Slide 1

Programação orientada a objetos: Desenvolvimento avançado em C++

Ivan Luiz Marques Ricarte

DCA/FEEC/UNICAMP

Slide 2

Objetivos

- Apresentar principais tendências no desenvolvimento de *software*;
- Compreender conceitos da orientação a objetos de modo a obter *software* que pode ser (de fato) reutilizado; e
- Como aplicar esses conceitos para o desenvolvimento de *software* reutilizável em C++.

Slide 3

Público-alvo

Programadores com conhecimento de C++ e com experiência de participação em projetos de sistemas de *software*.

- Como você se descreveria em termos de sua atividade profissional?
- Por que desenvolver *software* é parte de sua atividade?

Slide 4

Visão geral

- Desenvolvimento de *software*
  - Estratégias básicas
  - Tendências atuais
  - Problemas no desenvolvimento de projetos
- Soluções para o desenvolvimento de projetos
  - padrões de projetos
  - técnicas para programação genérica
  - uso efetivo de C++ e STL

Slide 5

Desenvolvimento de *software*

Slide 6

Por que se investe tanto no desenvolvimento de *software*?

- Dependência da sociedade em relação aos produtos de *software*
  - Atividades cotidianas
  - Sistemas críticos
- Busca pela melhor qualidade do *software*
  - Confiabilidade
- Uso de *software* no processo de desenvolvimento de *software*

Slide 7

Evolução do desenvolvimento de *software*

1950–60's	*Software* orientado pelo *hardware*
1960–70's	*Software* como produto
	bibliotecas de *software*
1970–80's	*Software* em sistemas complexos
	popularização de microprocessadores
	sistemas distribuídos
1990's–??	*Software* responsável pela maior parte do custo em sistemas computacionais

Slide 8

Disciplina no desenvolvimento de *software*

- O foco na qualidade em desenvolvimento de *software* depende da aplicação consistente e disciplinada de

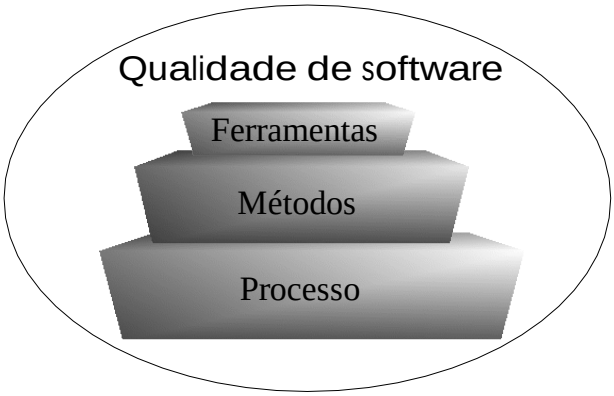
  processos: estabelecimento de uma base sólida para o desenvolvimento de *software*

  métodos: estratégias e técnicas para a construção de *software*

  ferramentas: suporte automatizado para processos e métodos

Slide 9

A promessa da Engenharia de *Software*



Slide 10

Modelos para processos

- Combinações e variações em torno de

  Análise: capturar informação sobre o domínio do problema e construir modelos operacionais para o sistema

  Projeto: transformar modelos da análise em modelos de elementos computacionais

  Codificação: implementar os elementos computacionais do sistema

  Teste: encontrar erros na implementação

  Manutenção: tudo de novo a cada mudança

- Resultado: código (o produto final)

Slide 11

Por que desenvolver *software* é difícil?

- Frederick Brooks: *No Silver Bullet* para construir *software*
  - Conjunto de construções conceituais
  - Complexo e não-linear
  - Sujeito a mudanças e modificações
  - Invisível e não-visualizável
- Phillip Armour: *software* não é um produto, mas uma forma de armazenar conhecimento
  - desenvolver *software* não é "produzir um produto", mas adquirir conhecimento

Slide 12

Como desenvolver bom *software*?

- Balanço entre ênfase no produto *vs.* ênfase no processo
  - construções e linguagens de programação
  - estratégias e metodologias
- "Porém o produto não é o código, mas sim o conhecimento nele embutido" *P. Armour*
  - Encerrado o desenvolvimento, todo o *software* deveria ser reescrito

Slide 13

As cinco ordens de ignorância

- OI-0: falta de ignorância
  - conhece alguma coisa e pode demonstrar esse conhecimento
- OI-1: falta de conhecimento
  - não sabe alguma coisa e sabe identificar este fato
- OI-2: falta de consciência
  - não sabe alguma coisa e nem sabe que não sabe
- OI-3: falta de processo
  - OI-2 e não sabe como fazer para descobrir que há coisas que não sabe
- OI-4: meta-ignorância
  - não sabe sobre as cinco ordens de ignorância

Slide 14

Ordens de ignorância e desenvolvimento de *software*

- OI-0: sistema funcionando corretamento
  - tem a resposta
- OI-1: variáveis são conhecidas
  - tem a questão
- OI-2: onde muitos projetos começam...
  - nem a resposta, nem a questão
- OI-3: onde mora o perigo...
  - metodologias de desenvolvimento devem mostrar onde falta conhecimento

Slide 15

O papel da orientação a objetos

- Por si, não é a resposta definitiva às nossas preces
  - Porém, é no momento a melhor maneira de expressar nosso conhecimento sobre *software*
- Diversas metodologias
- Diversas linguagens
  - UML
  - Java
  - …
  - C++

Slide 16

O desenvolvimento orientado a objetos

- Desenvolvimento não começa na codificação
- Visões da arquitetura do sistema
  - Sistema: coleção de subsistemas
  - Subsistema: agrupamento de elementos
- Modelos
  - Abstração de um sistema semanticamente fechada
- Diagramas sobre aspectos estáticos e dinâmicos
  - Apresentação gráfica de um conjunto de elementos

Slide 17

A programação orientada a objetos

- Transição dos modelos de projeto para o código é facilitada pelo vocabulário comum
- Linguagens orientadas a objetos permitem expressar diretamente os conceitos usados no desenvolvimento orientado a objetos
  - classes, atributos e métodos
  - objetos
  - associações e composições
  - herança: reaproveitamento de definições

Slide 18

A velha promessa não cumprida…

- "Com a orientação a objetos, você poderá reaproveitar código já desenvolvido e assim acelerar a produção de *software*."
- Porém, muitas vezes usamos *software* "genérico" em nossos desenvolvimentos
  - na forma como está ou adaptado às nossas necessidades.

Slide 19

Como desenvolver *software* que pode ser reaproveitado, sem cair nas velhas armadilhas do desenvolvimento de *software*?

Slide 20

Reaproveitando experiências no desenvolvimento de *software*

- Boas experiências
  - Padrões: soluções reconhecidas
- Más experiências
  - Antipadrões: enganos usuais

Slide 21

Por que estudar antipadrões?

- Cinco em cada seis projetos não são considerados de sucesso
  - Um terço de projetos cancelados
  - Recursos de custo e tempo inadequados
  - Resultados pouco flexíveis ou extensíveis
- Antipadrões: solução para um problema que gera decididamente conseqüências negativas
  - Antipadrões de desenvolvimento: problemas técnicos encontrados pelos programadores
  - Antipadrões de arquitetura: problemas na estrutura do sistema
  - Antipadrões de gerência: problemas na organização de processos e desenvolvimento

Slide 22

Antipadrões: causas primárias (7 pecados capitais)

Pressa: quando o *deadline* se aproxima, qualquer coisa que parece funcionar é aceitável

Apatia: não resolver problemas conhecidos

Mente estreita: não praticar soluções reconhecidas como efetivas

Preguiça: tomar decisões pobres usando a “resposta fácil”

Avareza: apegar-se a detalhes excessivos na modelagem

Ignorância: não buscar compreender (e.g., migração de código)

Orgulho: síndrome do “não-foi-feito-por-nós”

Slide 23

Como usar antipadrões

- Não é para “caçar bruxas”
- A empresa não necessariamente precisa estar livre de antipadrões
  - endereçar problemas crônicos
- Propósito é desenvolver e implementar estratégias para resolver os problemas decorrentes das más práticas
- Se há problemas, é preciso motivar pessoas a assumirem responsabilidades
  1. Qual é o problema?
  2. O que outras pessoas estão fazendo para contribuir para a solução deste problema?
  3. O que você está fazendo para contribuir para a solução deste problema?

Slide 24

Antipadrões no desenvolvimento de *software*

- Não basta apontar onde está o problema, mas é preciso indicar caminhos para a solução
- No desenvolvimento de *software*, técnicas básicas de refabricação de programas incluem:
  - Abstração para superclasse
  - Eliminação condicional
  - Abstração agregada

Slide 25

Abstração para superclasse

- Aplicável a duas ou mais classes similares
  1. Transformar assinaturas de métodos similares em assinaturas comuns
  2. Criar superclasse abstrata
  3. Modificar código para combinar implementações selecionadas
  4. Migrar métodos comuns para superclasse

Slide 26

Eliminação condicional

- Estrutura e comportamento de uma classe é muito dependente de um comando condicional
  1. Criar novas subclasses correspondentes a cada condição
  2. Migrar o código de ação associado a cada condição para a nova subclasse
  3. Redirecionar as referências às classes para indicar a subclasse adequada
     - Pode afetar construtores, declarações de tipo e invocações a métodos sobrecarregados

Slide 27

Abstração agregada

- Reorganiza relacionamentos de classes para melhorar estrutura e extensibilidade
- Possíveis formas
  - Transformar relacionamentos de herança em relacionamentos de agregação
  - Migrar classes agregadas para relacionamentos de componentes
  - Migrar relacionamentos de componentes para relacionamentos de agregação

Slide 28

Antipadrão: A Bolha

Esta classe é o coração de nossa arquitetura!

