



# AspectJ

Silvio do Lago Pereira

Doutorando em Ciência da Computação  
slago@ime.usp.br

## Sumário

- Programação Orientada a Objetos (POO)
- Programação Orientada a Aspectos (POA)
- AspectJ
- Exemplos



IME - USP

## Programação Orientada a Objetos

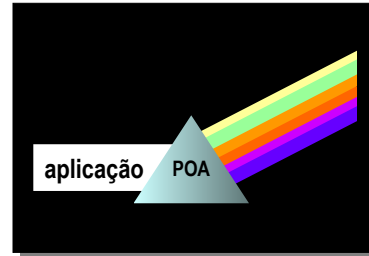
Limitações da POO  
Requisitos transversais  
Rastreamento usando POO  
Problemas com essa abordagem  
A causa dos problemas da POO

### Limitações da POO

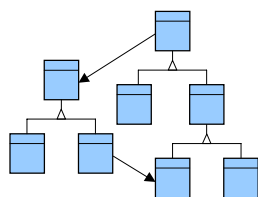
- POO é o paradigma de programação da atualidade:
  - ◆ Engenharia de Software
  - ◆ metodologias e ferramentas
- POO tem algumas limitações:
  - ◆ requisitos transversais (*cross-cutting concerns*)
  - ◆ encapsulamento de requisitos transversais

## Exemplos de requisitos transversais

- segurança
- persistência
- auditoria e depuração
- tratamento de exceções
- otimização de desempenho
- concorrência e sincronização
- regras e restrições do negócio

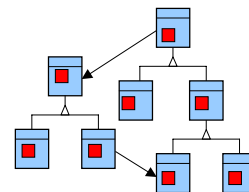


## Rastreamento usando POO



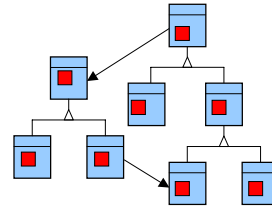
```
class Tracing {  
    public static void entry(String s) {  
        System.out.println("entry: " + s);  
    }  
    public static void exit(String s) {  
        System.out.println("exit: " + s);  
    }  
}
```

```
class Person {  
    private String name = "";  
    public void setName(String name) {  
        Tracing.entry("setName (" + name + ")");  
        this.name = name;  
        Tracing.exit("setName ()");  
    }  
    ...  
}
```

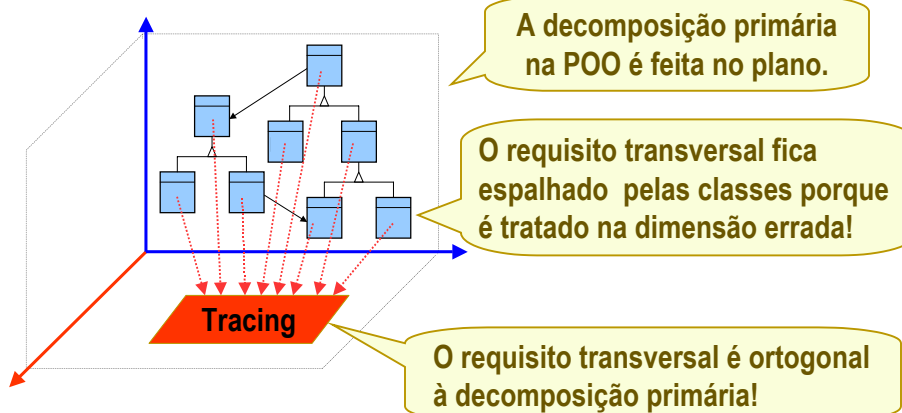


## Problemas com essa abordagem

- Redundância
- Fraca coesão
- Forte acoplamento
- Dificuldade de compreensão
- Dificuldade de manutenção
- Dificuldade de reutilização



## A causa dos problemas da POO





IME - USP

## Programação Orientada a Aspectos



Princípios básicos da POA  
Ingredientes essenciais da POA  
Benefício esperado da POA

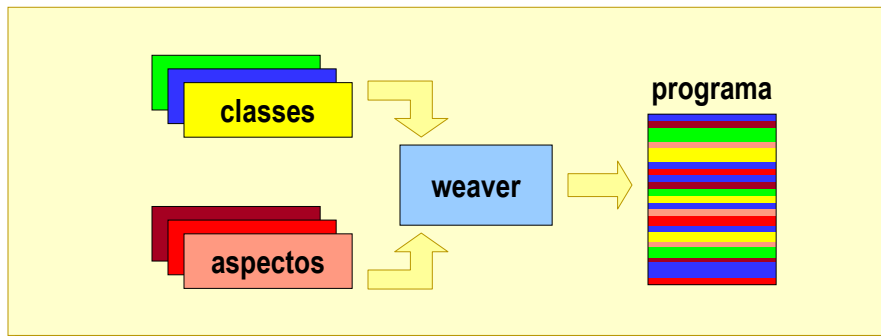


### Princípios básicos da POA

- A separação de requisitos transversais é um princípio que deve guiar todas as etapas numa metodologia de desenvolvimento de software.
- A modularização de requisitos transversais deve ser feita através de uma nova unidade de encapsulamento, denominada **aspecto**.

