Testes de Unidade com JUnit

Helder da Rocha (helder@acm.org)

Objetivos

- *Apresentar e incentivar a prática de testes de unidade durante o desenvolvimento*
- *Apresentar a ferramenta JUnit, que ajuda na criação e execução de testes de unidade em Java*
- *Discutir as dificuldades relativas à "arte" de testar e como podem ser superadas ou reduzidas*
- *Torná-lo(a) uma pessoa "viciada" em testes: Convencê-lo(a) a nunca escrever uma linha sequer de código sem antes escrever um teste executável (que falhe inicialmente) que a justifique.*

O que é "Testar código"?

- É a coisa mais importante do desenvolvimento
  - Se seu código não funciona, ele não presta!
- Todos testam
  - Você testa um objeto quando escreve uma classe e cria algumas instâncias no método main()
  - Seu cliente testa seu software quando ele o utiliza (ele espera que você o tenha testado antes)
- O que são testes automáticos?
  - São programas que avaliam se outro programa funciona como esperado e retornam resposta tipo "sim" ou "não"
  - Ex: um main() que cria um objeto de uma classe testada, chama seus métodos e avalia os resultados
  - Validam os requisitos de um sistema

Por que testar?

- Por que não?
  - Como saber se o recurso funciona sem testar?
  - Como saber se ainda funciona após refatoramento?
- Testes dão maior segurança: coragem para mudar
  - Que adianta a OO isolar a interface da implementação se programador tem medo de mudar a implementação?
  - Código testado é mais confiável
  - Código testado pode ser alterado sem medo
- Como saber quando o projeto está pronto
  - Testes == requisitos 'executáveis'
  - Testes de unidade devem ser executados o tempo todo
  - Escreva os testes antes. Quando todos rodarem 100%, o projeto está concluído!

O que é JUnit?

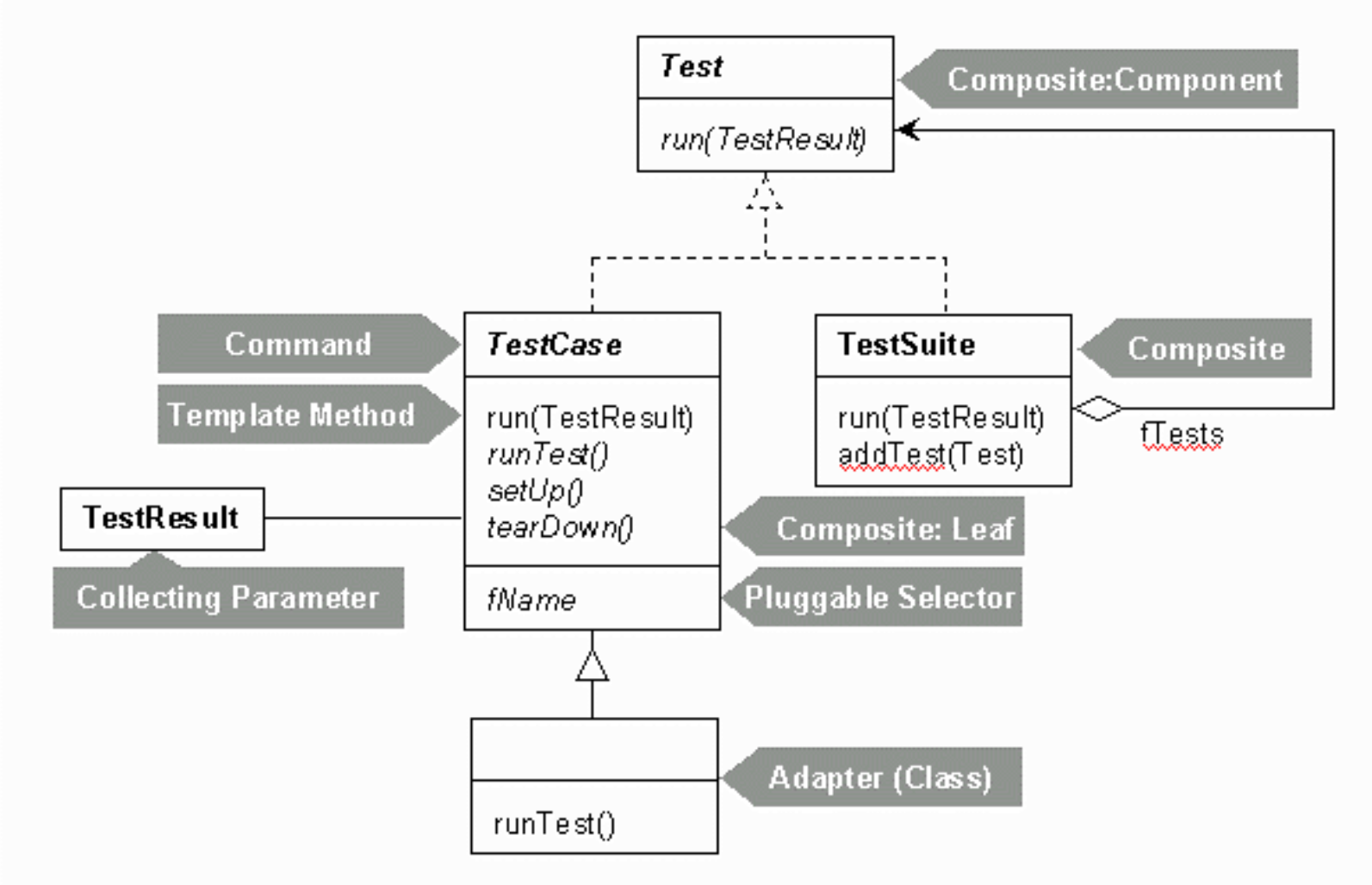
- Um **framework** que facilita o desenvolvimento e execução de **testes de unidade** em código Java
  - Uma API para construir os testes
  - Aplicações para executar testes
- A API
  - Classes Test, TestCase, TestSuite, etc. oferecem a infraestrutura necessária para criar os testes
  - Métodos assertTrue(), assertEquals(), fail(), etc. são usados para testar os resultados
- Aplicação TestRunner
  - Roda testes individuais e suites de testes
  - Versões texto, Swing e AWT
  - Apresenta diagnóstico sucesso/falha e detalhes

