Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos

Eduardo Figueiredo
http://www.dcc.ufmg.br/~figueiredo
reuso.software@gmail.com

02 Abril 2012

Agenda da Aula

- Introdução a desenvolvimento de software orientado a aspectos
- Interesses centrais e interesses transversais
- Elementos da linguagem AspectJ
  - Pontos de corte e adendos
  - Declarações inter-tipo

Motivação

- Queremos desenvolver software de qualidade
  - Reusável
  - Flexível
  - Confiável, etc.
- A complexidade de software é sempre crescente
  - Traz novos desafios para o desenvolvimento de software

Aspectos...

- Desenvolvimento de software orientado a aspectos (DSOA)
  - Abordagem para desenvolvimento baseada em uma nova abstração: aspecto
- DSOA é usado em conjunto com outras abordagens
  - Geralmente com orientação a objetos (OO)

Um pouco de história

Para contornar a complexidade de um problema, deve-se resolver uma questão importante por vez

Dijkstra, 1976

- Separação de interesses
  - Paradigmas de desenvolvimento de software evoluem para apoiar uma melhor separação de interesses

Programação Estruturada

- Funções e procedimentos
  - Abstrações para ações
- Dados
  - Informação manipulada pelas ações
- Ações e dados são projetados separadamente
  - Inaugurou a era da programação em alto nível

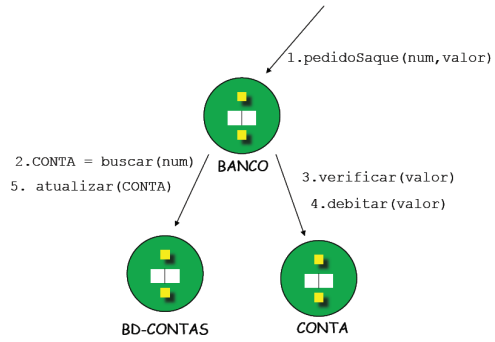
Programação OO

- Abstrações mais próximas do mundo real (problema do cliente)
  - Objetos, não funções
- Objetos reúnem dados e ações em uma mesma entidade
- Um programa OO é um monte de objetos dizendo aos outros o que fazer
  - Troca de mensagens

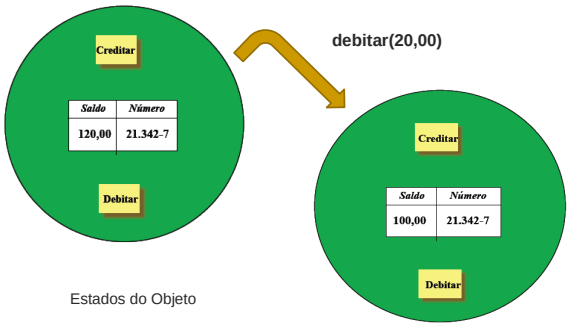
Exemplos de objetos

- Banco
  - Entidade financeira
- Conta
  - Uma conta bancária de um cliente
- Banco de Dados (de Contas)
  - Arquivo que armazena as contas dos clientes

A operação sacar



Objeto Conta



Estados do Objeto

Definição da Classe (Java)

```
public class Conta {
  private String numero;
  private double saldo;

  ...
  public void debitar (double valor) {
    if (this.getSaldo() >= valor)
      this.setSaldo(this.getSaldo()-valor);
    else
      //erro!
  }
  public void creditar (double valor) {
    this.setSaldo(this.getSaldo()+valor);
  }
}
```

Problemas de OO

- Complexidade de software sempre aumenta
- Fatores de qualidade não são adequadamente tratados
- Separação de interesses em OO
  - Oferece suporte a implementação de requisitos funcionais
  - Não se preocupa com os requisitos não funcionais

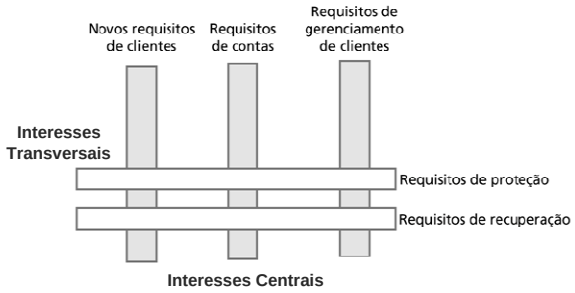
Alguns tipos de interesses

- Interesse funcional
  - Relacionado à uma funcionalidade específica a ser incluída em um sistema
- Interesse de qualidade de serviço
  - Relacionado ao comportamento não funcional
- Interesse organizacional
  - Relacionado aos objetivos e às prioridades da organização
- Interesse de sistema
  - Relacionado à atributos do sistema como um todo