## Ingredientes essenciais na POA

- **Classes:** encapsulam requisitos funcionais.
- **Aspectos:** encapsulam requisitos transversais.
- **Weaver:** entrelaça classes e aspectos num programa.



## Benefício esperado da POA

- Boa modularidade, mesmo quando temos requisitos transversais:
  - ◆ facilidade de desenvolvimento
  - ◆ facilidade de manutenção
  - ◆ facilidade de reutilização



IME - USP

## AspectJ

O que é AspectJ ?  
Aspectos versus classes  
Joinpoints e pointcuts  
Advices e Introductions  
Reusabilidade

### O que é AspectJ ?

- É uma extensão de Java, orientada a aspectos.
- É um weaver que implementa POA em Java.
- É um preprocessor.
- Fácil de aprender e utilizar.
- Disponível gratuitamente.



## Aspectos versus classes

- Aspectos são similares a classes:
  - ◆ têm um tipo;
  - ◆ podem ser estendidos;
  - ◆ podem ser abstratos ou concretos;
  - ◆ podem conter campos, métodos e tipos como membros.



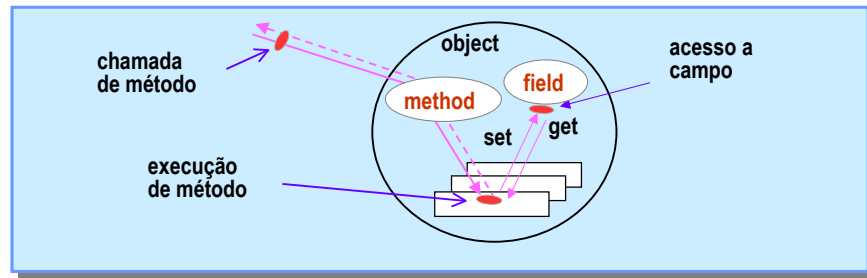
## Aspectos versus classes

- Aspectos são diferentes de classes:
  - ◆ não têm construtor, nem destrutor;
  - ◆ não podem ser criados com o operador `new`;
  - ◆ podem conter `pointcuts` e `advice`s como membros;
  - ◆ podem acessar membros de outros tipos.



## Joinpoints

- São pontos na execução de um programa, onde aspectos podem interceptar classes.



## Joinpoints

- Joinpoints são identificados por designadores:

- ◆ **call** (Signature)
- ◆ **execution** (Signature)
- ◆ **initialization** (Signature)
- ◆ **handler** (TypePattern)
- ◆ **get** (Signature)
- ◆ **set** (Signature)
- ◆ **this** (TypePattern)
- ◆ **target** (TypePattern)
- ◆ **args** (TypePattern, ...)
- ◆ **within** (TypePattern)
- ◆ **cflow** (PointCut)

## Joinpoints

- Designadores podem ser genéricos:

- ◆ `call(* set*())`
- ◆ `call(public Person.*(..))`
- ◆ `call(void foo(..))`
- ◆ `call(* *(..))`
- ◆ `call(*.new(int, int))`

## Pointcuts

- Predicados que definem conjuntos de joinpoints.

```
pointcut traced() :  
    call(public * set*(..));
```

## Pointcuts

- Pointcuts podem ser definidos como expressões booleanas, empregando-se !, && e ||.

```
pointcut move() :  
    call(Point.setX(..)) ||  
    call(Point.setY(..)) ||  
    call(Line.setP1(..)) ||  
    call(Line.setP2(..));
```

## Pointcuts

- Pointcuts também podem ter argumentos.

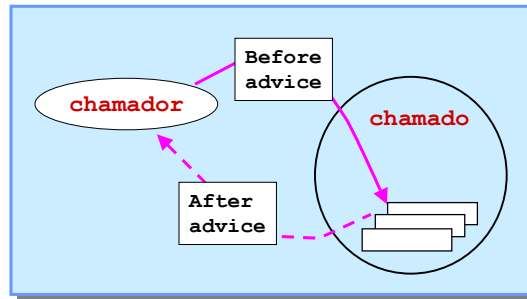
```
pointcut move(Object m, Shape s) :  
    this(m) && target(s) &&  
    (call(Point.setX(..)) ||  
    call(Point.setY(..)) ||  
    call(Line.setP1(..)) ||  
    call(Line.setP2(..)));
```

## Advices

- São trechos de código associados a pointcuts, que injetam um novo comportamento em todos os joinpoints representados pelo pointcut.