Para que serve?

- 'Padrão' para testes de unidade em Java
  - Desenvolvido por Kent Beck (XP) e Erich Gamma (GoF)
  - Design muito simples
- Testar é uma boa prática, mas é chato; JUnit torna as coisas mais agradáveis, facilitando
  - A criação e execução automática de testes
  - A apresentação dos resultados
- JUnit pode verificar se cada unidade de código funciona da forma esperada
  - Permite agrupar e rodar vários testes ao mesmo tempo
  - Na falha, mostra a causa em cada teste
- Serve de base para extensões

Arquitetura do JUnit

- *Diagrama de classes*



Fonte: Manual do JUnit (Cooks Tour)

Como usar o JUnit?

- Há várias formas de usar o JUnit. Depende da metodologia de testes que está sendo usada
  - Código existente: precisa-se escrever testes para classes que já foram implementadas
  - Desenvolvimento guiado por testes (TDD): código novo só é escrito se houver um teste sem funcionar
- Onde obter?
  - www.junit.org
- Como instalar?
  - Incluir o arquivo junit.jar no classpath para compilar e rodar os programas de teste
- Para este curso
  - Inclua o junit.jar no diretório lib/ de seus projetos

JUnit para testar código existente

Exemplo de um roteiro típico

1. *Crie uma classe que estenda junit.framework.TestCase para cada classe a ser testada*

```
import junit.framework.*;
class SuaClasseTest extends TestCase {...}
```

2. *Para cada método xxx(args) a ser testado defina um método public void testXxx() no test case*
   - *SuaClasse:*
     - `public boolean equals(Object o) { ... }`
   - *SuaClasseTest:*
     - `public void testEquals() {...}`
- *Sobreponha o método setUp(), se necessário*
- *Sobreponha o método tearDown(), se necessário*

JUnit para guiar o desenvolvimento

Cenário de Test-Driven Development (TDD)

1. *Defina uma lista de tarefas a implementar*
2. *Escreva uma classe (test case) e implemente um método de teste para uma tarefa da lista.*
3. *Rode o JUnit e certifique-se que o teste falha*
4. *Implemente o código mais simples que rode o teste*
   - *Crie classes, métodos, etc. para que código compile*
   - *Código pode ser código feio, óbvio, mas deve rodar!*
5. *Refatore o código para remover a duplicação de dados*
6. *Escreva mais um teste ou refine o teste existente*
7. *Repita os passos 2 a 6 até implementar toda a lista*

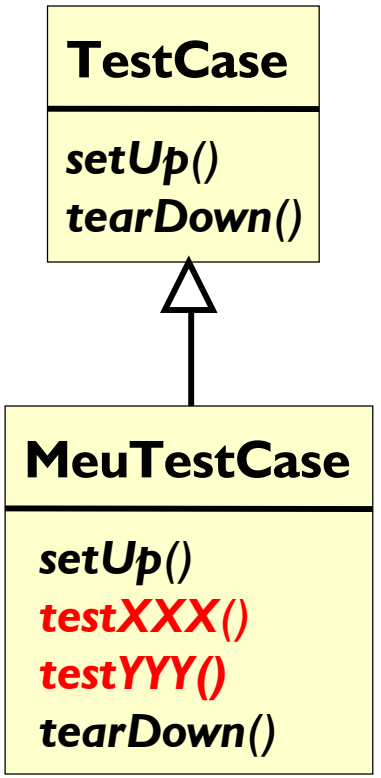
Como implementar?

- *Dentro de cada teste, utilize os métodos herdados da classe TestCase*
  - *assertEquals(objetoEsperado, objetoRecebido),*
  - *assertTrue(valorBooleano), assertNotNull(objeto)*
  - *assertSame(objetoUm, objetoDois), fail (), ...*
- *Exemplo de test case com um setUp() e um teste:*

```
public class CoisaTest extends TestCase {
  // construtor padrão omitido
  private Coisa coisa;
  public void setUp() { coisa = new Coisa("Bit"); }
  public void testToString() {
    assertEquals("<coisa>Bit</coisa>",
                 coisa.toString());
  }
}
```

Como funciona?