Forma geral: Uma classe monopoliza o processamento, outras classes encapsulam dados

- Tipicamente, herança de projeto procedimental (processos vs. dados)

Sintomas e conseqüências: classes com grande número de atributos ou métodos, perdendo as vantagens da orientação a objetos e tornando difícil teste e reuso

Solução: identificar atributos e operações relacionadas de acordo com contratos coesos, migrando essas coleções de funcionalidades para seus "lares naturais"; revisar associações

Slide 29

Antipadrão: Fluxo de Lava

Acho que não é usado, mas não tenho certeza. . . deixe por aí.

Forma geral: fragmentos de código, variáveis de classes aparentemente não relacionados com o sistema

Sintomas e conseqüências: segmentos complexos sem documentação, blocos de código comentados sem explicação; se não removido, continua a proliferar pelo sistema e outros desenvolvedores (apressados, intimidados) vão trabalhando ao redor dos fluxos de lava, gerando um sistema impossível de se entender ou documentar

Solução: no desenvolvimento, ter uma arquitetura sólida (interfaces estáveis, bem definidas e documentadas) antes de gerar código; na manutenção, trabalho de detetive (descoberta de sistema)

Slide 30

Antipadrão: Decomposição funcional

A rotina principal está aqui, na classe Listener.

Forma geral: Desenvolvimento baseado na decomposição funcional, fazendo classes a partir de "subrotinas"

Sintomas e conseqüências: classes com nomes de 'funções', contendo um único método, e nenhum uso de princípios básicos da orientação a objetos; nenhuma esperança de reusar *software*

Solução: definir modelos de análise e de projeto para tentar compreender e explicar o sistema; para classes "fora" do modelo de projeto, tentar combinar com classes existentes ou transformá-las em funções de uso geral

Slide 31

Antipadrão: Poltergeists

Eu não sei bem o que essa classe faz, mas certamente é importante.

Forma geral: Classes com ciclo de vida breve, que aparecem brevemente e depois desaparecem

Sintomas e conseqüências: Objetos e classes temporários, com associações transientes, levando a modelos de objetos desnecessariamente complexos

Soluções: ações associadas a poltergeists devem ser movidas para as classes que elas referenciavam, removendo as “classes fantasmas” do modelo

Slide 32

Antipadrão: Martelo Dourado

Quando a única ferramenta disponível é um martelo, todo o resto vira prego.

Forma geral: Todas as soluções de uma equipe usam um produto no qual a equipe tornou-se proficiente

Sintomas e conseqüências: Mesmas ferramentas e produtos usadas em produtos conceitualmente diversos, com a arquitetura do sistema sendo melhor descrita pelo produto, ambiente ou ferramenta; resultado em geral podem ter baixo desempenho e escalabilidade, sendo dependentes do vendedor ou da tecnologia

Solução: Suportar filosofia de buscar novas tecnologias; projetar e desenvolver sistemas com limites claros para a substituição de componentes individuais.

Slide 33

Antipadrão: Código espaguete

Você sabia que essa linguagem suporta mais de uma função?

Forma geral: Programas ou sistemas com pouca estrutura de *software*

Sintomas e conseqüências: Métodos muito orientados a processos, com o fluxo de execução ditado pela implementação de objetos; muitos métodos sem parâmetros, usando variáveis de classe (“globais”), sendo de difícil reuso

Solução: prevenção (uso apropriado de orientação a objetos); manutenção para limpeza de código (estratégias de refabricação de programas), principalmente quando for acrescentar alguma nova funcionalidade ao código espaguete

Slide 34

Antipadrão: Programação *Cut-and-Paste*

Isto que é eficiência: 100000 linhas de código em duas semanas!

Forma geral: Presença de vários segmentos similares de código espalhados pelo sistema

Sintomas e conseqüências: Os mesmos *bugs* reaparecendo, apesar de várias correções locais; maior tempo de revisão e inspeção de código; maior custo na manutenção do *software*

Solução: Enfatizar estratégia de reuso caixa-preta no desenvolvimento ou re-estruturação do código

Slide 35

Antipadrões de arquitetura de *software*

Sistemas encanamento: integração ponto-a-ponto

Travamento ao vendedor: não se esqueça de renovar a licença

- Ingresso do lobo: suportamos padrão X (mas interfaces são proprietárias)

Arquitetura por implicação: já fizemos sistemas assim antes

Projeto por comitê: *camelo (s.m.)*: cavalo projetado por um comitê

- Canivete suíço: tudo que pensamos foi incluído no projeto

Reinventar a roda: nosso problema é diferente dos outros

Slide 36

Antipadrões de gerência de projetos de *software*

Paralisia da análise: é melhor repensar esses modelos de análise para torná-los mais orientados a objetos

Morte por planejamento: não podemos começar enquanto não houver um plano completo de programação

Espigas de milho: sujeitinho difícil de trabalhar...

Gerenciamento irracional: as prioridades do projeto são as minhas!

Falta de gerenciamento: o que aconteceu de errado? Estava tudo indo tão bem

Slide 37

Padrões de projeto

Onde estão os caminhos para as boas soluções?

Slide 38

O que é um padrão de projeto?

- Soluções para problemas específicos em projeto de *software* orientado a objetos
  - Desenvolvidas através da revisão e evolução ao longo de vários projetos
- Descrição geral de um padrão composta por

  Nome: criação de um vocabulário

  Problema: quando aplicar o padrão

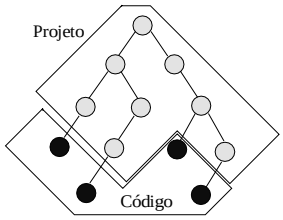
  Solução: descrição abstrata de elementos que compõem o projeto

  Conseqüências: resultados e compromissos associados à aplicação do padrão

Slide 39

Por que reusar projetos ao invés de código?

- Pode ser aplicado em mais contextos
  - mais compartilhável
- Ocorre mais cedo no processo de desenvolvimento
  - maior impacto



Slide 40

Problemas de projeto abordados por padrões

Identificação de objetos: auxiliam a identificar abstrações recorrentes de forma genérica

Granularidade de objetos: indicam como representar subsistemas como objetos ou suportar vários objetos pequenos

Especificação de interfaces: indicam os conceitos chaves que devem (ou não devem) estar na interface de um objeto, assim como relacionamentos entre interfaces

Especificação de implementação: indicam que classes devem ser abstratas (puras) ou concretas, embora a implementação deva sempre favorecer referências a interfaces

Slide 41

Padrões, orientação a objetos e reuso

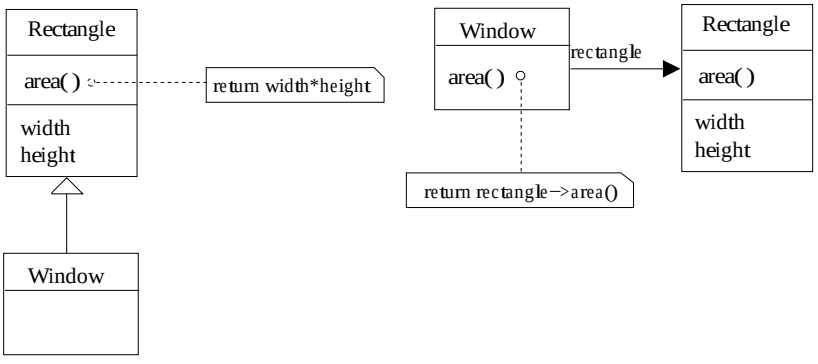
- Objetos, interfaces, classes e herança não garantem reuso
- Abordagens de reuso na orientação a objetos:

  Herança de classes: reuso caixa-branca, definição estática (tempo de compilação), simples, mas expõe superclasse

  Composição de objetos: reuso caixa-preta, definição dinâmica (obter referência durante execução), mais complexo de compreender (uso de delegação, principalmente)
- Padrões de projeto favorecem equilíbrio desses mecanismos
- Outra abordagem de reuso, não ligada à OO: *templates* (C++)

Slide 42

Derivação vs delegação



Slide 43

Agregação vs associação

- Agregação: objeto é composto por outros objetos ou um objeto é parte de outro objeto
  - mesmo tempo de vida
- Associação: objeto referencia outro objeto
  - acoplamento menor
- Na programação, construções similares
  - Referências ou ponteiros para objetos da outra classe

Slide 44

Potenciais problemas no projeto de sistemas modificáveis: Criar objetos especificando explicitamente sua classe

- Assume compromisso com uma implementação em particular, podendo comprometer futuras modificações
- Padrões de projeto associados: Método Fábrica, Fábrica Abstrata, Protótipo

Slide 45

Padrão: Método Fábrica

Objetivo: Definir uma interface para criar um objeto, mas deixar que as subclasses decidam qual classe instanciar

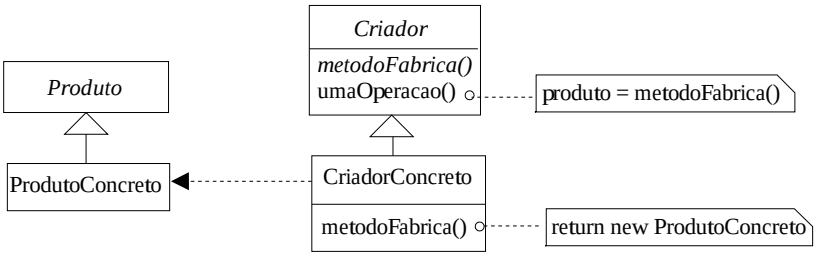
Motivação: o sistema sabe que será preciso criar um objeto, mas naquele ponto do código não sabe que tipo de objeto será criado