Interesses transversais

- São interesses cuja implementação atravessa uma série de componentes de programa
- Interesses transversais resultam em dois problemas no código
  - Espalhamento (*scattering*)
  - Entrelaçamento (*tangling*)
- Causam problemas quando mudanças devem ser feitas em um interesse

Representação

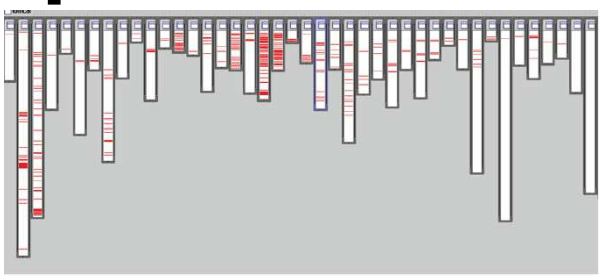


Exemplo: *Logging*

```
public class Conta {
  private String numero;
  private double saldo;
  ...
  public void debitar (double valor) {
    if (this.getSaldo() >= valor){
      this.setSaldo(this.getSaldo()-valor);
      System.out.println("ocorreu um debito!");
    }...
  }...
}
```

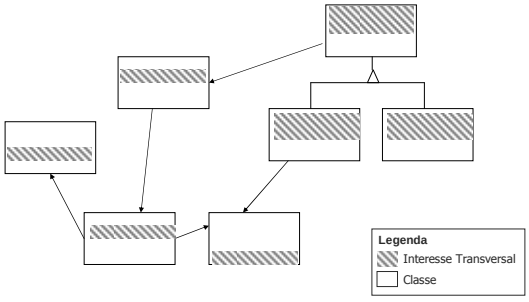
O código em vermelho implementa *Logging* e se espalha por várias partes do sistema

Logging no Tomcat

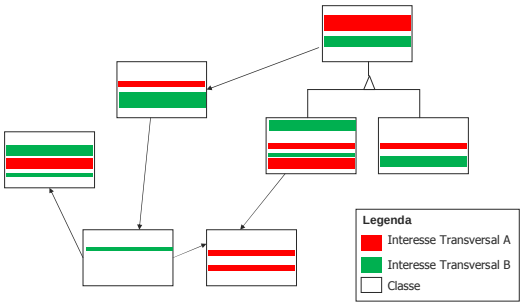


O código em vermelho implementa *Logging* e se espalha por várias partes do sistema

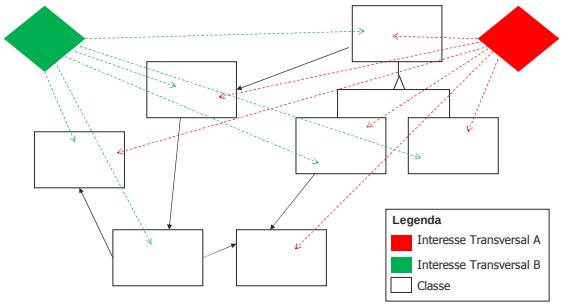
Espalhamento



Entrelaçamento



Solução com Aspectos



Definições de DSOA

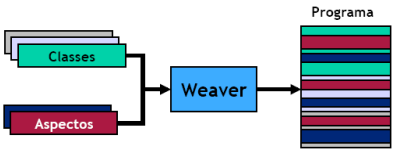
- Um aspecto é uma abstração que implementa um interesse transversal
  - Contém informações de onde deve ser incluído código do interesse
- Um ponto de junção é o local no programa onde pode ser incluído código do interesse
- Um ponto de corte é um conjunto de pontos de junção

Definições de DSOA

- Adendo é o código que implementa o comportamento do interesse
  - Semelhante a um método em classes
- Declarações inter-tipo são métodos, atributos e relacionamentos que implementam o interesse
  - Elementos de associação estática com as classes

DSOA

- Complementa a orientação a objetos
  - Não existe programa que só possuem aspectos
- Classes e aspectos são “costurados” juntos pelo *Weaver*



AspectJ

AspectJ

- Linguagem orientada a aspectos mais madura e difundida
- Extensão simples da linguagem Java
  - Gera arquivos .class compatíveis com a máquina virtual Java (JVM)
- Possui bom suporte de ferramenta
  - AspectJ Development Tools (AJDT)
  - Integrado a plataforma Eclipse

Extensões de AspectJ

- Pontos de Junção
- Pontos de Corte
- Adendos
- Declarações Intertipo

Extensões de AspectJ

- **Pontos de Junção**
- Pontos de Corte
- Adendos
- Declarações Intertipo

Modelo de Pontos de Junção

- Define como e onde será feita a junção entre classes e aspectos
- Exemplos
  - Chamada a métodos e construtores
  - Execução de métodos e construtores
  - Instanciação de objetos
  - Acesso e atualização de dados, etc.

