

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE SOFTWARE EXPERIMENTAL

Prof. Paulo C. Masiero

ICMC-USP 2º. 2001

Agenda

- 1. Motivação
- 2. Conceitos Básicos
- 3. Engenharia de Software Experimental
- 4. Definindo o Tipo de Estudo Experimental
- 5. Como executar um Estudo Experimental
- 6. Um exemplo: Processo
- 7. Conclusões e Bibliografia

Agenda

- 1. **Motivação**
- 2. Conceitos Básicos
- 3. Engenharia de Software Experimental

O Que é Engenharia de Software ?

- Engenharia de software é a disciplina que estuda o desenvolvimento e a manutenção de software em escala industrial.
 - Processos
 - Técnicas
 - Metodos
 - Ferramentas
- ... para gerência, desenvolvimento, manutenção, reengenharia (etc.) de software

Algumas Necessidades Fundamentais em Engenharia de Software ...

- Adotar novas tecnologias
- Testar se uma nova tecnologia é útil
- Avaliar o impacto de uma tecnologia

COMO DECIDIR O QUE FAZER?

- *Perguntar a um perito*
- *Pesquisar na literatura*
- *Seguir a prática da indústria, ou*

SER EXPERIMENTAL

- Fazer uma revisão sistemática
- Fazer um levantamento de campo (*survey*)
- Fazer um estudo de caso
- Fazer um experimento controlado

MÉTODOS CIENTÍFICOS

- Quais são as suas metas e qual é a sua situação?
- Existe evidência na literatura e/ou na indústria e como esta evidência se aplica à SUA situação?
- Se não existe evidência suficiente, que tipo de avaliação experimental você deve fazer?

O Uso da abordagem científica para o desenvolvimento, evolução e manutenção de software é o que chamamos de:

Engenharia de Software Experimental

Agenda

- 1. Motivação
- 2. Conceitos Básicos
- 3. Engenharia de Software Experimental

O Paradigma Experimental

- O Paradigma experimental de uma disciplina evolui pela aplicação do ciclo: modele, experimente, aprenda;
- Normalmente começa com a observação e o registro do que é observado, e evolui para a manipulação de variáveis controláveis e a observação de seu efeito em variáveis de interesse.

Modelos, Experimentação e Aprendizado: um paradigma experimental

- Para entender uma disciplina é necessário a construção de **modelos, não só de produtos mas também de processos** e domínios de aplicação;
- Para testar se a compreensão está correta é preciso testar esses modelos, isto implica em **experimentação**;
- Ao se analisar resultados experimentais, **aprendemos** e encapsulamos esse conhecimento em modelos mais sofisticados;
- Este paradigma experimental é usado em muitas áreas de conhecimento: física, medicina, química, manufatura, etc.

Experimentação x Disciplinas

- As diferenças na aplicação do paradigma experimental nos vários campos de conhecimento são ditadas pelos objetos de estudo, as propriedades do sistemas que os contêm, as relações entre os objetos e o sistema, e a cultura da disciplina;
- Isto impacta em:
 - como modelos são construídos
 - como experimentação é feita.
- Praticamente todas as disciplinas científicas têm um campo próprio que estuda como fazer experimentação naquela disciplina.

O Paradigma Experimental em Física

- Física visa entender e prever o comportamento do universo físico;
- Há dois grupos bem definidos de pesquisadores, os teóricos e os experimentalistas, e progride a partir do interrelacionamento entre estes dois grupos;
- Teóricos constroem modelos para explicar o universo baseados em teorias sobre variáveis essenciais e sua interação determinada em experimentos anteriores;
- Suas teorias prevêm o resultado de eventos mensuráveis;
- Experimentalistas observam, medem e experimentam para provar ou refutar uma hipótese ou teoria; também exploram novos domínios.