Conseqüências: isola classes específicas da aplicação do código do sistema; oferece um ponto de extensão (*hook*) para subclasses

Aspectos de implementação: método fábrica pode ter implementação padrão ou ser abstrato em Criador; pode ter parâmetros para indicar tipo de objeto a criar; em C++, *templates* podem ser utilizados; um padrão de nomeação deve ser utilizado

Slide 46

Estrutura:



Slide 47

Padrão: Fábrica Abstrata

Objetivo: Oferecer uma interface para criar famílias de objetos relacionados ou dependentes sem especificar suas classes concretas

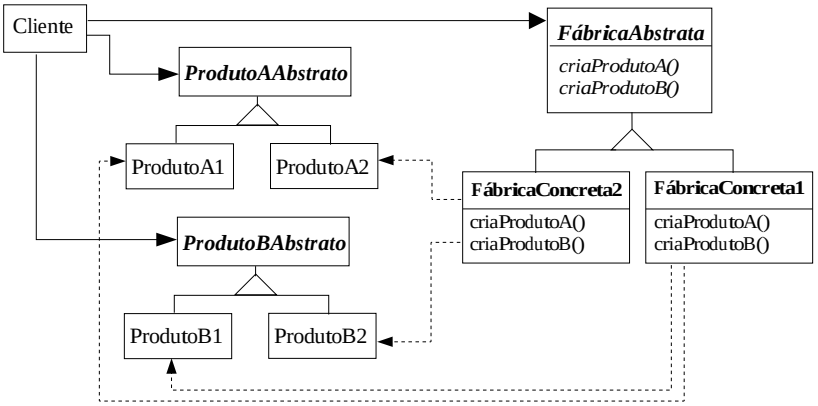
Motivação: trabalhar com uma interface no código que seja comum para distintas alternativas de implementação daquele conjunto de funcionalidades

Conseqüências: isola classes concretas do sistema; permite facilmente trocar famílias de produtos; promove consistência entre produtos; não é simples estender a fábrica para criar novos tipos de produtos

Aspectos de implementação: tipicamente, apenas um objeto do tipo fábrica para uma família de produtos existe no sistema; a criação do produto dá-se tipicamente através de um método fábrica

Slide 48

Estrutura:



Slide 49

Padrão: Protótipo

Objetivo: Especificar o tipo de objeto que deve ser criado usando uma instância de protótipo e criar novos objetos copiando este protótipo

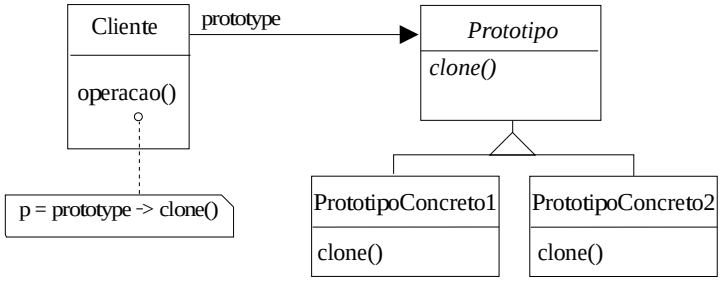
Aplicabilidade: sistema deve ser independente de como objetos devem ser criados, compostos ou representados, e

- classes a serem instanciadas são conhecidas apenas no momento da execução, ou
- para evitar construir uma hierarquia de fábricas paralela à hierarquia de classes de produtos

Conseqüências: permite acrescentar e remover produtos em tempo de execução; reduz número de subclasses; classes devem implementar um método clone (nem sempre simples)

Slide 50

Estrutura:



Slide 51

Potenciais problemas no projeto de sistemas modificáveis: Estar dependente de operações específicas

- Assume compromisso com uma forma de atender a uma requisição; seria melhor não ter essa definição amarrada ao código
- Padrões de projeto associados: Cadeia de responsabilidade, Comando

Slide 52

Padrão: Cadeia de responsabilidade

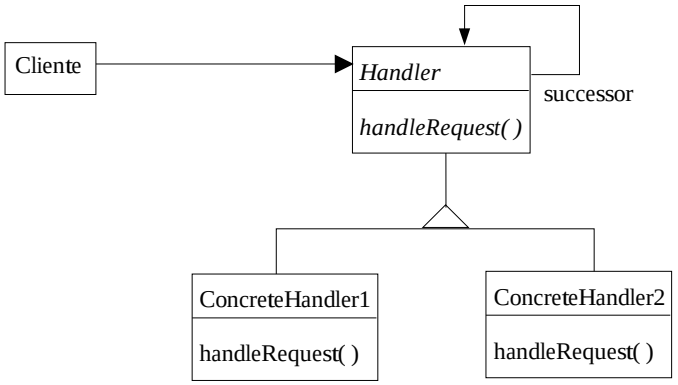
Objetivo: Evitar o acoplamento direto de um solicitante em relação ao atendente de uma requisição dando a oportunidade de ter mais de um objeto respondendo à solicitação. Os atendentes são encadeados e a requisição passada por eles até que um dos objetos a atenda.

Conseqüências: reduz acoplamento e obtém maior flexibilidade na atribuição de responsabilidades a objetos, porém não há garantia de que algum objeto atenderá a solicitação.

Aspectos de implementação: como implementar a cadeia de sucessores (referências novas ou existentes), como representar as solicitações (métodos, objetos)

Slide 53

Estrutura:



Slide 54

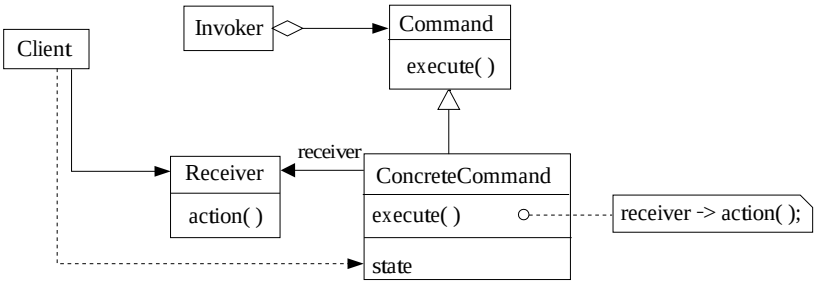
Padrão: Comando

Objetivo: encapsular uma requisição como um objeto, permitindo parametrizar clientes com diferentes solicitações, enfileirar ou registrar solicitações e suportar operações que podem ser desfeitas.

Conseqüências: desacopla objeto que invoca o serviço daquele que sabe como executá-lo; solicitações, sendo objetos, podem ser manipuladas e compostas como tais.

Slide 55

Estrutura:



Slide 56

Potenciais problemas no projeto de sistemas modificáveis: Depender da plataforma de *hardware* e *software*

- Usar diretamente APIs e interfaces para sistemas externos que dependem da plataforma de execução torna portabilidade e mesmo atualização na própria plataforma difíceis
- Padrões de projeto associados: Fábrica abstrata, Ponte

Slide 57

Padrão: Ponte

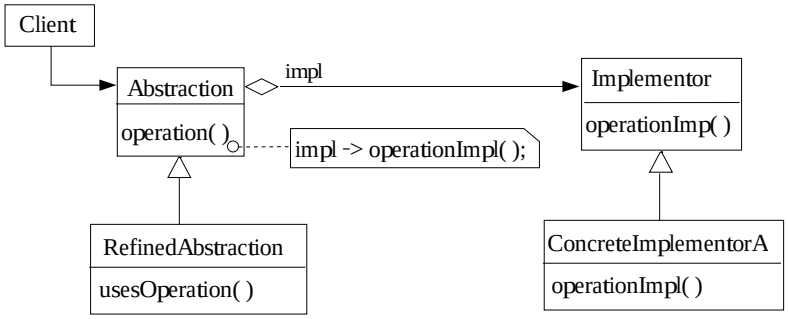
Objetivo: desacoplar uma abstração de sua implementação de forma que os dois possam variar independentemente.

Motivação: uma forma de evitar o acoplamento definitivo entre abstração e implementação que se dá através de herança

Conseqüências: desacopla interface e implementação, melhora extensibilidade e esconde detalhes de implementação de clientes.

Slide 58

Estrutura:



Slide 59

Potenciais problemas no projeto de sistemas modificáveis: Depender de representações ou implementações de objetos

- Clientes que sabem como um objeto é representado, armazenado, localizado ou implementado podem ter que sofrer modificações quando o objeto muda.
- Padrões de projeto associados: Fábrica abstrata, Memento, Proxy

Slide 60

Padrão: Memento

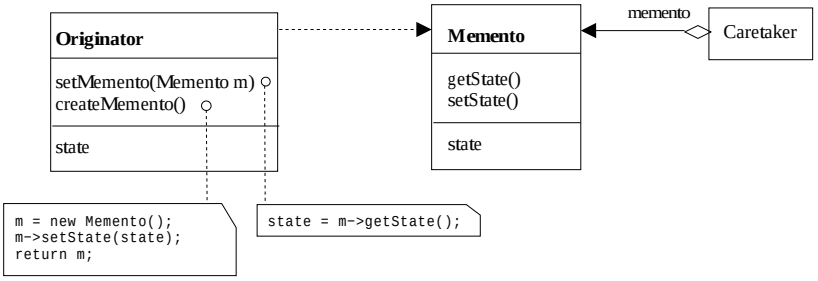
Objetivo: Sem violar encapsulação, capturar e externalizar o estado interno de um objeto de forma que ele possa ser restaurado para esse estado em um momento posterior.