- O TestRunner recebe uma subclasse de junit.framework.TestCase
  - Usa reflection (Cap 14) para achar métodos
- Para cada método testXXX(), executa:
  - 1. o método setUp()
  - 2. o próprio método testXXX()
  - 3. o método tearDown()
- O test case é instanciado para executar um método testXXX() de cada vez.
  - As alterações que ele fizer ao estado do objeto não afetarão os demais testes
- Método pode **terminar**, **falhar** ou provocar **exceção**



Exemplo: um test case

```
package junitdemo;

import junit.framework.*;
import java.io.IOException;

public class TextUtilsTest extends TestCase {

    public TextUtilsTest(String name) {
        super(name);
    }

    public void testRemoveWhiteSpaces() throws IOException {
        String testString = "one, ( two | three+) ,       "+
                            "(((four+ |\t  five)?\n \n,  six?";
        String expectedString = "one,(two|three+)"+
                                ",(((four+|five)?,six?";
        String results = TextUtils.removeWhiteSpaces(testString);
        assertEquals(expectedString, results);
    }
}
```

Construtor precisa ser publico, receber String name e chamar `super(String name)` (JUnit 3.7 ou anterior)

*Método começa com "**test**" e é sempre **public void***

Exemplo: uma classe que faz o teste passar

```
package junitdemo;
import java.io.*;

public class TextUtils {

  public static String removeWhiteSpaces(String text)
                                                throws IOException {
      return "one,(two|three+),(((four+|five)?,six?";
  }
}
```

- *O teste passa... e daí? A solução está pronta? Não! Tem dados duplicados! Remova-os!*
- *Escreva um novo teste que faça com que esta solução falhe, por exemplo:*

```
String test2 = " a   b\nc   ";
assertEquals("abc", TextUtils.removeWhiteSpaces(test2));
```

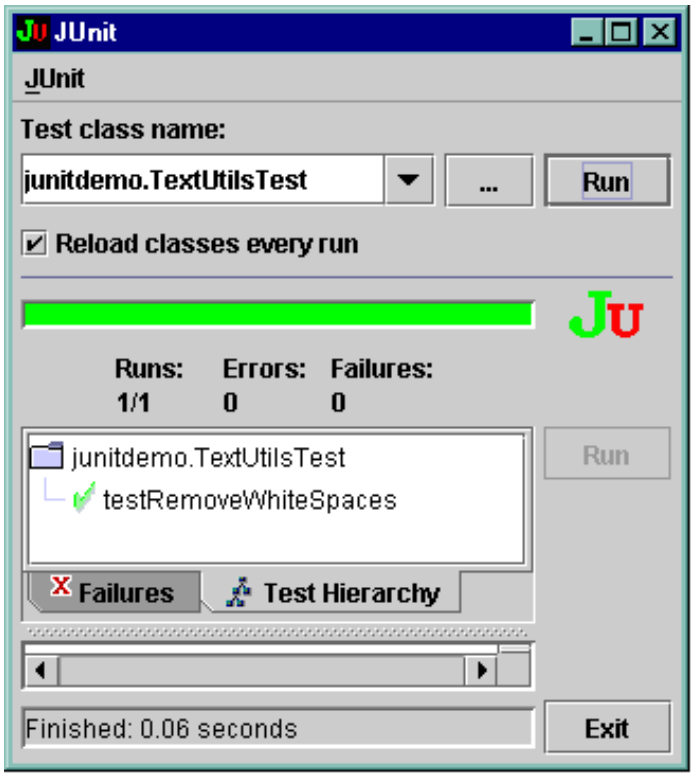
Outra classe que faz o teste passar

```
package junitdemo;
import java.io.*;

public class TextUtils {

  public static String removeWhiteSpaces(String text)
                                                throws IOException {
    StringReader reader = new StringReader(text);
    StringBuffer buffer = new StringBuffer(text.length());
    int c;
    while( (c = reader.read()) != -1) {
      if (c ==' '||c =='\n'||c =='\r'|| c =='\f'||c =='\t') {
         ; /* do nothing */
      } else {
         buffer.append((char)c);
      }
    }
    return buffer.toString();
  }
}
```

Exemplo: como executar

- Use a interface de texto
  - java -cp junit.jar junit.textui.TestRunner
    junitdemo.TextUtilsTest
- Ou use a interface gráfica
  - java -cp junit.jar junit.swingui.TestRunner
    junitdemo.TextUtilsTest
- Use Ant <junit>
  - tarefa do Apache Ant
- Ou forneça um main():

```
public static void main (String[] args) {
    TestSuite suite =
      new TestSuite(TextUtilsTest.class);
    junit.textui.TestRunner.run(suite);
}
```



