* Controle, pode-se utilizá-lo livremente dentro do escopo da referida *Interface*.

Generics - Exemplo de Concretização de Interface Genérica

Concretizar Interface Genérica com tipo Concreto

```
public class ControleImpl implements Controle<ArCondicionado>{
  public boolean ligar(ArCondicionado equipamento){
    ...
  }
  public boolean desligar(ArCondicionado equipamento){
  ...
  }
}
```

A especificação do tipo concreto só precisa ser fornecida na implementação da *Interface*

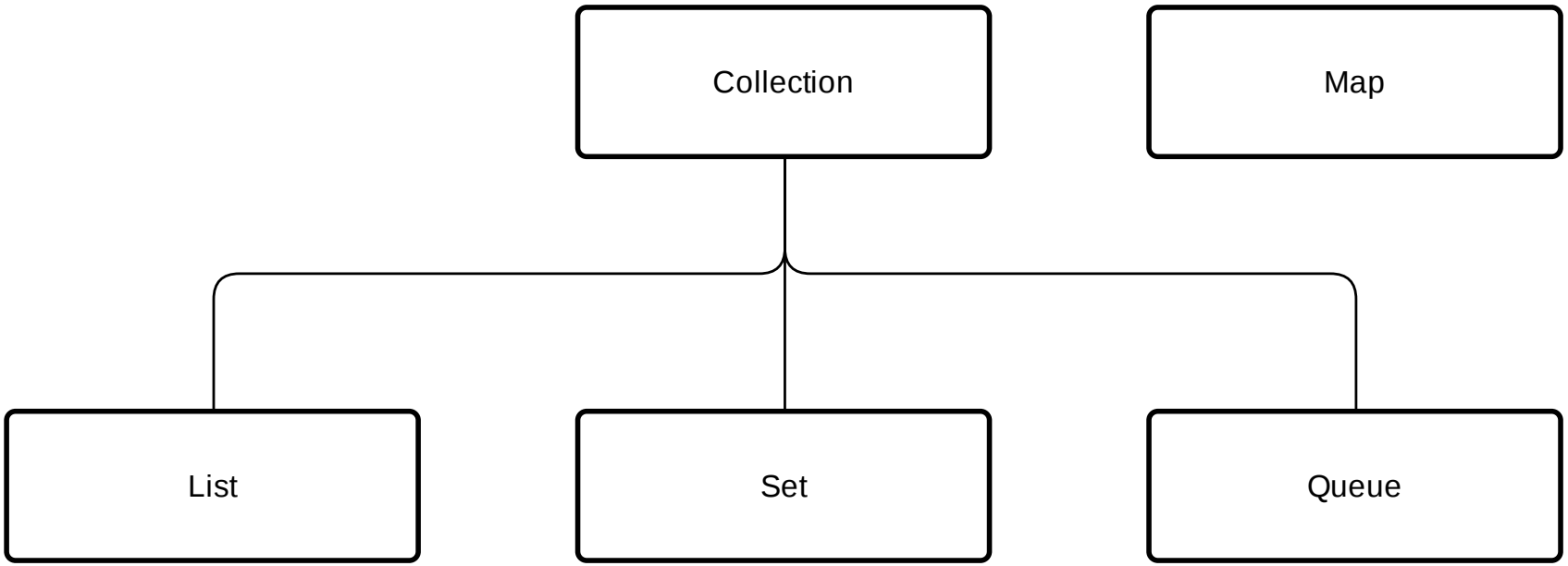
Generics - Exemplo de Concretização de Interface Genérica

Concretizar Interface Genérica com tipo Genérico

```
public class ControleImpl<T> implements Controle<T>{
  public boolean ligar(T equipamento){
    ...
  }
  public boolean desligar(T equipamento){
  ...
  }
}
```

A definição do tipo genérico precisa ser estendida para a especificação da classe *ControleImpl*.

Generics - As Interfaces Genéricas das Collections



As Interfaces Genéricas da Linguagem Java presentes nas *Collections* [Boyarsky&Selikoff, 2016]

Generics - Exemplo de Extensão de Interface Genérica

Olha a List ai gente!

```
public interface List<E> extends Collection<E>{
   ...
}
```

Eeeee lá! Então o E é o tipo genérico de List?