Motivação: Um memento é um objeto que armazena o estado interno de um outro objeto (o originador do memento).

Aplicabilidade: usar quando um instantâneo (total ou parcial) de um objeto deve ser salvo para posterior recuperação e uma interface direta para obter esse estado exporia detalhes de implementação, quebrando a encapsulação do objeto.

Slide 61

Estrutura:



Slide 62

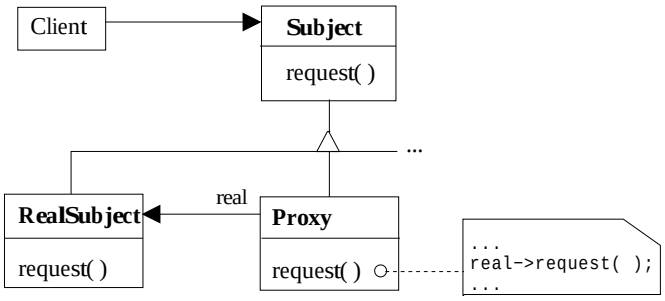
Padrão: Proxy

Objetivo: Oferecer um *surrogate* para outro objeto para controlar o acesso a ele.

Aplicabilidade: Sempre que for necessário ter uma referência para um objeto que seja mais versátil ou sofisticada que um simples ponteiro — proxy remoto (referências fora do espaço de endereçamento local), proxy virtual (atrasa criação de objetos “caros” até que haja demanda real), proxy de proteção (controla acesso ao objeto original) e referências “espertas” com funcionalidades adicionais (contar número de referências para liberação automática, carregar objetos persistentes na primeira referência, *locking*).

Slide 63

Estrutura:



Slide 64

Potenciais problemas no projeto de sistemas modificáveis: Depender de algoritmos

- Algoritmos podem ser estendidos, otimizados ou substituídos durante desenvolvimento ou reuso; se objeto depender de um algoritmo especificamente, também deverá ser alterado nesses casos
- Padrões de projeto associados: Estratégia, Método Gabarito, Iterador

Slide 65

Padrão: Estratégia

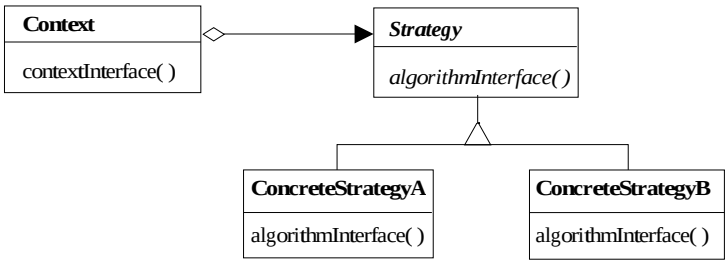
Objetivo: definir uma família de algoritmos, encapsulá-los e torná-los intercambiáveis, permitindo que o algoritmo varie independentemente de seus clientes

Aplicabilidade: usar quando classes relacionadas diferem apenas em seu comportamento; quando diferentes variantes de um algoritmo são necessárias; quando se deseja encapsular estruturas de dados complexas, específicas do algoritmo; quando a classe define diversos comportamentos com múltiplas ocorrências de um padrão condicional

Conseqüências: em famílias de algoritmos relacionados, herança pode fatorar funcionalidades comuns; uma alternativa para derivação direta; cliente exposto às diferentes estratégias disponíveis

Slide 66

Estrutura:



Slide 67

Padrão: Método Gabarito

Objetivo: definir o esqueleto de um algoritmo em uma operação, postergando alguns passos para subclasses

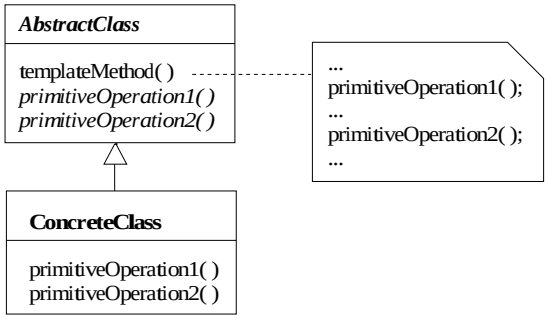
Motivação: permite a descrição do algoritmo em termos de operações abstratas, que deverão ser redefinidas nas subclasses

Aplicabilidade: usar para implementar as partes invariantes de um algoritmo uma única vez; quando comportamento comum pode ser fatorado em uma superclasse

Conseqüências: algumas operações usadas pelo método gabarito podem ser *hooks* (podem ser redefinidas) ou operações abstratas (tem que ser redefinidas); leva ao Princípio de Holywood (superclasse invoca métodos de classe derivada e não ao contrário)

Slide 68

Estrutura:



Slide 69

Padrão: Iterador

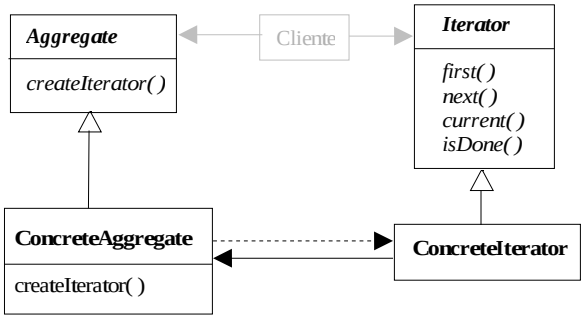
Objetivo: oferecer uma forma de acessar os elementos de um objeto agregado seqüencialmente sem expor sua representação interna

Motivação: suportar formas (eventualmente, alternativas) de varrer agregados sem ter de incorporar essas funcionalidades à interface do agregado; ter mecanismo uniforme de varrer estruturas agregadas distintas

Conseqüências: simplifica a interface do agregado; pode ter mais de uma varredura sobre o mesmo agregado em um dado momento

Slide 70

Estrutura:



Slide 71

Potenciais problemas no projeto de sistemas modificáveis: Acoplamento forte

- Classes fortemente acopladas são difíceis de reutilizar isoladamente, levando a sistemas monolíticos e de difícil manutenção
- Padrões de projeto associados: Fábrica Abstrata, Ponte, Cadeia de Responsabilidade, Comando, Fachada, Mediador, Observador

Slide 72

Padrão: Fachada

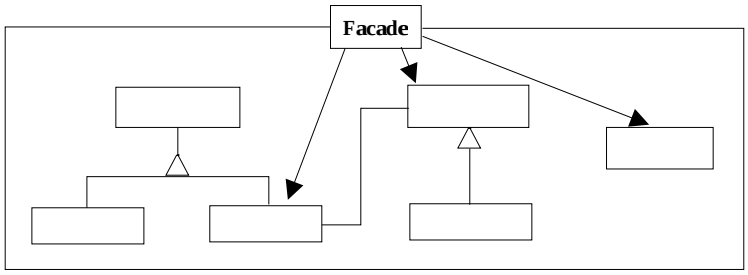
Objetivo: oferecer uma interface unificada para um conjunto de interfaces em um subsistema

Motivação: definir uma interface de nível mais alto para tornar o subsistema mais fácil de utilizar

Aplicabilidade: usar quando quiser oferecer uma interface simples para um subsistema complexo; quando houver muitas dependências entre clientes e as classes de implementação de uma abstração; quando quiser estruturar os subsistemas em camadas

Slide 73

Estrutura:



Slide 74

Padrão: Mediador

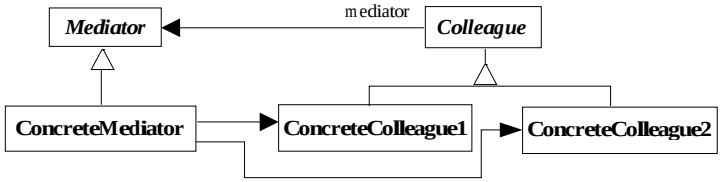
Objetivo: definir um objeto que encapsula como conjuntos de outros objetos interagem

Motivação: reduzir o número de interconexões entre objetos fazendo com que eles se comuniquem através do mediador

Conseqüências: desacopla objetos “colegas”; simplifica protocolos entre objetos; porém, mediador centraliza controle, tornando-se eventualmente um elemento complexo e de difícil reuso

Slide 75

Estrutura:



Slide 76

Padrão: Observador

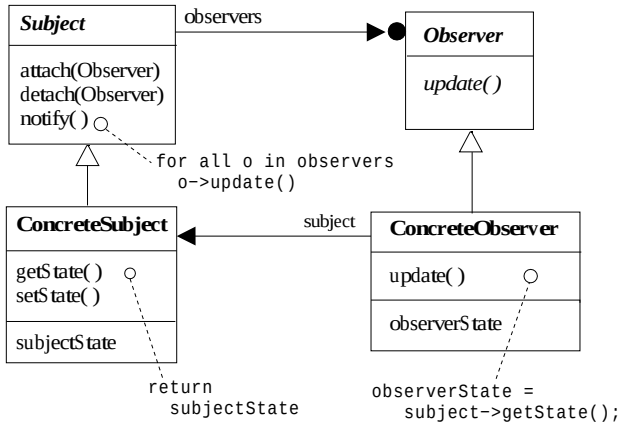
Objetivo: definir uma dependência de um objeto para muitos de forma que, quando um objeto muda de estado, todos os seus dependentes são notificados e automaticamente atualizados

Motivação: manter consistência entre objetos da aplicação sem recorrer a um forte acoplamento entre eles

