

Ferramentas para Testes Automatizados em Java e C++

Fabiana Piesigilli

Baseado na apresentação
"Qualidade e Produtividade em Projetos Java"
de Helder da Rocha
no Brasil@JavaOne 2002

1

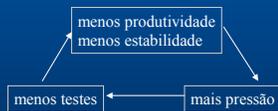
Para que testar?

- **Qualidade:** Código testado é mais confiável
 - Como saber se o recurso funciona sem testar?
- **Coragem para mudar:** De que adianta a OO isolar a interface da implementação se o programador tem medo de mudar a implementação?
 - Como saber se ainda funciona após refatoramento?
- **Saber quando o projeto está pronto.** Testes são requisitos "executáveis". Escreva-os antes. Quando todos rodarem 100%, o projeto está concluído!

2

Problema com testes (e a solução)

- Todos sabem: devem ser escritos;
- Poucos o fazem, e por quê não?
 - Estou com muita pressa
- Mas isto cria um círculo vicioso



- Como quebrar este ciclo: criando um ambiente simples de testes. Depois de fazer os primeiros testes, o hábito vem para ficar.

3

O que são ferramentas para testes automáticos?

- São programas que avaliam se outro programa funciona como esperado e retornam resposta do 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

4

JUnit: O que é?

- JUnit é um "framework" que facilita o desenvolvimento e execução de testes de unidade em código Java
 - Uma API para construir os testes
 - Classes Test, TestCase, TestSuite, etc. oferecem a infraestrutura necessária para criar os testes.
 - Métodos assertTrue(), assertEquals(), fail(), etc. são usados para testar os resultados.
 - Aplicações para executar testes (os TestRunners)
 - Rodam testes individuais e suites (conjuntos de testes). Versões texto, Swing e AWT.

5

JUnit: Para que serve?

- "Padrão" para testes de unidade em Java
- Desenvolvido por Kent Beck (o guru do XP) e Erich Gamma (do GoF "Design Patterns")
- Facilita:
 - A criação e execução automática de testes
 - A apresentação dos resultados
- JUnit pode verificar se cada método de uma classe 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

6

CppUnit

- CppUnit é a versão para C++ do JUnit (mas não é idêntico)

<http://cppunit.sourceforge.net>

- A saída dos testes pode ser em XML ou em formato de texto para testes automáticos, e com interface visual para testes supervisionados

7

JUnit: Como usar

- Crie uma classe que estenda `junit.framework.TestCase`
class `SuaClasseTest` extends `junit.framework.TestCase` {...}
- Para cada método `xxx(args)` a ser testado defina um método `public void testXxx()` na classe de teste
SuaClasse:

```
public boolean equals( Object o ) { ... }
```


SuaClasseTest:

```
public void testEquals() { ... }
```
- Sobrescreva o método `setUp()`, se necessário inicialização comum a todos os métodos.
- Sobrescreva o método `tearDown()`, se necessário para liberar recursos como streams, apagar arquivos, etc.

8

JUnit: Como usar

- Use `testXxx()` para testar seu método `xxx()`.
- Utilize os métodos de `TestCase`
`assertEquals(objetoEsperado, objetoRecebido)`,
`assertTrue(valorBooleano)`,
`assertNotNull(objeto)`,
`assertSame(objetoUm, objetoDois)`,
`fail()`, ...

- Exemplo:

```
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());
    }
}
```

9

JUnit: Como funciona

- O `TestRunner` recebe uma subclasse de `junit.framework.TestCase`
- Usa reflection para descobrir seus 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



JUnit: Exemplo

```
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 == '\n' || c == '\r' || c == '\f' || c == '\t' ) {
                /* não faz nada */
            }
            else {
                buffer.append( (char) c);
            }
        }
        return buffer.toString();
    }
}
```

11

JUnit: Exemplo Um test case para a classe

```
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);
    }
}
```

12

Portando o test case para o CppUnit

```
#include "TestUtils.h"
#include <cppunit/TestCase.h>
#include <cppunit/TestAssert.h>
using namespace std;
using namespace cppDemo;
class TestUtilsTest: public CppUnit::TestCase {
public:
    TestUtilsTest( std::string name ) : CppUnit::TestCase( name ) {}
    void testRemoveWhiteSpaces () {
        string testString ("one, ( two | three+), ((( four+ || | five)?\n |n, six? ");
        string expectedString ("one,( two | three+),((( four+ | five)?, six? ");
        string results = TestUtils.removeWhiteSpaces( testString);
        CPPUNIT_ASSERT_EQUAL( expectedString, results);
    }
}
```