TestSuite

- Permite executar uma coleção de testes
  - Método addTest(TestSuite) adiciona um teste na lista
- Padrão de codificação (usando reflection):
  - retornar um TestSuite em cada test-case:

```
public static TestSuite suite() {
   return new TestSuite(SuaClasseTest.class);
}
```

  - criar uma classe AllTests que combina as suites:

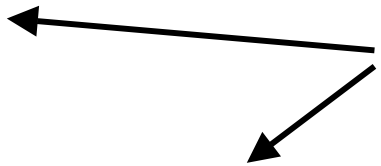
```
public class AllTests {
    public static Test suite() {
        TestSuite testSuite =
                          new TestSuite("Roda tudo");
        testSuite.addTest(pacote.AllTests.suite());
        testSuite.addTest(MinhaClasseTest.suite());
        testSuite.addTest(SuaClasseTest.suite());
        return testSuite;
    }
}
```

Pode incluir outras suites

Fixtures

- *São os dados reutilizados por vários testes*

```
public class AttributeEnumerationTest extends TestCase {
    String   testString;
    String[] testArray;
    AttributeEnumeration testEnum;
    public void setUp() {
        testString  = "(alpha|beta|gamma)";
        testArray = new String[]{"alpha", "beta", "gamma"};
        testEnum = new AttributeEnumeration(testArray);
    }
    public void testGetNames() {
        assertEquals(testEnum.getNames(), testArray);
    }
    public void testToString() {
        assertEquals(testEnum.toString(), testString);
    }
(...)
```



- *Se os mesmos dados são usados em vários testes, inicialize-os no setUp() e faça a faxina no tearDown() (se necessário)*
- *Não perca tempo pensando nisto antes. Escreva seus testes. Depois, se achar que há duplicação, monte o fixture.*

Teste situações de falha

- *É tão importante testar o cenário de falha do seu codigo quanto o sucesso*
- *Método fail() provoca uma falha*
  - *Use para verificar se exceções ocorrem quando se espera que elas ocorram*
- *Exemplo*

```
public void testEntityNotFoundException() {
    resetEntityTable(); // no entities to resolve!
    try {
        // Following method call must cause exception!
        ParameterEntityTag tag = parser.resolveEntity("bogus");
        fail("Should have caused EntityNotFoundException!");
    } catch (EntityNotFoundException e) {
         // success: exception occurred as expected
    }
}
```

JUnit vs. afirmações

- Afirmações do J2SDK 1.4 são usadas dentro do código
  - Podem incluir testes dentro da lógica procedural de um programa

```
if (i%3 == 0) {
   doThis();
} else if (i%3 == 1) {
   doThat();
} else {
   assert i%3 == 2: "Erro interno!";
}
```

  - Provocam um AssertionError quando falham (que pode ser encapsulado pelas exceções do JUnit)
- Afirmações do JUnit são usadas em classe separada (TestCase)
  - Não têm acesso ao interior dos métodos (verificam se a interface dos métodos funciona como esperado)
- Afirmações do J2SDK1.4 e JUnit são complementares
  - JUnit testa a interface dos métodos
  - assert testa trechos de lógica dentro dos métodos

Limitações do JUnit

- Acesso aos dados de métodos sob teste
  - Métodos private e variáveis locais não podem ser testadas com JUnit.
  - Dados devem ser pelo menos package-private (friendly)
- Soluções com refatoramento
  - Isolar em métodos private apenas código inquebrável
  - Transformar métodos private em package-private
    - Desvantagem: quebra ou redução do encapsulamento
    - Classes de teste devem estar no mesmo pacote que as classes testadas para ter acesso
- Solução usando extensão do JUnit (open-source)
  - **JUnitX**: usa reflection para ter acesso a dados private
  - http://www.extreme-java.de/junitx/index.html

Resumo: JUnit

- *Para o JUnit,*
  - *Um teste é um método*
  - *Um caso de teste é uma classe contendo uma coleção de testes (métodos que possuem assertions)*
  - *Cada teste testa o comportamento de uma unidade de código do objeto testado (pode ser um método, mas pode haver vários testes para o mesmo método ou um teste para todo o objeto)*
- *Fixtures são os dados usados em testes*
- *TestSuite é uma composição de casos de teste*
  - *Pode-se agrupar vários casos de teste em uma suite*
- *JUnit testa apenas a interface das classes*
  - *Mantenha os casos de teste no mesmo diretório que as classes testadas para ter acesso a métodos package-private*
  - *Use padrões de nomenclatura: ClasseTest, AllTests*
  - *Use o Ant para separar as classes em um release*

Como escrever bons testes

- JUnit facilita bastante a criação e execução de testes, mas elaborar bons testes exige mais
  - O que testar? Como saber se testes estão completos?
- "Teste tudo o que pode falhar" [2]
  - Métodos triviais (get/set) não precisam ser testados.
  - E se houver uma rotina de validação no método set?
- É melhor ter testes a mais que testes a menos
  - Escreva testes curtos (quebre testes maiores)
  - Use assertNotNull() (reduz drasticamente erros de NullPointerException difíceis de encontrar)
  - Reescreva seu código para que fique mais fácil de testar

Como descobrir testes?