Exatamente! O *E* é o tipo genérico utilizado na especificação da *Interface List*. Percebe-se que o tipo *E* é oriundo da *Interface* Collection, e como não recebeu um tipo concreto em *List*, sua definição precisa ser estendida para *List*.

Generics - Exemplo de Definição de Classe Genérica

Definição de Classe Genérica

```
public class Aquecedor<E>{
  public boolean aquece(E entidade, Float
temperaturaAlvo){
    ...
  }
  public void arrefece(E entidade){
    ...
  }
}
```

A definição do tipo genérico está presente diretamente na especificação da classe *Aquecedor*.

Generics - Exemplo de Definição de Método Genérico

Definição de Método Genérica

public <T> boolean realizarComputacao(T tipo){...}

No caso da definição de métodos com *Generics*, o tipo genérico é definido juntamente com a especificação do método, a indicar um tipo que é independente da especificação da classe onde o método é declarado.

Generics - Exemplo de Definição de Método Genérico

Definição de Método Estático Genérica

```
public static <T> boolean realizarComputacao(T tipo){...}
public static <T> T getEntidade(Long id){...}
```

A única forma de uso de *Generics* com métodos estáticos é definir o tipo genérico juntamente com a especificação do método, a indicar, portanto, um tipo que é independente da especificação da classe onde o método é declarado.

Generics - Limites de tipos

Limites de tipos

Até o momento foi visto que pode-se definir tipos genéricos, que após a realização de *Type erasure* podem resultar na substituição dos referidos tipos até mesmo pela classe Object, a não oferecer muitos limites naquilo que pode ser aceito por uma dada referência de Classe, *Interface*, ou ainda parâmetros de um dado método. Para tal, existem os limites de tipos, os quais podem ser especificados por meio do *wildcard* "**?**".

Generics - Limites de tipos

Antes de saber o que é o wildcard "?"...

Os tipos genéricos "sem limites" que não são especificados com o wildcard "?", tal como na definição:

public class Aquecedor<E>{ ... }

são verificados em tempo de compilação, a ter a clara garantia que serão substituidos por tipos concretos disponíveis no momento da execução do programa. Esses tipos concretos que o compilador tem a certeza que estarão disponíveis em tempo de execução são chamados de **Reifiable types**, i.e., toda a classe, interface, e derivados presentes no *classpath* do programa em tempo de compilação.

Generics - Limites de tipos

O wildcard "?"...

O *wildcard* "**?**" representa um tipo genérico desconhecido, o qual não se consegue saber nada a respeito até o momento da execução do programa. É esse tipo genérico desconhecido que é utilizado como base para especificação dos limites de tipos genéricos.

Generics - Limites de tipos

Três formas de uso do wildcard "?"...

Existem três (3) formas de uso do *wildcard* "**?**" [Boyarsky&Selikoff, 2016]:

Tipo de limite	**Sintaxe**	**Exemplo**
wildcard sem limite	**?**	List<?> lista = **new** ArrayList<String>();
wildcard com limite superior	**? extends tipo**	List<? **extends** Exception> lista = **new** ArrayList<RuntimeException>();
wildcard com limite inferior	**? super tipo**	List<? **super** Exception> lista = **new** ArrayList<Object>();

Generics - Limites de tipos

O wildcard "?" sem limite (Imutável)...

O *wildcard* "**?**" sozinho pode representar qualquer tipo de dado disponível no momento da execução do programa. Ao utilizar o wildcard "**?**" sem limites, o desenvolvedor informa ao compilador da linguagem Java que qualquer tipo de dado pode ser aceito. **Detalhe: o wildcard "?" sem limite é imutável**. Exemplo [Boyarsky&Selikoff, 2016]:

```
public static void imprimeLista(List<?> lista){
  for (Object x : lista) System.out.println(x);
}
```

O método *imprimeLista()* aceita imprimir qualquer tipo de lista: List<Integer>, List<String>, e até mesmo List<Object>. Percebam que List<Integer> é um tipo diferente de List<Object>, e é por essa razão que deve-se utilizar o *wildcard* "?" para poder aceitar qualquer tipo de lista.