13

fail: Teste situações de falha

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

- **Exemplo**

```
public void testEntityNotFoundExcecao() {
    resetEntityTable(); // não há entidades para resolver!
    try {
        // A chamada do método a seguir deve provocar uma exceção!
        ParameterEntityTag tag = parser.resolveEntity(" bogus");
        fail(" Deveria ter causado EntityNotFoundException!");
    }
    catch (EntityNotFoundException e) {
        // sucesso: a exceção ocorreu conforme esperado
    }
}
```

- Falhas são testadas no CppUnit com a macro CPPUNIT_FAIL (mensagem)

14

JUnit: Fixtures

- São os dados reutilizados por vários testes

- Inicializados no setUp() e destruídos no tearDown() (se necessário)

```
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);
    }
    (...)
}
```

15

- Extensão JJUnit (jxunit.sourceforge.net) permite manter dados de teste em arquivo XML (*.jxu) separado do código => Mais flexibilidade. Permite escrever testes mais rigorosos, com muitos dados

CppUnit: Fixtures

- Para usar fixtures, sua classe precisa herdar não de TestCase, mas de TestFixture

- Os métodos setUp e tearDown funcionam da mesma maneira, mas devem ser protected.

- **Exemplo:**

```
class TestUtilsTest : public CppUnit:: TestFixture {
    (...)
protected:
    void setUp() { ... }
    void tearDown() { ... }
}
```

16

JUnit: A Classe TestSuite

- Permite executar uma coleção de testes: Método addTest(Test) adiciona um teste na lista

- Padrão de codificação (usando reflection):

- retornar um TestSuite em cada test-case

```
public static Test 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;
    }
}
```

17

CppUnit: TestSuite

- Para criar uma suite com 2 ou mais teste:

```
CppUnit::TestSuite suite;
suite.addTest( new CppUnit::TestCaller<NomeDaSuaClasseDeTeste>(
    "oNomeDoSeuTeste", &SuaClasseDeTeste::seuMetodoDeTeste));
suite.addTest ( OutraClasseDeTeste::suite());
```

- O método suite, como no JUnit, também precisa ser público, estático mas deve retornar um pointer para um objeto que implementa a interface **Test**:

```
public:
    static CppUnit::Test *suite() {
        CppUnit::TestSuite *suiteOfTests = new
            CppUnit::TestSuite("NomeDoSeuTeste" );
        suiteOfTests->addTest (...);
        return suiteOfTests;
    }
}
```

18

JUnit: 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>

- Ou forneça um main():

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



19

CppUnit: como executar

- Usando a versão texto:

```
#include <cppunit/ui/text/TextRunner.h>  
#include "SeuTeste.h"  
int main( int argc, char **argv) {  
    CppUnit::TextUI::TestRunner runner;  
    runner.addTest( ExampleTestCase::suite() );  
    runner.addTest( ComplexNumberTest::suite() );  
    runner.run();  
    return 0;  
}
```

- Também há duas versões gráficas: MFC e QT. Consulte a documentação para mais informações.

20

Afirmações do J2SDK 1.4 (assertions)

- São expressões booleanas que o programador define para afirmar uma condição que ele acredita ser verdadeira

- Nova palavra-chave: `assert`
- Exemplo: `assert i == 2 : "Erro: i != 2";`
- Afirmações são usadas para validar código (ter a certeza que um vetor tem determinado tamanho, ter a certeza que o programa não passou por determinado lugar)
- Devem ser usadas durante o desenvolvimento e desligadas na produção (afetam a performance)
- Não devem ser usadas como parte da lógica do código
- Provocam um `AssertionError` quando falham

- Afirmações são um recurso novo do J2SDK 1.4.0

- É preciso compilar usando a opção `-source 1.4`:
> `javac -source 1.4 Classe.java`
- Para executar, é preciso habilitar afirmações (`enable assertions`):
> `java -ea Classe`

