

Projeto 6.04

Orientação a Objeto: Definição e Análise de Recursos de Teste e Validação

José Carlos Maldonado, Auri Marcelo Rizzo Vincenzi, Márcio Eduardo Delamaro

Objetivos e Justificativa:

Observa-se que embora a orientação a objeto e o desenvolvimento baseado em componentes venham sendo muito utilizada no desenvolvimento de produtos de software pouca atenção é dada às atividades de teste e validação nesse contexto.

O objetivo do projeto foi contribuir na identificação e definição de recursos de teste e validação que pudessem ser empregados no teste de programas OO e de componentes, com ênfase nos critérios de teste baseados em fluxo de dados e em mutação, cobrindo as fases do teste de unidade e de integração. Além disso, para apoiar a aplicação desses critérios, foi desenvolvido um ambiente integrado de teste e validação.

Descrição dos Produtos:

Os produtos deste projeto são critérios de teste e ferramentas de apoio que viabilizam a utilização dos mesmos em ambientes reais de desenvolvimento de software. A seguir, os produtos do projeto em questão são descritos mais detalhadamente:

- ⌘ Aplicabilidade dos resultados, quanto a aspectos mercadológicos ou capacitação tecnológica da entidade: nesse contexto, tanto os critérios de teste definidos como a ferramenta de apoio continuam sendo investigados e utilizados não somente no teste de produtos de software, mas também em atividades de ensino/aprendizado de conteúdos relacionados ao teste de software.
- ⌘ Características inovadoras: em relação aos critérios de teste, destaca-se a extensão do critério todos-potenciais-usos (Maldonado, 1991) para o teste de programas OO. Em relação a ferramenta de teste, esta realiza a análise estática diretamente no bytecode Java (Vincenzi *et al.*, 2003) viabilizando o teste de programas e componentes de software.
- ⌘ Métodos e/ou algoritmos desenvolvidos: para a realização da análise estática diretamente no bytecode Java, foi desenvolvido um algoritmo para a geração do grafo definição-uso que leva em consideração não somente o fluxo de controle normal do programa mas também aquele relacionado com o tratamento de exceções. Desse modo, critérios de teste específicos para

ambos os casos puderam ser definidos (Vincenzi *et al.*, 2003; Vincenzi *et al.*, 2005).

☒ Publicações:

☒ Capítulos de Livros

Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. C.; Delamaro, M. E.; Spoto, E. S.; Wong, W. E. *Component-based software quality: methods and techniques*, v. 2693 de *Lecture Notes in Computer Science*, cáp. Component-Based Software: An Overview of Testing, New York, NY: Springer-Verlag, p. 99-127, 2003.

Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. C.; Delamaro, M. E.; Spoto, E. S.; Wong, W. E. *Desenvolvimento baseado em componentes*, cáp. Software Baseado em Componentes: Uma Revisão sobre Teste. Ciência Moderna, (capítulo de livro a ser publicado), 2005.

☒ Artigos em Revistas

Vincenzi, A. M. R.; Delamaro, M. E.; Wong, W. E.; Maldonado, J. C. Establishing structural testing criteria for Java bytecode. *Software Practice and Experience*, 2005 (submetido).

Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. C.; Wong, W. E.; Delamaro, M. E. Coverage testing of Java programs and components. *Journal of Science of Computer Programming*, (a ser publicado "Special Issue on New Software Composition Concepts"), 2005.

Vincenzi, A. M. R.; Nakagawa, E. Y.; Maldonado, J. C.; Delamaro, M. E.; Romero, R. A. F. Bayesian-learning based guidelines to determine equivalent mutants. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering -- IJSEKE*, v. 12, n. 6, p. 675-689, 2002.

☒ Artigos em Congressos

Delamaro, M. E.; Vincenzi, A. M. R. Structural Testing of Mobile Agents. In: Nicolas Guelfi, E. A.; Reggio, G., eds. *III International Workshop on Scientific Engineering of Java Distributed Applications (FIDJI'2003)*, Lecture Notes on

Computer Science, Springer, p. 73-85, 2003.

Linkman, S.; Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. An evaluation of systematic functional testing using mutation testing. *7th International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering – EASE*, Keele, UK: The IEE, 2003.

Vincenzi, A. M. R.; Delamaro, M. E.; Maldonado, J. C.; Wong, W. E. Java bytecode static analysis: Deriving structural testing requirements. In: *2nd UK Software Testing Workshop – UK-Softest'2003*, Department of Computer Science, University of York, York, England: University of York Press, 2003, p. 21.