Aplicabilidade: usar quando uma abstração tem dois aspectos, um dependente do outro; quando mudança em um objeto requer mudanças em outros; quando um objeto deve poder notificar outros sem assumir nenhum conhecimento sobre quais são esses outros objetos

Slide 77

Estrutura:



Slide 78

Outros padrões de projeto em GoF

Adaptador: converte a interface de uma classe em outra interface do tipo que o cliente espera (padrão estrutural);

Composto: representa hierarquias parte-todo e permite tratar a composição e os objetos individuais de forma uniforme (padrão estrutural);

Construtor: separa a construção de um objeto complexo de sua representação de forma que o mesmo processo de construção possa criar representações diferentes (padrão de criação);

Decorador: acrescenta funcionalidades adicionais a um objeto de forma dinâmica (padrão estrutural);

Estado: permite que um objeto modifique seu comportamento quando seu estado interno muda (padrão de comportamento);

Slide 79

Interpretador: define a representação para uma gramática e um interpretador para sentenças nessa linguagem (padrão de comportamento);

Peso-pena: usa compartilhamento para lidar com grande número de pequenos objetos de forma eficiente (padrão estrutural);

Visitante: representa uma operação a ser executada nos elementos da estrutura de um objeto;

Singleton: garante que uma classe tem apenas uma instância e oferece um ponto de acesso para essa instância (padrão de criação);

Slide 80

Padrões e *frameworks*

Padrões de projeto: descrições de soluções de projeto recorrentes que foram aprovadas pelo uso ao longo do tempo;

Frameworks: projeto reutilizável do todo ou de parte de um sistema que é representada por um conjunto de classes abstratas e pela forma que suas instâncias interagem

- menos abstratos que padrões
- tipicamente contêm vários padrões

Slide 81

Frameworks e reuso

- Reuso de projeto
  - um *framework* define um esqueleto de aplicação que pode ser adaptado por um desenvolvedor de aplicação
  - é um tipo de arquitetura voltada para um domínio
- Reuso de código
  - *frameworks* são expressos em linguagens de programação — são programas
  - facilita uso de componentes que se conformem às interfaces do *framework*
  - tornam-se dependentes das linguagens

Slide 82

Características de *frameworks*

Modularidade: detalhes de implementação são encapsulados por trás de interfaces estáveis

Reusabilidade: definem componentes genéricos associados às interfaces estáveis que podem ser reutilizados para criar novas aplicações

Extensabilidade: definem pontos de adaptação e extensão nas interfaces estáveis (pontos variáveis, métodos *hook*)

Inversão de controle: *framework* define seqüência de invocação da aplicação

- Princípio de Hollywood

Slide 83

Formas de adaptação em *frameworks*

Formas básicas de associar os métodos da aplicação aos métodos do *framework*:

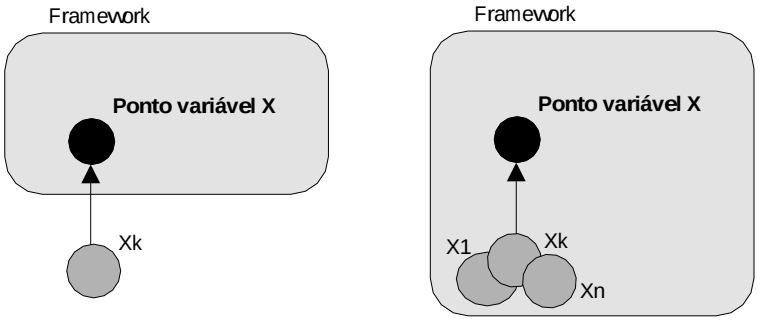
Adaptação caixa-branca: reuso por herança — aplicação deve definir classes que estendem as classes abstratas do *framework* e redefinir métodos

Adaptação caixa-preta: reuso por composição — aplicação escolhe subclasse concreta (dentre as disponíveis) e utiliza suas funcionalidades via sua interface

Adaptação caixa-cinza: oferece alternativas de implementação (como caixa-preta) mas permite implementações específicas (como caixa-branca)

Slide 84

Pontos de adaptação no *framework*



Slide 85

Tipos de frameworks

***Frameworks* caixa-branca:** todos os pontos variáveis são caixa-branca;

***Frameworks* caixa-preta:** todos os seus pontos variáveis são caixa-preta;

***Frameworks* caixa-cinza:** apresenta pontos-variáveis caixa-cinza.

Slide 86

Aspectos de desenvolvimento e utilização dos diferentes tipos de *frameworks*

- *Frameworks* caixa-branca são mais simples de se projetar e desenvolver
  - não precisa oferecer implementações dos pontos variáveis
- *Frameworks* caixa-preta são de utilização mais simples
- *Frameworks* caixa-cinza tendem a caixa-preta
  - Implementações realizadas passam a fazer parte do conjunto de implementações disponíveis

Slide 87

Desenvolvimento de *software* centrado em *frameworks*

- Três fases principais:
  1. Desenvolvimento do *framework*
  2. Uso do *framework*
  3. Manutenção do *framework*

Slide 88

Tarefas para o desenvolvimento de *frameworks*

1. identificar domínio específico de aplicação do *framework*
2. determinar os principais casos de uso suportados e atores interagindo com o *framework*
3. determinar padrões/soluções para auxiliar desenvolvimento do *framework*
4. projetar interfaces e componentes do *framework*; mapear atores e papéis para as interfaces
5. desenvolver implementação padrão para interfaces do *framework*
6. descrever e documentar os pontos de extensão do *framework*
7. criar planos e casos de teste

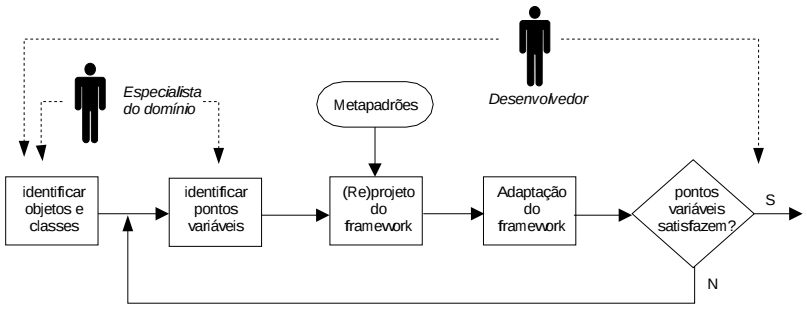
Slide 89

Desenvolvimento de *framework* baseado em pontos variáveis

- Análise do domínio identifica pontos variáveis
  - quais aspectos do *framework* diferem entre aplicações?
  - qual o grau de flexibilidade desejado?
  - o comportamento flexível precisa ser alterado durante o funcionamento da aplicação?

Slide 90

Ciclo de desenvolvimento baseado em pontos variáveis



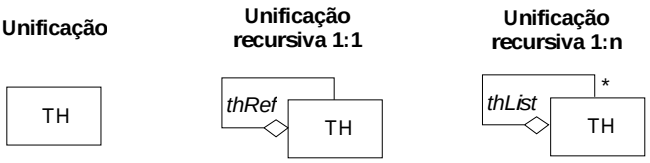
Slide 91

Metapadrões

- Estabelecem padrões de relação entre classes genéricas *(template classes)* e classes componentes *(hook classes)*
  - Classes genéricas possuem os métodos gabaritos, que definem comportamento abstrato, fluxo de controle genérico, relação entre objetos
  - Classes componentes possuem os métodos componentes, que fazem parte das implementações dos métodos gabaritos e podem ser abstratos, regulares ou novos gabaritos.

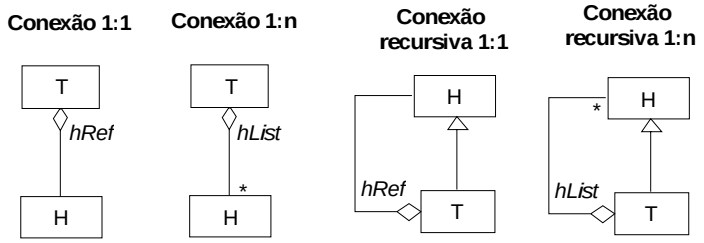
Slide 92

Metapadrões de unificação



Slide 93

Metapadrões de conexão



Slide 94

Desenvolvimento de *framework* baseado em generalização sistemática

- Criação de um modelo de aplicação no domínio
- Análise de alto nível dos pontos variáveis
- Para cada ponto variável detectado
  - análise e especificação detalhada
  - projeto de alto nível
  - transformação do modelo de classes por generalização com o subsistema de ponto variável

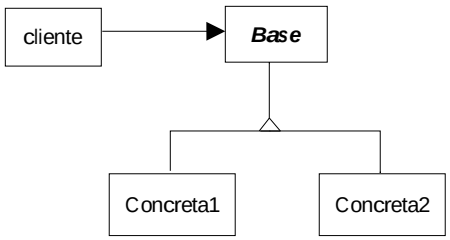
Slide 95

Subsistemas de ponto variável *(hot spots)*

- Outra forma de estabelecer os padrões básicos de relação entre as classes genéricas e suas concretizações
- Variabilidade é obtida por meio de uma referência polimórfica, que estabelece a ligação dinâmica entre o método genérico e as operações concretas
- Quando a ligação faz referência a serviços dentro do próprio sistema, o subsistema de ponto variável é recursivo