- Tipos:

- ◆ before
- ◆ after
- ◆ around



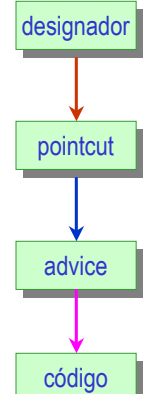
## Advices

- Formas básicas:

- ◆ `before(param) : pointcut(param) {...}`
- ◆ `after(param) : pointcut(param) {...}`
- ◆ `after(param) returning [formal] : pointcut(param) {...}`
- ◆ `after(param) throwing [formal] : pointcut(param) {...}`
- ◆ `type around(param) [throws typelist] : pointcut(param) {...}`

## Fluxo de informação

```
pointcut get(int index) :  
    args(index) && call(*get*(..));  
  
before(int index) : get(index) {  
    System.out.println(index);  
}
```



## Exemplo: Hello world!

```
public class Hello {  
    public static void main(String args[]) {  
        System.out.println("Hello world!");  
    }  
}
```

```
public aspect Greetings {  
    pointcut pc() : call(* *main(..));  
    before() : pc() { System.out.println("Hi."); }  
    after() : pc() { System.out.println("Bye..."); }  
}
```

## Exemplo: Hello world!

```
>ajc Hello.java Greetings.java
>java Hello

Hi.
Hello world!
Bye...
```

## Exemplo: Hello world!

```
/* Generated by AspectJ version 1.0.6 */
import java.io.*;
public class Hello {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            Greetings.aspectInstance.before0$ajc();
            Hello.main$ajcPostCall(args);
        } finally {
            Greetings.aspectInstance.after0$ajc();
        }
    }
    public Hello() {
        super();
    }
    public static void main$ajcPostCall(String[] args) {
        System.out.println("Hello world!");
    }
}
```

## Exemplo: Hello world!

```
/* Generated by AspectJ version 1.0.6 */
public class Greetings {
    public final void before0$ajc() {
        System.out.println("Hi.");
    }
    public final void after0$ajc() {
        System.out.println("Bye...");
    }
    public Greetings() {
        super();
    }
    public static Greetings aspectInstance;
    public static Greetings aspectOf() {
        return Greetings.aspectInstance;
    }
    public static boolean hasAspect() {
        return Greetings.aspectInstance != null;
    }
    static {
        Greetings.aspectInstance = new Greetings();
    }
}
```

## Reflexão: thisJoinPoint

- É uma variável especial predefinida.
- É similar à variável `this` em Java.
- Disponibiliza várias informações a respeito do joinpoint que disparou o advice.
- Exemplos:
  - ◆ `thisJoinPoint.toString()`
  - ◆ `thisJoinPoint.getArgs()`

## Introduction

- Um forma de introduzir novos membros a classes e interfaces já existentes.

```
public int Foo.bar(int x);  
private int Foo.counter;  
declare parents: Mammal extends Animal;  
declare parents: MyThread implements  
MyThreadInterface;
```

## Reusabilidade

```
public abstract aspect Tracing {  
    protected abstract pointcut trace();  
    // advice code  
}  
  
public aspect MyTracing extends Tracing {  
    // just define which calls to trace  
    protected pointcut trace(): call(* set*());  
}
```





IME - USP

## Exemplos

Rastreamento  
Sincronização  
Otimização

## Rastreamento

```
aspect Tracing {  
    pointcut traced() : call(public * Person.*(..));  
    before() : traced() {  
        System.err.println("entry: " + thisJoinPoint);  
    }  
    after() : traced() {  
        System.err.println("exit: " + thisJoinPoint);  
    }  
}
```

```
class Person {  
    private String name = "";  
    public void setName(String name) {  
        this.name = name;  
    }  
    ...  
}
```

## Sincronização

```
aspect Synchronization {  
    private Semaphore s = new Semaphore();  
    pointcut updateSem(): call(public void set*(..));  
    before() : updateSem() { P(s); }  
    after() : updateSem() { V(s); }  
}
```

## Otimização

```
public class Fibonacci {  
    public static int fib(int n) {  
        if( n < 2 ) {  
            System.err.println(n + ".");  
            return 1;  
        }  
        else {  
            System.err.print(n + ",");  
            return fib(n-1) + fib(n-2);  
        }  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        int f = fib(10);  
        System.err.println("Fib(10) = " + f);  
    }  
}
```

## Otimização

```
aspect Memoization {  
    private HashTable cache = new HashTable();  
    pointcut fibs(int n):  
        execution(int Fibonacci.fib(int)) && args(n);  
    // calculate only if not already in cache!  
    int around(int n): fibs(n) {  
        Integer result = (Integer)cache.get(new Integer(n));  
        if (result == null) {  
            int f = proceed(n); // not found, calculate!  
            cache.put(new Integer(n), new Integer(f));  
            return f;  
        }  
        else return result.intValue(); // found, done!  
    }  
}
```

## Referências

- Kendall, E. A. *Aspect-Oriented Programming in AspectJ*, 2001.
- Kiczales, G. et al. *Aspect-Oriented Programming*, 1997.
- Kiczales, G. et al. *An Overview of AspectJ*, 2002.
- Voelter, M. *Aspect-Oriented Programming in Java*, 2000.
- *The AspectJ Programming Guide*, Xerox Corporation, 2002.



IME - USP

Fim