21

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";  
}
```

- O `AssertionError` provocado 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 J2SDK 1.4 e JUnit são complementares

- JUnit testa a interface dos métodos
- `assert` testa trechos de lógica dentro dos métodos

22

Limitações do JUnit

- Acesso aos dados de métodos sob teste
 - Métodos privados e variáveis locais não podem ser testadas com JUnit.
 - Dados devem ser pelo menos `package-private` (friendly)
- Soluções com refatoramento
 - Isolar em métodos privados apenas código inquebrável
 - Transformar métodos privados 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
 - JUnitX: usa reflexão para ter acesso a dados privados
<http://www.extreme-java.de/junitx/index.html>

23

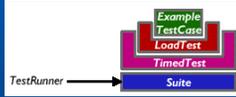
JUnitPerf: Testes de Performance

- Coleção de decorators para medir performance e escalabilidade em testes JUnit existentes (<http://www.clarkware.com>)
- `TimedTest`
 - Executa um teste e mede o tempo transcorrido
 - Define um tempo máximo para a execução. O teste falha se a execução durar mais que o tempo estabelecido
- `LoadTest`
 - Executa um teste com um número simulado de iterações e usuários concorrentes
 - Utiliza timers para distribuir as cargas usando distribuições aleatórias ou intervalos de tempo pré-determinados
 - Combinado com `TimerTest` para medir tempo com carga
- `ThreadedTest`
 - Executa o teste em um thread separado

24

JUnitPerf: Testes de Performance

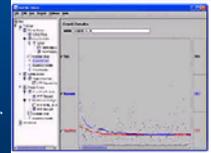
```
import com.clarkware.junitperf.*;
import junit.framework.*;
public class ExampleLoadTest extends TestCase {
    public ExampleLoadTest(String name) {
        super(name);
    }
    public static Test suite() {
        Timer timer = new ConstantTimer(1000);
        int users = 10;
        int iters = 10;
        long maxElapsedTime = 20000;
        Test test = new ExampleTestCase("testOneSecondResp");
        Test loadTest = new LoadTest(test, users, iters, timer);
        Test timedTest = new TimedTest(loadTest, maxElapsedTime);
        TestSuite suite = new TestSuite();
        suite.addTest(timedTest);
        return suite;
    }
    public static void main(String args[]) {
        junit.textui.TestRunner.run(ExampleLoadTest.suite());
    }
}
```



25

JMeter: Testes de Stress

- Uma ótima ferramenta open-source para testar os limites de uma aplicação
 - Simula carga pesada em servidor, rede ou objeto
 - Testa performance sob diferentes tipos de carga em aplicações Web, servidores de FTP, objetos Java, bancos de dados, servlets, scripts em Perl, sistemas de arquivos, e outras aplicações (Java ou não)
 - Gera gráficos com resultados para análise
- JMeter pode ser usado para simular carga que cause falha em testes decorados com JUnitPerf
- <http://jakarta.apache.org/jmeter>



Dependência de código-fonte

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



- Se houver tinta e se houver papel método void impime() deve funcionar
 - Como saber se há ou não tinta e papel?
- ```
public void testImprime() {
 Impressora imp = new Impressora();
 imp.imprime(); // void!
 assert???(??);
}
```

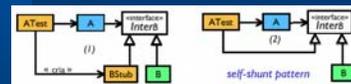
27

## Stubs: objetos "impostores"

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

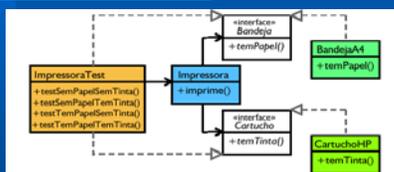


- Agora B pode ser substituída por um stub
  - BStub está sob controle total de ATest (1)
  - Em alguns casos, ATest pode implementar InterB (2)



28

## Dependência: solução usando stubs



- Quando usar stubs
  - Dependência ainda não está pronta
  - Dependências têm estado mutante, imprevisível ou estão indisponíveis durante o desenvolvimento
    - BDs, servidores de aplicação, servidores Web, hardware

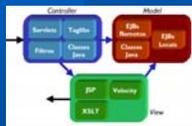
29

## Dependências de servidores

- Usar stubs para simular serviços
  - É preciso implementar classes que devolvam as respostas esperadas para diversas situações
  - Complexidade pode não compensar investir no desenvolvimento
  - Use soluções open-source prontas!
    - DBUnit: extensão do JUnit para testar aplicações JDBC <http://dbunit.sourceforge.net>
    - JUnitEE: extensão do JUnit para testar aplicações J2EE <http://junitee.sourceforge.net>
- Usar proxies para serviços reais
  - Testa a integração real do componente com seu ambiente