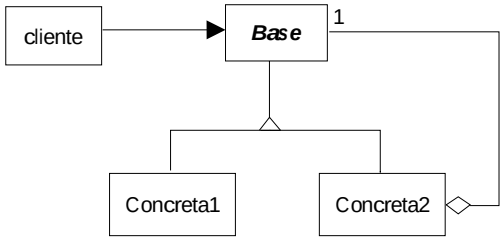
Slide 96

Subsistema de ponto variável não-recursivo



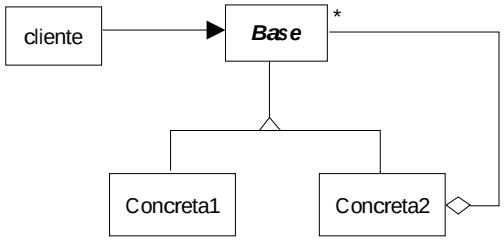
Slide 97

Subsistema de ponto variável recursivo 1:1



Slide 98

Subsistema de ponto variável recursivo 1:n



Slide 99

Relação entre padrões, metapadrões e subsistemas de ponto variável

Subsistema de ponto variável	**Metapadrão**	**Padrão de projeto**
não recusivo	unificação, conexão 1:1, conexão 1:n	fábrica abstrata, método fábrica, protótipo, ponte, comando, iterador, observador, estratégia, método gabarito, construtor, adaptador, mediador, estado, visitante
recursivo 1:1	conexão recursiva 1:1, unificação recursiva 1:1	cadeia de responsabilidade, decorador
recursivo 1:n	conexão recursiva 1:n, unificação recursiva 1:n	composto, interpretador

Slide 100

Uso do *framework*

- Quando ocorre o desenvolvimento de aplicações
  - Instanciação do *framework*
- Sucesso dependente em grande parte da boa documentação sobre o *framework*
  - Identificação dos pontos de adaptação
  - Padrões utilizados
  - Exemplos
- Aprender a usar um *framework* requer investimento de tempo e dinheiro

Slide 101

Manutenção de *frameworks*

- Desenvolvimento de aplicações aumenta reusabilidade do *framework*
  - maior disponibilidade de classes concretas (reuso caixa-preta)
  - identificação de deficiências para futuras extensões
- Revisões em *frameworks* tendem a ser problemáticas
  - compatibilidade de aplicações já desenvolvidas com o mesmo *framework*; devem evoluir juntas
- Em alguns casos, revisão do domínio
  - estabelecimento de novas fronteiras

Slide 102

Classificação de *frameworks* pelo escopo de uso

Infra-estrutura: *framework* simplifica o desenvolvimento da infra-estrutura de sistemas de forma portátil e eficiente; tipicamente de uso no desenvolvimento interno às empresas

Integração *middleware*: *framework* permite a integração de componentes e aplicações distribuídas; parte importante dos sistemas modernos

Aplicação empresarial: *framework* voltado para uma área de aplicação; foco de desenvolvimento nas empresas desenvolvendo aplicações para usuários finais

Slide 103

Potenciais problemas na integração de *frameworks*

Foco no desenvolvimento dos *frameworks* está na extensão das funcionalidades, não na integração com outros *frameworks*

- Alguns *frameworks* podem assumir que têm controle completo sobre o fluxo de execução da aplicação
  - Quando mais de um *framework* em uso. . . ?
- Como integrar sistemas legados a *frameworks*?
- O que acontece se dois *frameworks* têm componentes com sobreposição de funcionalidades?

Slide 104

Causas dos problemas de integração de *frameworks*

Coesão do *framework*: quão amarrada está a conexão de uma classe do *framework* às demais?

Cobertura do domínio: quão bem especificado e isolado está o domínio de aplicação do *framework*?

Objetivos do projeto: os desenvolvedores do *framework* devem explicitar se integração foi uma preocupação no projeto

Falta de acesso ao código fonte: integração pode requerer modificações e adaptações no código; é importante ter uma abordagem *open source*

Falta de padrões: ainda não há padrões voltados para o desenvolvimento de *frameworks*

Slide 105

Estratégias para integração de *frameworks*

- Usar *threads* de execução independentes para cada *framework*
- Usar padrão Adaptador para estabelecer integração com código legado
- Alterar código do *framework*
- No desenvolvimento:
  - Tornar explícitas e bem documentadas as decisões relativas à arquitetura do *framework*
  - Construir o *framework* em “blocos independentes”
  - Estabelecer no *framework* previsões para configuração, mediação e adaptação, através do uso de padrões

Slide 106

Aplicando as técnicas de reuso na programação C++

Herança, composição, *templates*

Slide 107

O conceito da herança

- Princípio da substituição de Liskov
  - Se a classe D é derivada da classe B, quando um objeto B for necessário é possível usar um objeto D
  - D **is-a** B (mas não vice-versa)
- Definição de (boas) hierarquias de classes é um dos conceitos chaves por trás da orientação a objetos

Slide 108

Aspectos da implementação da herança em C++

- Mecanismos de derivação
  - Implementando hierarquias IS-A
  - Lidando com exceções nas hierarquias
- Herança de interfaces vs herança de implementações
  - separação de interface e implementação
  - redefinições de métodos

Slide 109

C++ e hierarquias IS-A

- Através da derivação `public`

```
class Pessoa { ... };
class Estudante : public Pessoa { ... };
```

- Todo estudante é uma pessoa
- Nem toda pessoa é um estudante

Slide 110

```
void dance(const Pessoa& p);
void estude(const Estudante& e);
Pessoa p;
Estudante e;
dance(p);
dance(e);
estude(p);        // oops
estude(e);
```

Slide 111

Herança pública vs. herança privada

- Derivação usando `private` **não define** uma hierarquia do tipo IS-A
- como todos os membros da superclasse, públicos ou protegidos, tornam-se privativos na nova classe, a interface da superclasse não é herdada
- não há conversão automática de um objeto do tipo derivado para um objeto do tipo da classe base
- falha o princípio da substituição

Slide 112

```
class Pessoa { ... };
class Estudante : private Pessoa { ... };
void dance(const Pessoa& p);
void estude(const Estudante& e);
Pessoa p;
Estudante e;
dance(p);
dance(e);         // oops
estude(p);        // oops
estude(e);
```

Slide 113

Lidando com pingüins voadores

- “Pássaros podem voar, pingüins são pássaros. . . ”

```
class Passaro {
public:
  virtual void voe();
  ...
};
class Pinguim : public Passaro { ... };
```

- “. . . mas pingüins não voam!”

Slide 114

Tratando o problema durante a execução

```
void erro(const string& mens);

class Pinguim : public Passaro {
public:
  virtual void voe() { erro(‘‘Pingüim não voa’’); }
...
};
```

- “Pingüins podem tentar voar, mas fazê-lo é um erro.”
- Abordagem tipicamente adotada em linguagens interpretadas, mas não em C++

Slide 115

Revendo a hierarquia de classes

- Se não houver um método `voe` definido para pingüins, compilação já detectará o erro

```
class Passaro { ... };
class PassaroVoador: public Passaro (
public: virtual void voe(); ...
};
class PassaroNaoVoador: public Passaro { ... };
class Pinguim: public PassaroNaoVoador { ... };
```

Slide 116

Potenciais problemas na definição de hierarquias de classes por herança

- Uso de intuição ou “bom senso” pode levar a hierarquias falhas
  - Exemplo com pingüins pode parecer óbvio, mas é emblemático de situações reais de modelagem
- Abuso de herança
  - Nem sempre a relação adequada entre duas classes é a de herança
  - Herança **deve sempre ser** uma expressão da relação IS-A

Slide 117

Interfaces e implementações

Separação entre a especificação de uma interface e sua implementação é essencial na boa programação orientada a objetos

- Interfaces tendem a estabilizar rapidamente, implementações não
- Programar com base no conhecimento apenas da interface favorece programação genérica e reduz a dependência de compilação entre módulos do sistema

Slide 118

C++ favorece a mistura de interface e implementação

```
class Pessoa {
public:
  Pessoa(string& nome, Data& aniv, Endereco& end, Pais& p);
  virtual ~Pessoa();
  string nome() const;
  string dataNascimento() const;
  string endereco() const;
  string nacionalidade() const;
private:
  string name_;
  Data birthday_;
  Endereco address_;
  Pais nation_;
};
```

Slide 119

Destrutor virtual

- Por quê?

```
class Base { public: ~Base(); ... };
class Derivada: public Base { public: ~Derivada(); ... };
Base *p = new Derivada;
delete p;  // comportamento indefinido
```

- Se destrutor na classe base for declarado como virtual, ambos serão invocados
  - Deve estar presente em qualquer classe que sirva de base para outras
  - Mesmo que virtual puro, deve ter implementação

Slide 120

Dependência em relação a outras definições

- Classe `Pessoa` usa outras classes na definição de seus atributos
  - Tipicamente, no início do módulo:

```
#include <string>
#include "data.h"
#include "endereco.h"
#include "pais.h"
```

  - Cria dependência deste módulo (e dos que utilizem a classe `Pessoa`) em relação àqueles

Slide 121

Reduzindo a dependência entre classes

- Usar declarações ao invés de definições
  - Código como

```
class Data;
Data  hoje();
void  ajustaData(Data d);
```

    não precisa conhecer a definição da classe `Data` para compilar

- Da mesma forma, para definir ponteiros ou referências basta conhecer a declaração, não a definição de um tipo

Slide 122

Separando os detalhes de implementação da interface

```
#include <string>
class Data; class Endereco; class Pais;
class PessoaImpl;
class Pessoa {
public:
  Pessoa(string& nome, Data& aniv, Endereco& end, Pais& p);
  virtual ~Pessoa();
  string nome() const;
  string dataNascimento() const;
  string endereco() const;
  string nacionalidade() const;
private:
  PessoaImpl *parte_impl;
};
```

Slide 123

Repassando o trabalho para a implementação

```
#include "Pessoa.h"
#include "PessoaImpl.h"
Pessoa::Pessoa(string& n, Data& d, Endereco& e, Pais& p) {
  parte_impl = new PessoaImpl(n, d, e, p);
}
string Pessoa::nome() const {
  return parte_impl -> getNome();
}
...
```

- Qual padrão de projeto está presente nesta abordagem?