- Escreva listas de tarefas (to-do list)
  - Comece pelas mais simples e deixe os testes "realistas" para o final
  - Requerimentos, use-cases, diagramas UML: rescreva os requerimentos em termos de testes
- Dados
  - Use apenas dados suficientes (não teste 10 condições se três forem suficientes)
- Bugs revelam testes
  - Achou um bug? Não conserte sem antes escrever um teste que o pegue (se você não o fizer, ele volta)!
- Teste sempre! Não escreva uma linha de código sem antes escrever um teste!

Test-Driven Development (TDD)

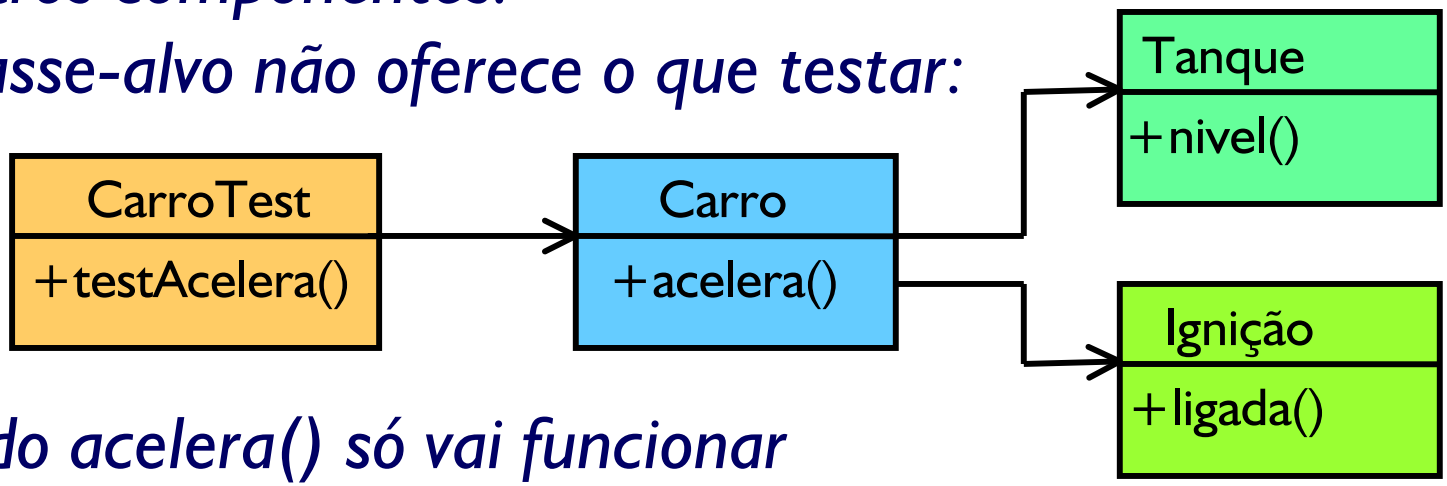
- Desenvolvimento guiado pelos testes
  - Só escreva código novo se um teste falhar
  - Refatore até que o teste funcione
  - Alternância: "red/green/refactor" - nunca passe mais de 10 minutos sem que a barra do JUnit fique verde.
- Técnicas
  - "Fake It Til You Make It": faça um teste rodar simplesmente fazendo método retornar constante
  - Triangulação: abstraia o código apenas quando houver dois ou mais testes que esperam respostas diferentes
  - Implementação óbvia: se operações são simples, implemente-as e faça que os testes rodem

Como lidar com testes difíceis

- Testes devem ser simples e suficientes
  - **XP**: design mais simples que resolva o problema; sempre pode-se escrever novos testes, quando necessário
- Não complique
  - Não teste o que é responsabilidade de outra classe/método
  - Assuma que outras classes e métodos funcionam
- Testes difíceis (ou que parecem difíceis)
  - Aplicações gráficas: eventos, layouts, threads
  - Objetos inacessíveis, métodos privativos, Singletons
  - Objetos que dependem de outros objetos
  - Objetos cujo estado varia devido a fatores imprevisíveis
- Soluções
  - Alterar o design da aplicação para facilitar os testes
  - Simular dependências usando proxies e stubs

Dependência de código-fonte

- *Problema*
  - *Como testar componente que depende do código de outros componentes?*
  - *Classe-alvo não oferece o que testar:*



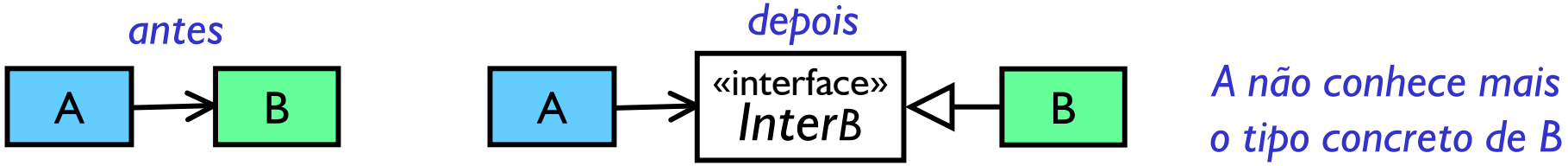
- *Método acelera() só vai funcionar se nível() do tanque for > 0 e ignição estiver ligada()*
- *Como saber se condições são verdadeiras se não temos acesso às dependências?*

```
public void testAcelera() {
    Carro carro =
                new Carro();
    carro.acelera();
    assert???(???);
}
```