Exemplos de Pontos de Junção

- Chamadas ao método **creditar** da classe **Conta**
  - call(void Conta.creditar(double))
- Acessos para leitura do atributo **numero** na classe **Conta**
  - get(String Conta.numero)

Quantificação

- Podemos usar coringas para indicar mais pontos de junção
  - Maior expressividade
- Tipos de coringas
  - ***** denota qualquer tipo e qualquer quantidade de caractere
  - **+** denota qualquer subclasse da classe
  - **..** denota qualquer quantidade de parâmetros

Exemplos de Quantificação

- Todas as chamadas a qualquer método da classe Cliente que tenham apenas um parâmetro e retorne void
  - **call(void Cliente.*(*))**
- Todas as chamadas a métodos começando com set e qualquer quantidade de parâmetros na classe Conta
  - **call(* Conta.set*(..))**

Outros Exemplos

- Chamadas a qualquer método set* da classe conta e suas subclasses
  - **call(* Conta+.set*(..))**
- Acessos de leitura de qualquer atributo da classe Cliente com tipo String
  - **get(String Cliente.*)**
- Acessos de escrita a qualquer atributo de qualquer classe (de todo o sistema)
  - **set(* *.*)**

Extensões de AspectJ

- Pontos de Junção
- **Pontos de Corte**
- Adendos
- Declarações Intertipo

Ponto de Corte

- Um ponto de corte é um conjunto de pontos de junção
  - Meio de identificar pontos de junção
- Pontos de junção podem ser compostos usando operadores lógicos
  - **&&** (*and*) intercepta um ponto quando ambas as condições são satisfeitas
  - **||** (*or*) intercepta um ponto quando uma das condições é satisfeita
  - **!** (*not*) intercepta todos os pontos que não estão negados na condição

Exemplos de Composição

- Chamadas à métodos set das classes Cliente ou Conta (anônimos)
  - **call(* Cliente.set*(*)) || call(* Conta.set*(*))**
- Ou equivalente (nomeados)
  - pointcut setCliente() : call(* Cliente.set*(*))
  - pointcut setConta() : call(* Conta.set*(*))
  - pointcut sets() : setCliente() || setConta()

Voltando ao exemplo de *Logging*

```
public class Conta {
 private String numero;
 private double saldo;
 ...
 public void debitar (double valor) {
  if (this.getSaldo() >= valor){
      this.setSaldo(this.getSaldo()-valor);
      System.out.println("ocorreu um debito!");
 }
 public void creditar (double valor) {
      this.setSaldo(this.getSaldo()+valor);
      System.out.println("ocorreu um credito!");
 }...
}
```

Queremos separar o código em vermelho que implementa *logging*

Definindo Pontos de Corte

Palavra reservada que identifica um ponto de corte

```
pointcut logCredito():
     call (* Conta*.creditar(double));

pointcut logDebito():
     call (* Conta*.debitar(double));
```

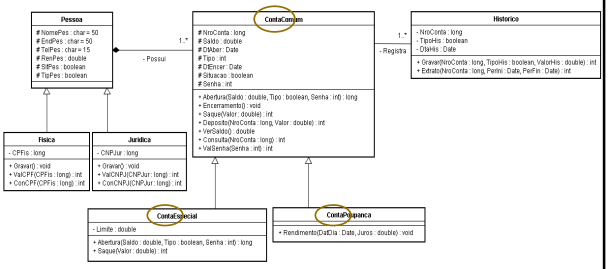
Definindo Pontos de Corte

Todas as chamadas ao método creditar de todas as classes de nome começando com Conta

```
pointcut logCredito():
     call (* Conta*.creditar(double));

pointcut logDebito():
     call (* Conta*.debitar(double));
```

Todas as chamadas ao método debitar de todas as classes de nome começando com Conta