Slide 124

Definindo interfaces puras (Protocolos)

- Protocolos são classes abstratas sem nenhuma implementação
  - sem construtores
  - sem atributos
  - todos os métodos abstratos (virtuais puros)
- Classes que usam os protocolos operam com ponteiros ou referências para essas classes
  - não é possível instanciar diretamente objetos de protocolos
  - objetos de classes derivadas podem ser criados

Slide 125

Exemplo de protocolo C++

```
class Pessoa {
public:
  virtual ~Pessoa();
  virtual string nome() const = 0;
  virtual string dataNascimento() const = 0;
  virtual string endereco() const = 0;
  virtual string nacionalidade() const = 0;
};
```

Slide 126

Construção de objetos associados a protocolos

- Objetos serão de classes derivadas do protocolo

```
class PessoaMesmo: public Pessoa {
public:
  PessoaMesmo(string& n, Data& d, Endereco& e, Pais& p)
    : name_(n), birthday_(d), address_(e), nation_(p) {}
  string nome() const;
  ...
private:
  string name_;
  ...
};
```

Slide 127

Construção de objetos via protocolos

- Em geral, dá-se através de método estático associado ao próprio protocolo

```
class Pessoa {
public:
  ...
  static Pessoa * fazPessoa(string& n, Data& d,
                            Endereco& e, Pais& p);
};
Pessoa * Pessoa::fazPessoa(string& n, Data& d,
                            Endereco& e, Pais& p) {
  return new PessoaMesmo(n, d, e, p);
}
```

- Algum padrão reconhecido aqui?

Slide 128

Herança de interface e herança de implementação de métodos

- O que de um método se pretende passar de uma classe base para uma classe derivada?
  - Apenas sua interface (declaração);
  - A interface e a implementação, porém permitindo que classe derivada defina nova implementação (especializações);
  - A interface e a implementação, sem permitir que a classe derivada defina nova implementação (aspecto invariante).

Slide 129

Três tipos de métodos

- Para a classe abstrata `Shape`,

```
class Shape {
public:
  virtual void draw() = 0;
  virtual void error(string & msg);
  int objectID();
...
};
```

os três métodos estarão presentes em suas classes derivadas publicamente.

Slide 130

Apenas herança de interface

- Obtida pelo uso da função virtual pura
  - No exemplo, `draw`
  - Não precisa (mas até poderia) ter uma implementação
- Se `Rectangle` e `Ellipse` são derivadas de `Shape`,

```
Shape *ps1 = new Rectangle; ps1->draw();
Shape *ps2 = new Ellipse; ps2->draw();
ps1->Shape::draw();
```

Slide 131

Herança de interface com implementação padrão

- Obtida com métodos virtuais “normais”
- Classe derivada pode optar entre usar a implementação padrão oferecida pela superclasse ou definir a própria implementação, especializada
- Potencial problema de manutenção
  - Se a hierarquia crescer (novas classes derivadas) e o padrão não mais for aplicável

Slide 132

“Não há diferença entre pilotar um Avião ModeloA ou um Avião ModeloB; outros poderiam ser diferentes:”

```
class Aviao {
public:
  virtual void voePara(string& destino);
...
};
class ModeloA : public Aviao { ... };
class ModeloB : public Aviao ( ... };
```

Slide 133

"Já pilotar o novo Avião ModeloC é diferente..."

```
class ModeloC : public Aviao { ... //oops};
Aviao eqp = new ModeloC;
eqp->voePara("JFK"); // desastre
```

- Problema não é ter uma implementação padrão, mas permitir que a classe derivada a utilize sem dizer explicitamente que irá fazê-lo

Slide 134

Separando a interface da implementação padrão

- Usar método privativo, não-virtual:

```
class Aviao {
public:
  virtual void voePara(string& dest) = 0;
...
private:
  void vaiPorMim(string& dest);
};
void ModeloA::voePara(string& dest) {
  vaiPorMim(dest);
}
```

Slide 135

Separando a interface da implementação padrão (2)

- Alternativamente, pode usar definição para função virtual pura:

```
class Aviao {
public:
  virtual void voePara(string& dest) = 0;
...
};
void Aviao::voePara(string& dest) {
  // procedimento padrão
}
void ModeloA::voePara(string& dest) {
 Aviao::voePara(dest);
}
```

- Perde a “proteção” para implementação padrão

Slide 136

Métodos invariantes na especialização

- Comportamento **não pode** ser alterado em classes derivadas
- Situação obtida com uso das funções não-virtuais
  - Define interface e implementação mandatória
- Método não-virtual nunca deve ser redefinido em classes derivadas

Slide 137

Nunca redefinir métodos não-virtuais

```
class B { public: void mf(); ... };
class D: public B { ... };
D x;
B *pB = &x; pB->mf();
D *pD = &x; pD->mf();
```

- Se `D` redefine `mf`, as duas invocações de `mf` terão comportamento diferente

Slide 138

Porque não redefinir métodos não-virtuais

- Métodos não virtuais são ligados em tempo de compilação
- Mesmo que através de ponteiros, a implementação utilizada será a do tipo do ponteiro e não a do tipo do objeto na execução
- O mesmo ocorre para valores padrão de funções virtuais
  - valores padrão são ligados estaticamente
  - pode invocar corpo definido na classe derivada com valores padrões definidos na superclasse
  - conclusão: não devem ser redefinidos

Slide 139

Trabalhando com composição

- Para modelar expressões do tipo **tem um** (objeto de outra classe) ou **é implementado usando** (outro tipo de objeto)

```
class Pessoa {
...
private:
  string nome;  // Pessoa tem um nome
  Endereco end; // e tem um endereco
  ...
};
```

Slide 140

Composição e “é implementado usando”

- Exemplo: implementar uma coleção do tipo conjunto usando uma estrutura de dados do tipo lista
- um conjunto não é uma lista
  - conjuntos não podem ter elementos duplicados, listas podem
  - herança pública não é uma boa opção
- pode definir atributo usando `list` da STL

Slide 141

Definição da classe `Set`:

```
template<class T>
class Set {
public:
  bool member(const T& item) const;
  void insert(const T& item);
  void remove(const T& item);
  int  cardinality( ) const;
private:
  list<T> rep;
};
```

Slide 142

Exemplo de métodos de `Set`:

```
template<class T>
bool Set<T>::member(const T& item) const {
  return find(rep.begin(), rep.end(), item) != rep.end();
}
template<class T>
void Set<T>::insert(const T& item) {
  if(!member(item)) rep.push_back(item);
}
template<class T>
void Set<T>::remove(const T& item) {
  list<T>::iterator it = find(rep.begin(), rep.end(), item);
  if (it != rep.end()) rep.erase(it);
}
template<class T>
int Set<T>::cardinality( ) const {
  return rep.size();
}
```

Slide 143

Herança ou *templates*

- Na definição de um conjunto de classes com pequenas diferenças entre si, qual mecanismo usar?

  herança: fatorar parte comum em superclasse (abstrata), derivar as classes concretas e em cada uma definir a especialização da classe

  ***template*:** definir o código para a classe genérica em termos de um tipo parametrizado e instanciar, para cada tipo desejado, uma versão da definição da classe especializada

- Usar herança quando o tipo do objeto muda o comportamento dos métodos, usar *template* quando comportamento é invariante com o tipo parametrizado

Slide 144

```
template<class T> class Stack {
public:
  Stack();
  ~Stack();
  void push(const T& obj);
  T pop();
  bool empty() const;
private:
  struct StackNode {
    T data;
    StackNode *next;
    StackNode(const T& newData, StackNode *nextNode)
    : data(newData), next(nextNode) { }
  };
  StackNode *top;
  Stack(const Stack& rhs);
  Stack& operator=(const Stack& rhs);
};
```

Slide 145

```
[--- template<class T> ---]
Stack<T>::Stack() : top(0) {}
void Stack::push(const T& obj) {
  top = new StackNode(obj, top); }
T Stack<T>::pop() {
  StackNode *topOfStack = top;
  top = top->next;
  T data = topOfStack->data;
  delete topOfStack;
  return data; }
Stack<T>::~Stack() {
  while(top) {
    StackNode *toDie = top;
    top = top->next;
    delete toDie;
  } }
bool Stack<T>::empty() const {
  return top == 0; }
```

Slide 146

Templates vs ponteiros genéricos

- Ponteiros genéricos (`void*`) oferecem outra alternativa que permite ter o mesmo comportamento para diferentes tipos de objetos
  - sem a replicação de código que *templates* geram
- Dois passos
  1. criar a classe que manipula os ponteiros genéricos
  2. criar classes que enforçam a conversão correta dos ponteiros

Slide 147

Classe pilha genérica (opção 1):

```
class GenericStack {
public:
  GenericStack();
  ~GenericStack();
  void push(void *obj);
  void *pop();
  bool empty() const;
private:
  struct StackNode {
    void *data;
    StackNode *next;
    StackNode(void *newData, StackNode *nextNode)
    : data(newData), next(nextNode) { } };
  StackNode *top;
  GenericStack(const GenericStack& rhs);
  GenericStack& operator=(const GenericStack& rhs); };
```