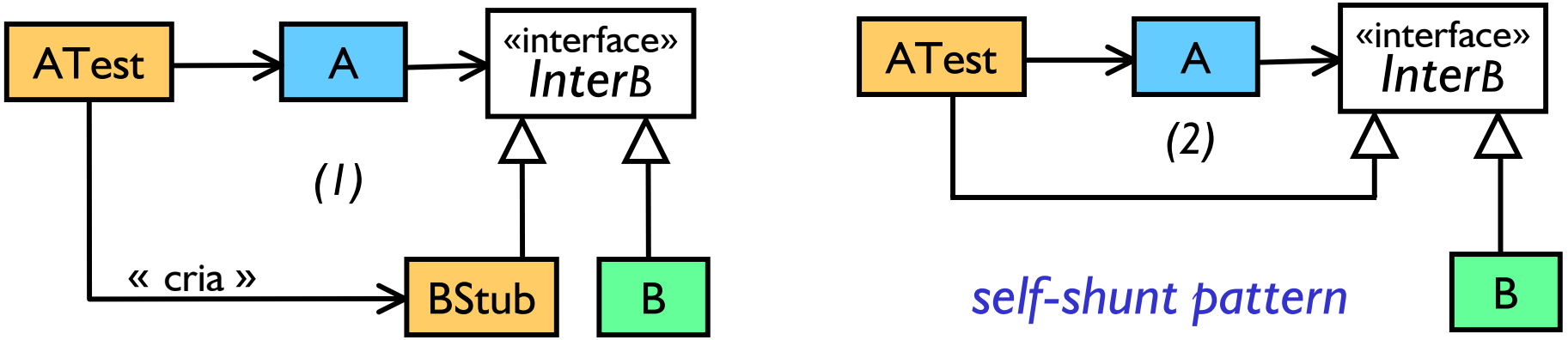
Fonte: www.objectmentor.com, 2002

Stubs: objetos "impostores"

- *É possível remover dependências de código-fonte refatorando o código para usar interfaces*