Exemplos de Contas



Extensões de AspectJ

- Pontos de Junção
- Pontos de Corte
- **Adendos**
- Declarações Intertipo

Adendo

- Especifica o código que será executado quando um ponto de corte for atingido
- O adendo pode ser executado
  - Antes do ponto de corte (*before*)
  - Depois do ponto de corte (*after*)
  - Antes e depois do ponto de corte (*around*)

Definindo um Adendo

```
pointcut logCredito():
  call (* Conta*.creditar(double));

after(): logCredito(){
   System.out.println("ocorreu um credito");
}
```

O código do adendo será executado após cada chamada ao método creditar

Variações do Adendo *After*

- **After returning**
  - É interceptado quando o método retorna normalmente sua execução
- **After throwing**
  - É interceptado quando o método retorna uma situação excepcional (*exception*)

Exemplos de adendo *After*

```
poincut debitos():
  call(* Conta.debitar(..));

after() returning: debitos(){
  System.out.println("debito deu certo!");
}

after() throwing: debitos(){
  System.out.println("debito deu errado!");
}
```

Expondo o Contexto

- Pontos de corte podem expor alguns valores para a execução do adendo
  - **args()** parâmetros de chamadas de métodos
  - **target()** objeto que recebe a chamada do método ou acesso ao atributo
  - **this()** objeto que efetua a chamada ao método ou acesso ao atributo

Exemplo de Uso (*target*)

```
pointcut logCredito(Conta c):
  call (* Conta.creditar(double)) &&
  target(c);
```

Conta que recebeu a chamada

```
after(Conta c): logCredito(c){
  System.out.println("ocorreu credito");
  System.out.println("num: "+c.getNumero());
}
```

Imprime o número da conta

Exemplo de Uso (*args*)

```
pointcut logCredito(Conta c,double v):
  call (* Conta.creditar(double)) &&
  target(c) && args(v);
```

Valor do crédito (parâmetro de creditar)

```
after(Conta c,double v): logCredito(c,v){
  System.out.println("ocorreu credito");
  System.out.println("num: "+c.getNumero());
  System.out.println("valor: " + v);
}
```

Imprime o valor creditado

Adendo do tipo *Around*

- Substitui o ponto de junção interceptado
  - **proceed()** permite executar o ponto interceptado

```
pointcut logDebito(Conta c,double v):
  call (* Conta.debitar(double)) &&
  target(c) && args(v);

void around(Conta c,double v): logDebito(c,v){
    if(v > c.getSaldo())
        System.out.println("Sem saldo!");
    else
        proceed(c,v);
}
```

Extensões de AspectJ

- Pontos de Junção
- Pontos de Corte
- Adendos
- **Declarações Intertipo**

Declarações Intertipo

- Ponto de corte e adendo afetam o comportamento dinâmico do sistema
- AspectJ também fornece mecanismos para alterar a estrutura estática
- Tipos de declarações intertipo
  - Introduzir membros (métodos, atributos e construtores)
  - Modificar a hierarquia de herança

Exemplos: Introduzir Membros

```
private float Conta.chequeEspecial;
```

Introduz um novo atributo chamado `chequeEspecial` do tipo `float` na classe `Conta`

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

Introduz um novo método `main` na classe `Conta`

Exemplos: Modificar a Herança

```
declare parents: Conta extends ContaAbstrata;
```

A classe `Conta` passa a estender `ContaAbstrata`

```
declare parents: Conta implements Serializable;
```

A classe `Conta` passa a implementar a interface `Serializable`

```
declare parents banco.entidades.*
                implements Serializable;
```

Toda classe e interface do pacote `banco.entidades` passa a estender/implementar `Serializable`

Exemplos de Aspectos

Aspecto

- Entidade modular semelhante a uma classe
  - Além de métodos e atributos, reúne também pontos de corte, adendos e declarações intertipo
- Um aspecto pode interceptar uma ou várias classes do sistema
- Tem como objetivo implementar um interesse transversal
  - Classes implementam os interesses centrais

O aspecto *Logging*

```
public aspect LogContas {

  pointcut logCredito():
    call (* Conta.creditar(double));

  pointcut logDebito():
    call (* Conta.debitar(double));

  after (): logCredito(){
    System.out.println("ocorreu um credito");
  }

  after () returning: logDebito(){
    System.out.println("ocorreu um debito");
  }
}
```

Outro Exemplo (Java)