O Paradigma Experimental em Medicina

- Também possui dois grupos bem definidos: os práticos (ou profissionais) e os pesquisadores; existe um claro relacionamento entre eles.
- Os pesquisadores visam entender o funcionamento do corpo humano para prever os efeitos de procedimentos e drogas;
- Os práticos aplicam o conhecimento ganho para definir processos de tratamento do corpo humano;
- Começou como uma forma de arte e só evoluiu quando começou com o ciclo de observação, construção de modelos, experimentação e aprendizado;
- Dificuldades:
 - Estudos variam de experimentos controlados a estudos de caso
 - Variância do ser humano dificulta a interpretação de resultados
 - É trabalho e complexo para se obter dados
- **Nem por isto a medicina deixou de evoluir ao longo do tempo !**

O Paradigma Experimental em Engenharia de Software

- Como tantas outras disciplinas, a engenharia de software necessita de um ciclo próprio de construção de modelos, experimentação e aprendizado;
- Engenharia de software (também) é uma disciplina de laboratório;
- Deve existir **profissionais** cujo papel é construir cada vez “mais barato” e “mais rápido” sistemas cada vez “melhores”, utilizando o conhecimento disponível;
- Deve existir **pesquisadores** que tentem entender a natureza dos processos e produtos de software e da relação entre os dois no desenvolvimento e manutenção de sistemas;
- Comparada com outras disciplinas, a Engenharia de Software é uma disciplina muito nova (1967), e a área de experimentação ainda está em sua infância.

O Paradigma Experimental em Engenharia de Software

- A relação entre profissionais e pesquisadores é altamente simbiótica:
 - Pesquisadores precisam de laboratórios para observar e manipular variáveis, a indústria é o ambiente ideal;
 - Profissionais precisam entender como melhor construir e manter seus sistemas e os pesquisadores são quem melhor podem auxiliar nesta tarefa.

Agenda

- 1. Motivação
- 2. Conceitos Básicos
- 3. Engenharia de Software Experimental

Natureza da Engenharia de Software

- Software é desenvolvimento e não produção
 - As fábricas de software quebram um pouco este paradigma
- A maioria das tecnologias são intensivamente humanas;
- Software, domínio, e culturas variam muito. Os software não são iguais.
 - Existe um número enorme de variáveis envolvidas;
 - Seus efeitos são mal compreendidos e modelados;
- Atualmente:
 - Existe pouca compreensão dos limites de tecnologias
 - Existe pouca análise e experimentação controlada

Paradigmas de Pesquisa em ES

- Paradigma Analítico
 - Baseado em matemática
 - Propõe uma teoria formal ou um conjunto de axiomas
 - Deriva matematicamente um conjunto de resultados
 - Está no cerne da ciência da computação e expõe a herança matemática de nossa área
- Paradigma Experimental
 - Observa o mundo ou soluções existentes;
 - Propõe um modelo de comportamento ou solução melhor;
 - Mede e analisa modelos experimentalmente
 - Valida (ou refuta) hipóteses e modelos
 - Repete o processo para evoluir o conhecimento

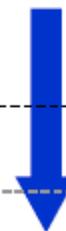
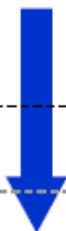
Teoria



Causa



Efeito



Tratamento



Resultado



Observação

Variável independente

Execução do experimento

Variável dependente

O Quê o Paradigma Experimental Envolve

- Observação
- Projeto experimental
- Coleta de dados
- Análise qualitativa ou quantitativa
- Avaliação do objeto de estudo (processo ou produto)

Análise Qualitativa x Análise Quantitativa

- Análise Quantitativa
 - Medição controlada (normalmente intrusiva)
 - Objetiva
 - Orientada a Verificação
- Análise Qualitativa
 - Observação naturalística (normalmente não intrusiva)
 - Entrevistas e questionários (normalmente intrusivas)
 - Subjetiva
 - Orientada a descoberta

Tipos de Estudos em ESE

- Um estudo é o ato de descobrir algo desconhecido ou de testar uma hipótese, pode incluir todos os tipos de análise quantitativa e qualitativa.
- Estudos Experimentais
 - Voltado ao teste de hipóteses
 - São geralmente quantitativos
 - Experimento controlados ou quasi-experimentos
- Estudos Observacionais
 - Voltado à compreensão e descoberta
 - Geralmente são mais qualitativos que quantitativos
 - Pesquisa qualitativa ou semi-qualitativa, entrevistas e levantamentos

Devem responder a duas questões

- O que estudar e porque estudar?
- Que tipo de estudo experimental realizar?

O que estudar

- Qual será o objeto de estudo
 - Ex. um processo ou produto
- Qual é a finalidade do estudo?
 - Caracterizar (o quê está acontecendo?)
 - Avaliar (é bom?)
 - Prever (é possível estimar o comportamento futuro?)
 - Controlar (é possível manipular eventos e situações?)
 - Melhorar (é possível melhorar eventos e situações?)
- Qual é o foco?
 - Quais aspectos e variáveis do objeto de estudo são de meu interesse?
- Qual é a perspectiva?
 - Quais são os grupos de pessoas interessadas?