Generics - Limites de tipos

O wildcard "?" com limite superior (Imutável)...

O *wildcard* "**?**" utilizado com limite superior usa o poder hierárquico fornecido pela linguagem Java para limitar a "classe pai" de um tipo de dado aceito pela definição de Classe, *Interface* ou método especificado. Para tal, a palavra reservada **extends** indica a Classe/*Interface* utilizada como limite superior. **Detalhe: o wildcard "?" com limite superior é imutável**. Exemplo [Boyarsky&Selikoff, 2016]:

```
public static long total(List<? extends Number> lista){
   long contador = 0;
   for (Number numero : lista){
     contador += numero.longValue();
     return contador;
}
```

O método *total()* aceita contar listas de números, i.e. List<Integer>, List<Float>, etc.

Generics - Limites de tipos

O wildcard "?" com limite inferior...

O *wildcard* "**?**" utilizado com limite inferior também utiliza o poder hierárquico fornecido pela linguagem Java. No caso dos limites inferiores têm-se um poder adicional: as definições de Classes, *Interfaces*, e métodos aceitam a especificação de **atributos/variáveis/parâmetros que podem ser modificados**. Para tal, a palavra reservada **super** indica a classe/interface utilizada como limite inferior. Exemplo [Boyarsky&Selikoff, 2016]:

```
public static long adicionaSom(List<? super String> lista){
  lista.add("quack");
}
```

O método *adicionaSom()* aceita adicionar qualquer objeto que possa ser utilizado como um objeto do tipo String. Isso implica que caso o limite inferior contenha classes herdeiras, qualquer classe herdeira poderá ser adicionada.

Generics - Limites de tipos

Detalhes importantes sobre o uso do wildcard "?"...

- O uso de *wildcard* **sem limite** ou **com limite superior** implica na **definição de atributos/variáveis/parâmetros imutáveis**;
- Não se pode substituir o *wildcard* "?" por qualquer outro tipo, a incluir um tipo genérico. Exemplo: <C **super String**> não pode substituir <? **super String**>;
- No caso dos limites inferiores, os quais não são imutáveis, só se pode realizar operações que modificam tipos de dados da Classe/*Interface* especificada pelo limite em questão, ou suas classes herdeiras.

Generics - Limites de tipos (Continuação)

Detalhes importantes sobre o uso do wildcard "?"...

- Ainda em relação aos limites inferiores, aceita-se a atribuição de, por exemplo, qualquer estrutura de dado especificada com base em Classes/*Interfaces* que estejam em posições hierárquicas superiores à da Classe/Interface que representa o limite inferior. Entretanto, somente Classes/*Interfaces* que fizerem parte da hierarquia onde o limite inferior for a Classe/*Interface* pai poderão ser adicionadas à referida estrutura.

Detalhe importante dos limites inferiores...

```
List<? super String> lista = new ArrayList<String>();
List<? super String> listaStr = new ArrayList<Object>();
lista.add("quack");
listaStr.add("piu-piu");
listaStr.add( new Object()); //Não aceita Object por estar a ser utilizada com a referência lista1, a qual possui limite inferior.
```

Generics - Limitações de uso

Algumas limitações no uso de Generics [Boyarsky&Selikoff, 2016]

- Não pode-se criar uma instância (i.e. objeto) com base em um tipo genérico, i.e., **new T()**, onde T é o nome de um tipo genérico;
- Não pode-se criar diretamente arrays de tipos genéricos, de forma similar à criação de instâncias referida anteriormente;
- Não pode-se utilizar o operador **instanceof** com um tipo genérico;
- Não pode-se utilizar diretamente um tipo primitivo em substituição a um tipo genérico, já que existem as classes *Wrappers* (i.e. Integer, Float, etc...) a representar os referidos tipos;
- Não pode-se criar atributos/variáveis estáticas com tipos genéricos.