Código da classe ATM que possui código relacionado a *Logging*

```
public class ATM {

  ...
  private int displayMainMenu() {
    screen.displayMessageLine( "\nMain menu:" );
    screen.displayMessageLine( "1 - View my balance" );
    screen.displayMessageLine( "2 - Withdraw cash" );
    screen.displayMessageLine( "3 - Deposit funds" );
    screen.displayMessageLine( "4 - Exit\n" );
    screen.displayMessage( "Enter a choice: " );
    int option = keypad.getInput();
    Logger.log("User option: " + option);
    return option;
  }
}
```

Aspecto *Logging*: Opção 1

Código parcial do aspecto *Logging*

```
public aspect Logging {

  ...

  public pointcut displayMainMenuPC() :
            call (private int ATM.displayMainMenu());

  after() returning (int option): displayMainMenuPC() {
    Logger.log("User option: " + option);
  }
}
```

O aspecto *Logging pega o retorno da chamada ao método displayMainMenu*

O que fazer com esta classe?

Código da classe Logger

```
public class Logger {

  private static Vector<String> logs = new Vector<String>();

  public static void log(String text) {
    logs.add(text);
  }

  public static void printLog() {
    for (int i=0; i<logs.size(); i++) System.out.println( logs.get(i) );
  }
}
```

Este código pode ser movido para o aspecto Logging, certo?

Aspecto *Logging*: Opção 2

Código parcial do aspecto *Logging*

```
public aspect Logging {

  private Vector<String> logs = new Vector<String>();
  private static final int LOG = 0;

  public void log(String text) {
    logs.add(text);
  }

  ...
  public pointcut displayMainMenuPC() :
            call (private int ATM.displayMainMenu());

  after() returning (int option): displayMainMenuPC() {
    log("User option: " + option);
  }
}
```

O código da classe *Logger* foi movido para o aspecto *Logging*

Aspecto *Logging*: Opção 3

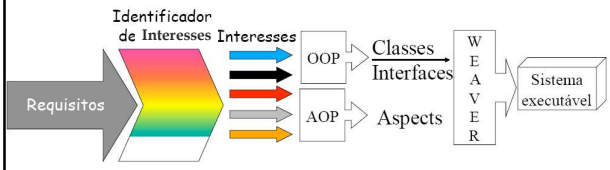
Código parcial do aspecto *Logging*

```
public aspect Logging extends Logger {

  ...

  public pointcut displayMainMenuPC() :
            call (private int ATM.displayMainMenu());

  after() returning (int option): displayMainMenuPC() {
    log("User option: " + option);
  }
}
```

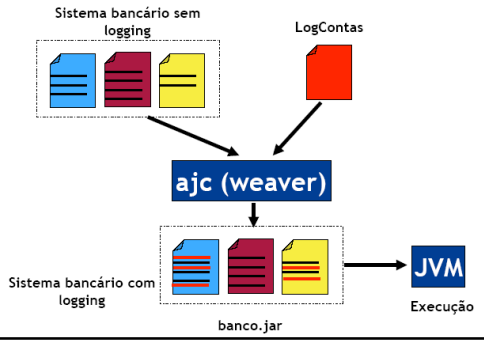
Aspectos podem herdar de outra classe ou de outro aspecto.

O Processo DSOA

O processo de DSOA



Em AspectJ



Vantagens do DSOA

- Separação de interesses transversais
  - Melhor modularidade, diminui a complexidade dos componentes, mais fácil o reuso, extensão, etc.
- Inconsciência e produtividade
  - As classes não conhecem os aspectos
  - Interesses podem ser implementados em paralelo
- Configuração (plugabilidade)

Desvantagens de DSOA

- Novo paradigma
  - Requer aprendizado e treinamento (nova forma de pensar)
- Fragmentação de código
  - Muitos componentes pequenos
- Ausência de suporte ferramental
  - Poucas ferramentas e poucos recursos
- Linguagens ainda pouco maduras

Bibliografia Principal

- Ian Sommerville. Engenharia de Software, 9ª Edição. Pearson Education, 2011.
  - Cap. 21 Eng. de Soft. Orientada a Aspectos
- R. LADDAD. AspectJ in Action, 2ª Ed. 2010.
  - Part 1 Understanding AOP and AspectJ
- Sergio Soares. Programação Orientada a Aspectos com AspectJ. Minicurso CBSoft 2010.

Próxima Aula!

- Laboratório 2011 (ICEx)
- Implementação em AspectJ