  - Solução open-source:
    - Cactus: testa integração da aplicação com servlet containers

30

## Cactus: Testes de aplicações J2EE



- Cactus é um framework open-source do projeto Jakarta para testar aplicações que utilizam componentes J2EE
  - Componentes Web (Camada de Controle)
  - Camada EJB (Model) e cliente (View): indiretamente

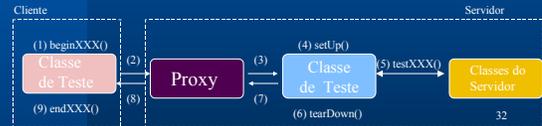
### • Cactus estende o JUnit

- Execução dos testes é realizada de forma idêntica
- TestCases são construídos herdando de uma subclasse de `junit.framework.TestCase` (Exemplo: `ServletTestCase`)

31

## Cactus: Testes de aplicações J2EE

- Cactus testa a integração dos componentes Web com seus containers
  - Usa o próprio container como servidor e JUnit como cliente
    - Uma cópia do Test Case é instanciada pelo container
    - Outra cópia é instanciada pelo JUnit
  - Comunicação é intermediada por um proxy (`ServletRedirector`, `JSPRedirector` ou `FilterRedirector`)
    - JUnit envia requisições via HTTP para proxy
    - Proxy devolve resultado via HTTP e JUnit os mostra



32

## Testes de interface em servidores Web

- Testar o funcionamento da aplicação do ponto de vista do usuário
  - Verificar se uma página HTML ou XML contém determinado texto ou determinado elemento
  - Verificar se resposta está de acordo com dados passados na requisição: testes funcionais do tipo "caixa-preta"
- Soluções (extensões do JUnit):
  - `HttpUnit` e `ServletUnit`:
    - permitem testar dados de árvore DOM HTML gerada
  - `JXWeb` (combinação do `JXUnit` com `HttpUnit`)
    - permite especificar os dados de teste em arquivos XML
    - arquivos de teste Java são gerados a partir do XML
  - `XMLUnit`: extensão simples para testar árvores XML  
[http://\(httpunit|jxunit|xmlunit\).sourceforge.net](http://(httpunit|jxunit|xmlunit).sourceforge.net)

33

## Concluindo

- Principais ferramentas comerciais incluem o JUnit: Together, Control Center, Forte, Websphere, etc.
- Testes proporcionam:
  - Planejamento
  - Refinamento do design
  - Ritmo saudável
  - Design simples
  - Lançamentos pequenos
- Vale a pena investir tempo para desenvolver e aperfeiçoar a prática constante de escrever testes automatizados
  - mais produtividade, maior integração de equipes
  - produtos de melhor qualidade, com prazo previsível
  - menos stress, mais organização

34

## Saiba mais

- [1] Slides de Helder da Rocha: Implementando eXtreme Programming em Java (<http://www.organiza.com.br>).
- [2] Slides do Professor Alfredo Goldman (<http://www.mobi-link.com.br/~goldal/emp/emp.htm>).
- [3] Richard Hightower e Nicholas Lesiecki. *Java Tools for eXtreme Programming*. Wiley, 2002. Explora as ferramentas Ant, JUnit, Cactus, JUnitPerf, JMeter e HttpUnit usando estudo de caso com processo XP.
- [4] Jeffries, Anderson, Hendrickson. *eXtreme Programming Installed*, Addison-Wesley, 2001. Contém exemplos de estratégias para testes.
- [5] Apache Cactus User's Manual. Contém tutorial para instalação passo-a-passo.
- [6] Kent Beck, Erich Gamma. *JUnit Test Infected: programmers love writing tests*. (JUnit docs). Aprenda a usar JUnit em uma hora.
- [7] Andy Schneider. *JUnit Best Practices*. *JavaWorld*, Dec. 2000. O quê não fazer para construir bons testes.

## Saiba mais

- [8] Robert Koss, *Testing Things that are Hard to Test*. Object Mentor, 2002  
<http://www.objectmentor.com/resources/articles/TestingThingsThatAreHard-9740.ppt>. Mostra estratégias para testar GUIs e código com dependências usando stubs.
- [9] Mackinnon, Freeman, Craig. *Endo-testing with Mock Objects*. <http://mockobjectsourceforge.net/misc/mockobjects.pdf>. O autor apresenta técnicas para testes usando uma variação da técnica de stubs chamada de "mock objects".
- [10] William Wake. *Test/Code Cycle in XP. Part I: 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.
- [11] Steve Freeman, *Developing JDBC Applications Test First*. 2001. Tutorial sobre metodologia test-first com mock objects para JDBC.

## *Saiba mais*

- [12] Martin Fowler. *Refactoring: improving the design of existing code*. Addison-Wesley, 2000. *Cap 4 (building tests) é um tutorial usando JUnit.*
- [13] Apache JMeter User's Manual. *Fonte dos exemplos*
- [14] Mike Clark, JUnitPerf Docs. *Fonte dos exemplos.*
- [15] CppUnit Cookbook  
(<http://sourceforge.net/projects/cppunit>)