Tipos de Estudo Experimentais

- In Vivo
 - Envolve pessoas no seu próprio ambiente de trabalho em condições realistas de trabalho
- In Vitro
 - Realizado em condições controladas tais como em um laboratório ou um grupo fechado
- In Virtuo
 - Realizado em condições controladas nas quais os participantes interagem com modelos computacionais da realidade (simuladores)
- In Silico
 - Participantes e o mundo real são descritos por modelos computacionais (dinâmica de sistemas)

Endereços úteis

- ESELAW:
 - <http://lens.cos.ufrj.br:8080/eselaw>
- ESEM:
 - <http://www.esem.org>
- International Software Engineering Research Network (ISERN):
 - <http://www.iese.fhg.de/ISERN/>
- Experimental Software Engineering Latin-American Network (ESELAN) discussion list :
 - <http://listas.cos.ufrj.br/mailman/listinfo/eselan-l>

Bibliografia Básica

- Wohlin, C. Experimentation in Software Engineering, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- Juristo, N. And Moreno, A. Basics of Software Engineering Experimentation, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- MALDONADO, J. C.; CARVER, J.; SHULL, F.; FABBRI, S. C. P. F.; DÓRIA, E. S.; MARTIMIANO, L. A. Fondazzi; MENDONÇA, M. G. de; BASILI, V.. Perspective-Based Reading: A Replicated Experiment Focused on Individual Reviewer Effectiveness. Empirical Software Engineering, v. 11, n. 1, p. 119-142, 2006.

Bibliografia Básica

- Victor R. Basili, “The Role of Experimentation in Software Engineering”, Keynote Speech at ICSE’1996;
- Shari L. Pfleeger, “Evaluating Software Technologies”, Tutorial at SBES’2002;
- Guilherme H. Travassos, “Experimental Software Engineering: An Introduction”, ESELAW’2005;
- Erika Nina Höhn, “Revisão Sistemática”, USP/ICMC.
- Márcio Barros, Guilherme Travassos et al. “Métodos Estatísticos aplicados em Engenharia de Software Experimental”, SBES'2006.
- (K,P&P) Kitchenham, Pickard and Pfleeger, Case Studies for Method and Tool Evaluation, IEEE Software, July 1995

Bibliografia Complementar

- Tichy, W. Should Computer Scientists Experiment More?, IEEE Computer, May 1998.
- Zelkowitz, M. and Wallace, D. Experimental Models for Validating Technology?, IEEE Computer, May 1998.
- Marcus Ciolkowski, Oliver Laitenberger, Sira Vegas, and Stefan Biffel. Practical Experiences in the Design and Conduct of Surveys in Empirical Software Engineering, In. R. Conradi and A.I. Wang (Eds.): ESERNET 2001- 2003, LNCS 2765, pp. 104–128, 2003.
- Barbara A. Kitchenham, Tore Dybå, and Magne Jørgensen. Evidence-based Software Engineering. Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04), 2004.
- Basili, V., "Evolving and Packaging Reading Technologies." Journal of Systems and Software, 1997. 38(1): p. 3-12.
- Basili, V., R. Selby, D. Hutchens, "Experimentation in Software Engineering." IEEE Transactions in Software Engineering, 1986. 12 (7), 733–743.
- Basili, V., F. Shull, and F. Lanubile, "Building Knowledge through Families of Experiments." IEEE Transactions on Software Engineering, 1999. 25(4): p. 456-473.
- Biolchini, J., P. Mian, A. Natali, and G. Travassos, "Systematic Review in Software Engineering." Technical Report ES 679/05, PESC, Federal University of Rio de Janeiro, 2005. Available at <http://cronos.cos.ufrj.br/publicacoes/reltec/es67905.pdf>
- Brooks, A., M. Roper, M. Wood, J. Daly and J. Miller, "Replication of Software Engineering Experiments." Empirical Foundation of Computer Science Technical Report, EFoCS-51-2003, Department of Computer and Information Sciences, University of Strathclyde University, 2003. Available at <http://www.cis.strath.ac.uk/~efocs/home/Research-Reports/EFoCS-51-2003.pdf>
- Curtis, B., "Measurement and experimentation in software engineering." Proceedings of the IEEE, 1990 68(9) 1144–1157.