Slide 148

Classe para conversão de tipos (opção 1):

```
class IntStack {
public:
  void push(int *ip) {s.push(ip);}
  int *pop() {return static_cast<int *>(s.pop());}
  bool empty() const { return s.empty();}
private:
  GenericStack s;
};
```

Slide 149

Comentários sobre essa implementação

- Não há custo adicional no uso de `IntStack`
  - todos os métodos são *inline*
- Nada impede que cliente use diretamente objetos da classe `GenericStack`
  - Alternativa: evitar manipulação direta de `GenericStack` protegendo sua criação e interface

Slide 150

Classe pilha genérica (opção 2):

```
class GenericStack {
protected:
  GenericStack();
  ~GenericStack();
  void push(void *obj);
  void *pop();
  bool empty() const;
private:
  struct StackNode {
    void *data;
    StackNode *next;
    StackNode(void *newData, StackNode *nextNode)
    : data(newData), next(nextNode) { } };
  StackNode *top;
  GenericStack(const GenericStack& rhs);
  GenericStack& operator=(const GenericStack& rhs); };
```

Slide 151

Classe para conversão de tipos (opção 2):

```
class IntStack: private GenericStack {
public:
  void push(int *ip) {GenericStack::push(ip);}
  int *pop() {return static_cast<int *>(GenericStack::pop());}
  bool empty() const { return GenericStack::empty();}
};
```

Slide 152

Classe para conversão de tipos (generalizando os tipos possíveis de interface):

```
template<class T>
class Stack: private GenericStack {
public:
  void push(T *op) {GenericStack::push(op);}
  T *pop() {return static_cast<T*>(GenericStack::pop());}
  bool empty() const { return GenericStack::empty();}
};
```

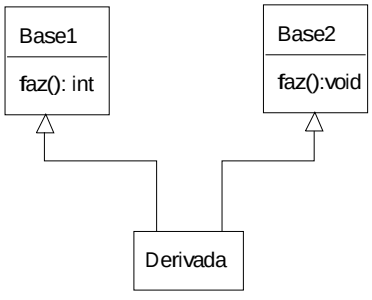
Slide 153

Herança múltipla

- Não há uma posição clara na comunidade de orientação a objetos sobre os benefícios da herança múltipla
- Por que deve ser evitada (ou, pelo menos, usada com muito cuidado. . .)?
  - Ambigüidade potencial
  - Múltiplas ocorrências da base

Slide 154

Ambigüidade potencial



Slide 155

Ambigüidade potencial (C++)

```
class Base1 {          class Base2 {
public:                public:
  int faz();             void faz();
};                     };

class Derivada: public Base1, public Base2 {
 ...   // sem faz()
};

Derivada d;
d.faz();        // erro de compilação
```

Slide 156

Restringir acesso não resolve o problema:

```
class Base1 {          class Base2 {
public:                private:
  int faz();             void faz();
};                     };

class Derivada: public Base1, public Base2 {
 ...   // sem faz()
};

Derivada d;
int i = d.faz();        // continua erro de compilação
```

Slide 157

Por que compilador não leva em conta as especificações de acesso?

- Porque modificações na visibilidade de membros das classes não deveria modificar o significado de programas
- Se a abordagem anterior “resolvesse” o problema, apenas modificação na visibilidade mudaria o comportamento do programa
  - sem modificar invocação ou corpo dos métodos

Slide 158

Para resolver ambigüidade, apenas através da qualificação dos membros (referências explícitas à classe base):

```
d.Base1::faz();
d.Base2::faz();
```

- Se métodos fossem virtuais, não teria como explorar redefinições
  - mesmo que objeto fosse de uma classe derivada da base, a qualificação faz com que o método invocado seja exatamente o especificado.

Slide 159

E se dois métodos, com os mesmos tipos de argumentos, fossem virtuais e a classe derivada quisesse redefinir os dois?

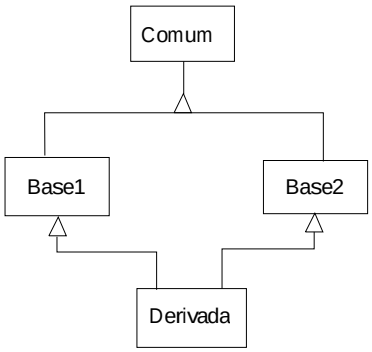
- não há como fazer diretamente
  - Apenas um método pode existir numa classe com um dado nome e lista de tipos de argumentos
- possível através da criação de classes auxiliares, sem correspondência com a modelagem da aplicação

Slide 160

```
class AuxBase1: public Base1 {
public:
  virtual int faz1() = 0;
  virtual int faz() { return faz1(); }
};
class AuxBase2: public Base2 {
public:
  virtual void faz2() = 0;
  virtual void faz() { faz2(); }
};
class Derivada: public Base1, public Base2 {
public:
  virtual int faz1();
  virtual void faz2();
};
Derivada *d = new Derivada;
Base1 *p1 = d;  Base2 *p2 = d;
p1->faz();  // chama faz1
p2->faz();  // chama faz2
```

Slide 161

Múltiplas ocorrências da classe base



Slide 162

Tipicamente, classe comum é uma classe base virtual:

```
class Comum { ... };
class Base1: virtual public Comum { ... };
class Base2: virtual public Comum { ... };
class Derivada: public Base1, public Base2 { ... };
```

- Classe base virtual impõe penalidades de acesso (tipicamente, implementação por ponteiros na estrutura interna)
- Mas e se Comum, Base1 e Base2 existissem antes e independentemente de Derivada (por exemplo, em uma biblioteca)?
  - bom projeto requer visão profética. . .

Slide 163

Outros problemas na herança múltipla

Passagem de argumentos para construtor de classe base virtual:

- Em herança simples, sem bases virtuais, construtores de classe em nível i repassam informação para construtores da classe no nível $i - 1$
- Na herança múltipla, lista de inicialização do construtor está na classe que é mais derivada da base
  - pode estar distante na hierarquia de classes
  - pode variar a posição com evolução da hierarquia

Solução: classes bases virtuais sem atributos (estilo *interface* de Java)

Slide 164

Dominância das funções virtuais:

```
class Comum { public: virtual void f(); ... };
class Base1: virtual public Comum { ... };
class Base2: virtual public Comum {
  public: virtual void f(); ... };
class Derivada: public Base1, public Base2 { ... };
```

- Há ambigüidade nesse código?

```
Derivada *pd = new Derivada;
pd->f();
```

- Se Comum não fosse base virtual de Base1 ou Base2, haveria
- Como é, `f` da Base2 é utilizada (domina a hierarquia)

Slide 165

Como usar herança múltipla de forma segura?

- Evitar grafos de hierarquia na forma de diamantes
  - Evita problemas associados a classes bases virtuais
- É seguro combinar herança pública de interface com herança privada de implementação
- Rever hierarquia: herança múltipla é mesmo a melhor solução?

Slide 166

Usando C++ para expressar padrões de projeto

Slide 167

Atividades

Analisar as implementações fornecidas em C++ com usos dos padrões de projeto *Adaptador*, *Decorador*, *Mediador*, *Singleton* e *TemplateMethod*. Para cada um deles, descreva

1. Qual o problema que está sendo abordado;
2. Que alternativas de implementação são consideradas;
3. Que construções de C++ são relevantes para a implementação;
4. Quais os potenciais problemas ou deficiências da implementação;
5. Se as técnicas indicadas poderiam ser úteis na implementação de outros padrões.

Slide 168

Conclusões

Slide 169

- Origem dos maiores problemas na programação em C++
  - Falta de compreensão do paradigma de orientação a objetos
  - Vícios no desenvolvimento de *software*
  - Problemas no projeto
  - Mal uso dos recursos da linguagem
- Para o último item, solução passa por
  - Reconhecer as “mensagens implícitas” associadas a cada recurso
  - Estar atento às situações de risco
  - Aplicar soluções reconhecidas

Slide 170

Referências e sugestões de leitura

1. Frederick P. Brooks, Jr. No Silver Bullet: Essence and accidents of software engineering. *IEEE Computer*, pp.10–19, April 1987. Disponível em `http://www.virtualschool.edu/mon/SoftwareEngineering/BrooksNoSilverBullet.html`.
2. Phillip G. Armour. The Five Orders of Ignorance. *Communications of the ACM* 43(10), pp.17–20, October 2000.
3. William H. Brown, Raphael C. Malveau, Hays W. McCormick III, and Thomas J Mowbray. *Antipatterns: Refactoring software, architectures, and projects in crisis*. John Wiley & Sons, 1998.
4. Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides. *Design Patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley, 1995.

Slide 171

5. Ralph E. Johnson. Frameworks=Components+Patterns. *Communications of tha ACM* 40(10), pp.39–42, October 1997.
6. W. Pree. *Design patterns for object-oriented software development*. Addison-Wesley, 1995.
7. H. A. Schmid. Framework Design by Systematic Generalization. *Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design*, Mohamed E. Fayad, Douglas C. Schmidt e Ralph E. Johnson (Eds.). John Wiley & Sons, 1999, Cap. 15, pp.353–378.
8. Scott Meyers. *Effective C++: 50 specific ways to improve your programs and designs*, 2nd edition. Addison-Wesley, 1998.

- `http://www.antipatterns.com/`
- `http://hillside.net/patterns/`
- `http://www.objenv.com/cetus/oo_patterns.html`
- `http://www.osdn.org/`
- `http://sourceforge.net/`