Bibliografia

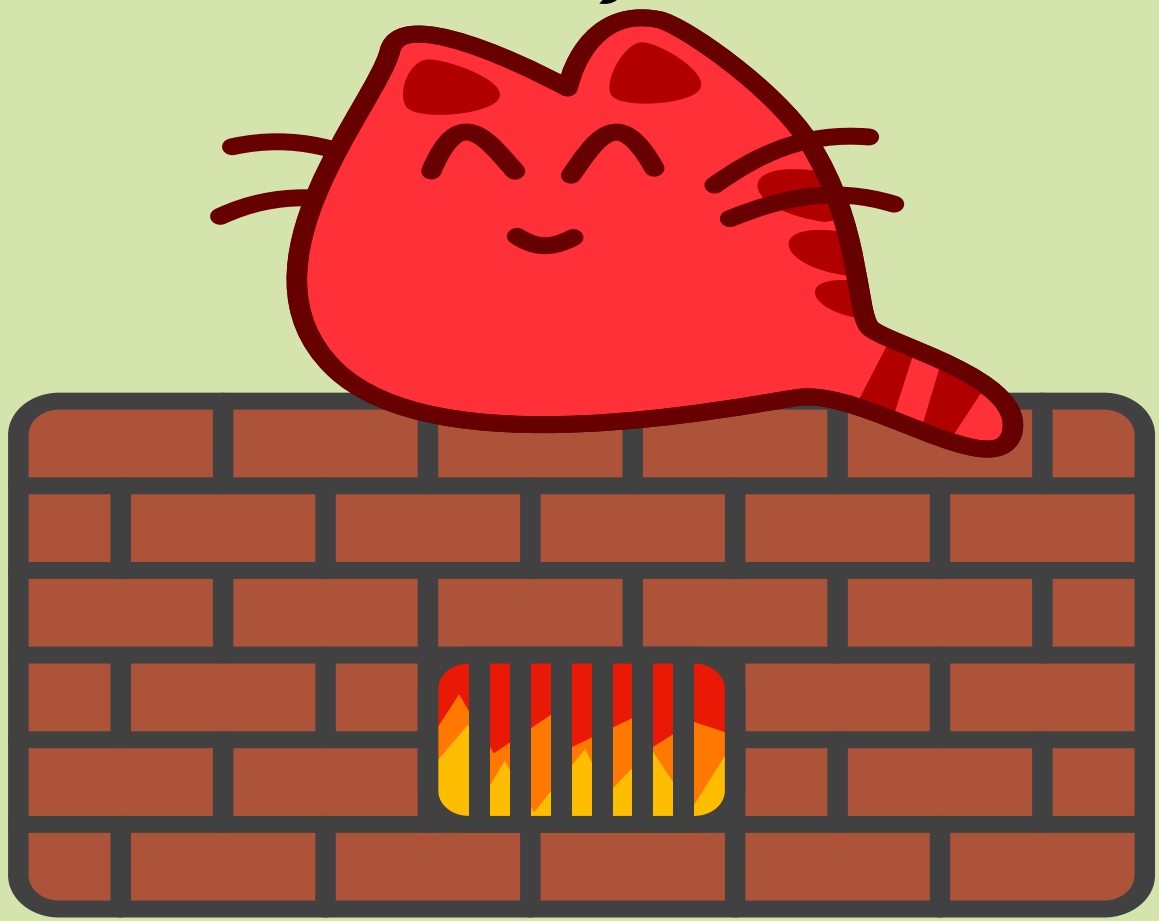
GOSLING, J.; JOY, B.; STEELE, G.; BRACHA, G.; BUCKLEY, A.; SMITH, D.; BIERMAN, G. **"The Java Language Specification: Java SE 16 Edition"**. Oracle. 2021. Disponível em: `https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se16/jls16.pdf`. Acesso em: 12 Jul. 2021.

BOYARSKY, J. and SELIKOFF, S. **"Oracle Certified Associate Java SE 8 Programmer I: Study Guide"**. Sybex. Indianapolis, Indiana, USA. 2015.

Bibliografia (Continuação)

BOYARSKY, J. and SELIKOFF, S. **“Oracle Certified Associate Java SE 8 Programmer II: Study Guide”**. Sybex. Indianapolis, Indiana, USA. 2016.

That's it folks!



Thank you for your attention!