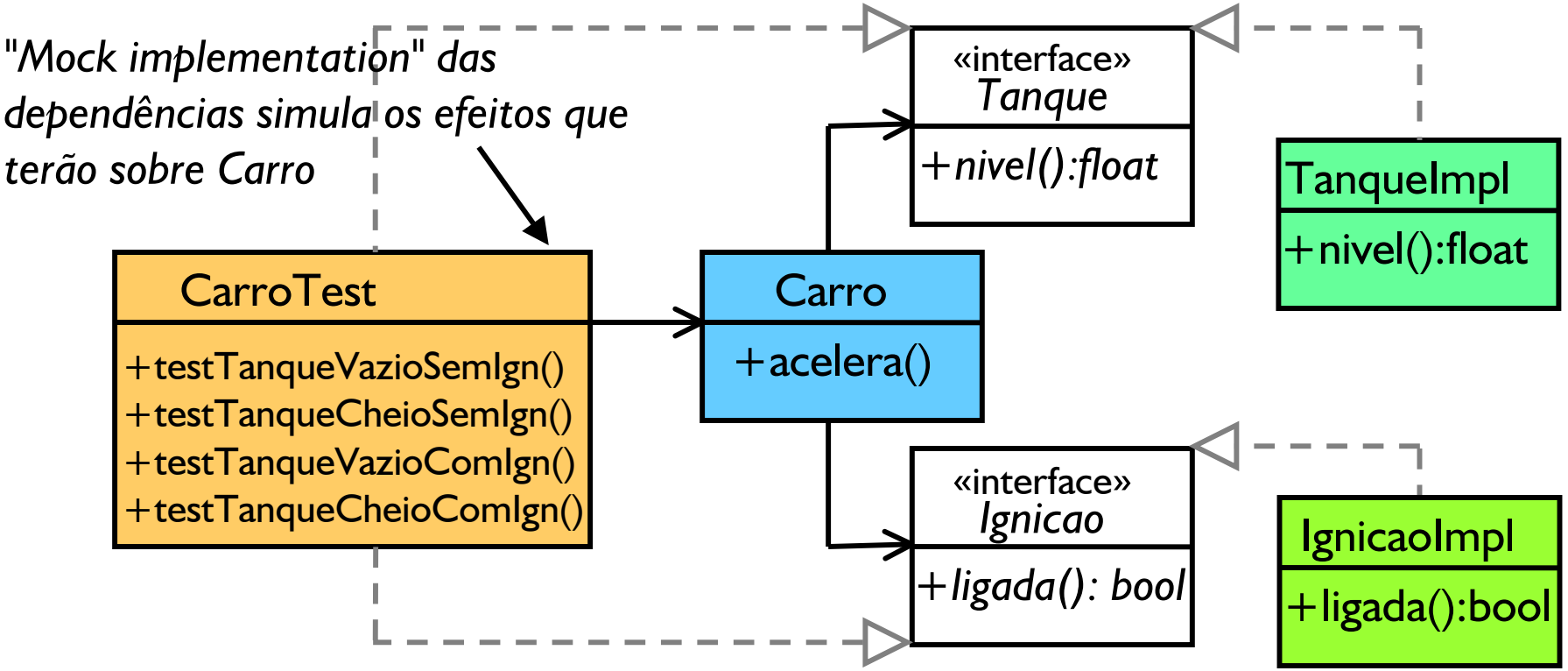


- *Agora B pode ser substituída por um stub*
  - *BStub está sob controle total de ATest (1)*
  - *Em alguns casos, ATest pode implementar InterB (2)*



Fonte: www.objectmentor.com, 2002

Dependência: solução usando stubs



- *Quando criar o objeto, passe a implementação falsa*
  - *carro.setTanque(new CarroTest());*
  - *carro.setIgnicao(new CarroTest());*
- *Depois preencha-a com dados suficientes para que objeto possa ser testado*

Fonte: www.objectmentor.com, 2002

Dependências de servidores

- Usar **stubs** para simular serviços e dados
  - É preciso implementar classes que devolvam as respostas esperadas para diversas situações
  - Complexidade muito grande da dependência pode não compensar investimento (não deixe de fazer testes por causa disto!)
  - Vários tipos de stubs: mock objects, self-shunts.
- Usar **proxies** (mediadores) para serviços reais
  - Oferecem interface para simular comunicação e testa a integração real do componente com seu ambiente
  - Não é teste unitário: teste pode falhar quando código está correto (se os fatores externos falharem)
  - Exemplo em J2EE: **Jakarta Cactus**

Mock Objects

- **Mock objects** (MO) é uma estratégia de uso de stubs que não implementa nenhuma lógica
  - Um mock object não é exatamente um stub, pois não simula o funcionamento do objeto em qualquer situação
- Comportamento é controlado pela classe de teste que
  - Define comportamento esperado (valores retornados, etc.)
  - Passa MO configurado para objeto a ser testado
  - Chama métodos do objeto (que usam o MO)
- Implementações open-source que facilitam uso de MOs
  - EasyMock (tammofreese.de/easymock/) e MockMaker (www.xpdeveloper.com) geram MOs a partir de interfaces
  - Projeto MO (mockobjects.sourceforge.net) coleção de mock objects e utilitários para usá-los

Ant + JUnit

- Com Ant, pode-se executar todos os testes após a integração com um único comando:
  - `ant roda-testes`
- Com as tarefas <junit> e <junitreport> é possível
  - executar todos os testes
  - gerar um relatório simples ou detalhado, em diversos formatos (XML, HTML, etc.)
  - executar testes de integração
- São tarefas opcionais. É preciso ter em `$ANT_HOME/lib`
  - optional.jar (distribuído com Ant)
  - junit.jar (distribuído com JUnit)

Exemplo: <junit>

```
<target name="test" depends="build">
   <junit printsummary="true" dir="${build.dir}"
          fork="true">
      <formatter type="plain" usefile="false" />
      <classpath path="${build.dir}" />
      <test name="argonavis.dtd.AllTests" />
   </junit>
</target>
```

Formata os dados na tela (plain)
Roda apenas arquivo AllTests

```
<target name="batchtest" depends="build" >
   <junit dir="${build.dir}" fork="true">
      <formatter type="xml" usefile="true" />
      <classpath path="${build.dir}" />
      <batchtest todir="${test.report.dir}">
         <fileset dir="${src.dir}">
            <include name="**/*Test.java" />
            <exclude name="**/AllTests.java" />
         </fileset>
      </batchtest>
   </junit>
</target>
```

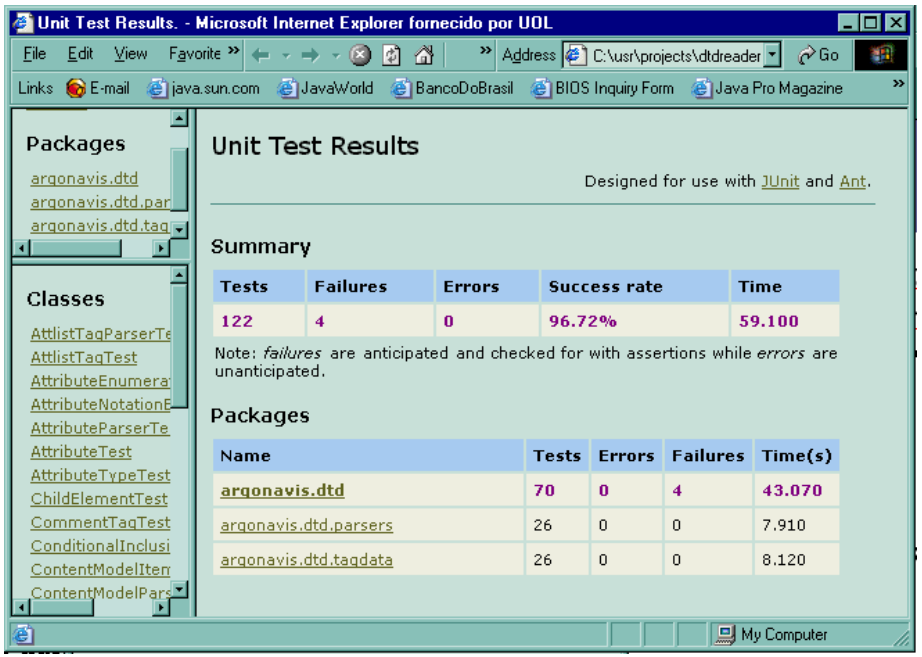
Gera arquivo XML
Inclui todos os arquivos que terminam em TEST.java