Bibliografia Complementar

- Miller, J. "Replicating Software Engineering Experiments: A Poisoned Chalice or the Holy Grail." *Information and Software Technology*. 47(4), 2005, pp. 233-244.
- Shull, F., V. Basili, J. Carver, J. Maldonado, G. Travassos, M. Mendonca, and S. Fabbri. "Replicating Software Engineering Experiments: Addressing the Tacit Knowledge Problem." *Proceedings of International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE'02)*. 2002. Nara, Japan, 7-16.
- Shull, F., J. Carver, G. Travassos, J. Maldonado, R. Conradi, and V. Basili, *Replicated Studies: Building a Body of Knowledge about Software Reading Techniques*, in *Lecture Notes on Empirical Software Engineering*, N. Juristo and A. Moreno, Editors. 2003, World Scientific.
- Shull F., Cruzes D., Basili V. R., and Mendonca M., "Simulating Families of Studies to Build Confidence in Defect Hypotheses," *Information and Software Technology*, 47(15), pp. 1019-1032, 2005.
- Shull, F., M. Mendonca, V. Basili, J. Carver, J. Maldonado, S. Fabbri, G. Travassos, and M. Ferreira, "Knowledge-sharing Issues in Experimental Software Engineering." *Empirical Software Engineering – An International Journal*, 2004. 9(1): p. 111-137.
- Sjøberg, D., J. Hannay, O. Hansen, V. Kampenes, A. Karahasanović, N. Liborg, A. Rekdal, "A Survey of Controlled Experiments in Software Engineering". *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2006. 31(9): p. 733-753.
- Tichy, W., P. Lukowicz, L. Prechelt, and E.A. Heinz, "Experimental Evaluation in Computer Science: A Quantitative Study," *J. Systems and Software*, vol. 28, no. 1, pp. 9-18, Jan. 1995.
- Wood, M., J. Daly, J. Miller, M. Roper, "Multi-method research: an empirical investigation of object oriented technology." *Journal of Systems and Software* 48(1) 13–26, 1999.
- Zender, A. "A Preliminary Software Engineering Theory as Investigated by Published Experiments," *Empirical Software Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 161-180, 2001.

Bibliografia Complementar

- J. Daly, "Replication and a Multi-Method Approach to Empirical Software Engineering research." PhD Thesis, Department of Computer Science, University of Strathclyde, 1996.
- Glass, R., I. Vessey, and V. Ramesh, "Research in Software Engineering: An Analysis of the Literature," J. Information and Software Technology, vol. 44, no. 8, pp. 491-506, June 2002.
- Jedlitschka, A. and M. Ciolkowski, "Towards Evidence in Software Engineering." Proceedings of the 2004 International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE'04), Redondo Beach, California, pp. 261- 270, 2004.
- Jedlitschka, A. and D. Pfahl, "Reporting Guidelines for Controlled Experiments in Software Engineering." International Software Engineering Network Technical Report, ISERN-55-01, 2005.
- Kamsties, E., C. Lott, "An empirical evaluation of three defect detection techniques." International Software Engineering Network Technical Report, ISERN-95-02, 1995.
- Kitchenham, B. "Procedures for Performing Systematic Reviews." Technical Report TR/SE-0401, Keele University, and Technical Report 0400011T.1, NICTA, 2004.
- Kitchenham, B., S. Pfleeger, L. Pikard, P. Jones, D. Hoaglin, K. El Emam, and J. Rosenberg, "Preliminary Guidelines for Empirical Research in Software Engineering." IEEE Transactions on Software Engineering, 2002. 28(8): p. 721-734.
- Lott, C., H. Rombach, "Repeatable Software Engineering Experiments for Comparing Defect-detection Techniques." Journal of Empirical Software Engineering, 1(3) 1997, 241–277.
- MALDONADO, J. C.; CARVER, J.; SHULL, F.; FABBRI, S. C. P. F.; DÓRIA, E. S.; MARTIMIANO, L. A. Fondazzi; MENDONÇA, M. G. de; BASILI, V. Perspective-Based Reading: A Replicated Experiment Focused on Individual Reviewer Effectiveness. Empirical Software Engineering, v. 11, n. 1, p. 119-142, 2006.
- Miller, J. "Applying meta-analytical procedures to software engineering experiments." Journal of Systems and Software. 54(1), 2004, pp. 29-39.