Vincenzi, A. M. R.; Wong, W. E.; Delamaro, M. E.; Maldonado, J. C. JaBUTi: A coverage analysis tool for Java programs. In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Manaus, AM, Brasil, 2003, p. 79-84.

Vincenzi, A. M. R.; Delamaro, M. E.; Simão, A. S.; Wong, W. E.; Maldonado, J. C. Jabá – a Java bytecode analyzer. In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Gramado, RS, Brasil, 2002a, p. 414-419.

Simão, A. S.; Maldonado, J. C.; Vincenzi, A. M. R. mudelgen: A tool for processing mutant operator descriptions. In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Gramado, RS, Brasil, 2002, p. 426-431.

Domingues, A. L. D.; Simão, A. S.; Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. C. Evaltool: Um ambiente de apoio à avaliação e seleção de ferramentas de teste para programas orientados a objetos. In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Gramado, RS, Brasil, 2002, p. 384-389.

Delamaro, M. E.; Pezzè, M.; Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. C. Mutant operators for testing concurrent Java programs. In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Rio de Janeiro, RJ, 2001a, p. 272-285.

- ☒ Recursos humanos capacitados: dentro do contexto do presente projeto, foram formados um doutor e um mestre em Ciência da Computação e Matemática Computacional (ICMC/USP), tendo sido produzidas as seguintes tese e dissertação:

↳ Dissertação de Mestrado

Domingues, A. L. D. Avaliação de Critérios e Ferramentas de Teste para Programas OO. Dissertação de Mestrado. ICMC/USP, São Carlos, SP, jun, 2002.

↳ Tese de Doutorado

Vincenzi, A. M. R. Orientação a Objeto: Definição, Implementação e Análise de Recursos de Teste e Validação. Tese de Doutorado. ICMC/USP, São Carlos, SP, mai, 2004.

↳ Eventuais parcerias ou programas de transferência de tecnologia efetuados: as parcerias estabelecidas dentro do contexto do projeto envolveram as seguintes instituições

Instituto de Ciências Matemática e Computação, ICMC/USP, São Carlos, SP.

Centro Universitário Eurípides de Marília, UNIVEM, Marília, SP.

The University of Texas at Dallas, UTD, Richardson, TX.

Conclusão:

Pode-se dizer que, as contribuições do trabalho desenvolvido enquadram-se nas três perspectivas teóricas, empíricas e de automatização. Na parte de teórica, o presente projeto contribuiu com a definição e avaliação de critérios para o teste de programas e componentes de software OO e com a definição de estratégias incrementais de aplicação dos critérios. Na parte empírica as contribuições são referentes à realização de estudos de caso comparando os critérios de teste desenvolvidos, avaliando, em um primeiro momento, a viabilidade dos mesmos em termos de custo/benefício. Finalmente, na parte de automatização as contribuições referem-se à definição e implementação de uma ferramenta de apoio ao teste estrutural de programas e componentes e na especificação de uma arquitetura para uma ferramenta de teste de apoio ao teste de mutação.

Tais contribuições abrem margem para uma vasta linha de pesquisa na área de teste de software. Dentre elas destacam-se: 1) a definição de novos critérios de teste estruturais destinados ao teste de integração, levando em consideração características como herança e polimorfismo; 2) o desenvolvimento de ferramentas de teste; 3) a condução de estudos comparativos visando à definição de estratégias de teste; 4) o desenvolvimento de critérios para o teste de componentes de software; 5) a utilização de informações de teste para auxiliar atividades de depuração; e 6) a utilização de técnicas de inteligência artificial para auxiliar, por

exemplo, na geração de dados de teste e na detecção de requisitos de teste não executáveis.

Referências Bibliográficas:

[Maldonado (1991)] Maldonado, J. C. Critérios potenciais usos: Uma contribuição ao teste estrutural de software. Tese de Doutorado, DCA/FEE/UNICAMP, Campinas, SP, 1991.

[Vincenzi et al.(2003)] Vincenzi, A. M. R.; Wong, W. E.; Delamaro, M. E.; Maldonado, J. C. JaBUTi: A coverage analysis tool for Java programs. In: XVII SBES Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Manaus, AM, Brasil, 2003, p. 79-84.

[Vincenzi et al.(2005)] Vincenzi, A. M. R.; Maldonado, J. C.; Wong, W. E.; Delamaro, M. E. Coverage testing of Java programs and components. Journal of Science of Computer Programming, (a ser publicado – “Special Issue on New Software Composition Concepts”), 2005.