<junitreport>

- *Gera um relatório detalhado (estilo JavaDoc) de todos os testes, sucessos, falhas, exceções, tempo, ...*

```
<target name="test-report" depends="batchtest" >
  <junitreport todir="${test.report.dir}">
    <fileset dir="${test.report.dir}">
       <include name="TEST-*.xml" />
    </fileset>
    <report todir="${test.report.dir}/html"
            format="frames" />
  </junitreport>
</target>
```

Usa arquivos XML gerados por <formatter>



Resumo

- Testar é tarefa essencial do desenvolvimento de software.
- Testar unidades de código durante o desenvolvimento é uma prática que traz inúmeros benefícios
  - Menos tempo de depuração (muito, muito menos!)
  - Melhor qualidade do software
  - Segurança para alterar o código
  - Usando TDD, melhores estimativas de prazo
- JUnit é uma ferramenta open-source que ajuda a implementar testes em projetos Java
- TDD ou Test-Driven Development é uma técnica onde os testes são usados para guiar o desenvolvimento
  - Ajuda a focar o desenvolvimento em seus objetivos
- Mock objects ou stubs podem ser usados para representar dependência e diminuir as responsabilidades de testes

Exercício

- *1. Escreva o esqueleto vazio de uma classe que possui três métodos:*
  - *long fatorial(long n);*
  - *double fahrToCelsius(double fahrenheit);*
  - *String inverte(String texto);*
- *2. Escreva test-cases para cada método, que preencham os requisitos:*
  - *Fatorial: 0! = 1, 1! = 1, 2! = 2, 3! = 6, 4! = 24, 5! = 120*
    *A fórmula é n! = n(n-1)(n-2)(n-3)...3*2*1*
  - *Celsius: -40C = -40F, 0C=32F, 100C=212F*
    *A fórmula é C = 9/5 * F + 32*
  - *Inverte recebe "Uma frase" e retorna "esarf amU"*
- *3. Rode os testes. Eles devem falhar*
- *4. Implemente os métodos e rode os testes novamente até que não falhem mais.*

Fontes (1)

[1] R. Hightower, N. Lesiecki. *Java Tools for eXtreme Programming*. Wiley, 2002. Explora ferramentas Ant, JUnit, Cactus e outras usando estudo de caso com processo XP.

[2] Jeffries, Anderson, Hendrickson. *eXtreme Programming Installed*, Addison-Wesley, 2001. Contém exemplos de estratégias para testes.

[3] Kent Beck, Erich Gamma. *JUnit Test Infected: programmers love writing tests*. (JUnit docs). Aprenda a usar JUnit em uma hora.

[4] Andy Schneider. *JUnit Best Practices*. JavaWorld, Dec. 2000. Dicas do que fazer ou não fazer para construir bons testes.

[5] Robert Koss, *Testing Things that are Hard to Test*. Object Mentor, 2002 http://www.objectmentor.com/resources/articles/TestingThingsThatAreHa~9740.ppt. Mostra estratégias para testar GUIs e código com dependências usando stubs.

Fontes (2)

[6] *Mackinnon, Freeman, Craig. Endo-testing with Mock Objects. http://mockobjects.sourceforge.net/misc/mockobjects.pdf. O autor apresenta técnicas para testes usando uma variação da técnica de stubs chamada de "mock objects".*

[7] *William Wake. Test/Code Cycle in XP. Part 1: Model, Part II: GUI. http://users.vnet.net/wwake/xp/xp0001/. Ótimo tutorial em duas partes sobre a metodologia "test-first" mostrando estratégias para testar GUIs na segunda parte.*

[8] *Steve Freeman, Developing JDBC Applications Test First. 2001. Tutorial sobre metodolodia test-first com mock objects para JDBC.*

[9] *Martin Fowler. Refactoring: improving the design of existing code. Addison-Wesley, 2000. Cap 4 (building tests) é um tutorial usando JUnit.*

[10] *Kent Beck. Test-driven development. Addison-Wesley, 2002. Mostra como utilizar testes como "requerimentos executáveis" para guiar o desenvolvimento.*