

## **Avaliação de ferramentas para gerência de requisitos orientada a modelos no domínio de software embarcado**

**SIEGERT, Eliane<sup>1</sup>; MARQUES, Milena<sup>1</sup> R. S.; BRISOLARA, Lisane<sup>1</sup> B. de**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico - CDTec  
{esiegert, mrsmarques, lisane}@inf.ufpel.br

### **1 INTRODUÇÃO**

Os sistemas embarcados estão presentes no cotidiano de muitas pessoas. Celulares, computadores de bordo, sistemas de freios ABS, GPS, são exemplos de sistemas embarcados. Esses sistemas são constituídos de parte software e parte hardware, e estão em constante evolução, tornando-se cada dia mais complexos.

A modelagem em alto nível de abstração vem sendo usada como forma de lidar com projetos complexos [Selic, 2003], o que inspirou metodologias de projeto baseado em modelos. A linguagem UML [OMG, 2012a] é considerada o padrão para modelagem de software.

No entanto, o desenvolvimento de sistemas embarcados se difere dos outros sistemas. Neste domínio, o projetista deve se preocupar com restrições rígidas e específicas de hardware, bem como os requisitos não funcionais, como confiabilidade, baixo consumo de energia e de memória. A linguagem padrão UML não permite especificar estes requisitos de forma apropriada, isso motivou a definição de novos perfis, tais quais MARTE e SysML. O perfil MARTE [OMG, 2012b] apresenta soluções para representar os aspectos de sistemas embarcados e de tempo real. De outro lado, SysML [OMG, 2012c] suporta todas as etapas de projetos complexos, e também vem recebendo atenção da comunidade de embarcados [Albinet, 2008] [Dubois, 2010], sobretudo pelo suporte a modelagem de requisitos.

No processo de software, a engenharia de requisitos é de grande importância para que obtenha o produto final esperado [Pressman, 2011]. Seus procedimentos, como definição e gerência requisitos, são à base do sucesso de um projeto [Sommerville, 2007]. O gerenciamento de requisitos consiste na rastreabilidade, no qual implica em estabelecer um relacionamento claro entre os requisitos e outros componentes do sistema, como arquitetura e a implementação. A rastreabilidade contribui para a compreensão do relacionamento dos requisitos, na verificação e na validação do sistema.

Em sistemas embarcados, os requisitos não funcionais são bem mais rígidos do que em software tradicional e precisam ser devidamente especificados e considerados durante todo o processo de desenvolvimento. Além disso, o desenvolvimento de famílias de produtos embarcados, motiva o emprego de rastreabilidade no projeto destas. A modelagem de requisitos vem sendo utilizada para facilitar e agilizar o processo de rastreamento de requisitos no domínio de embarcados [Albinet, 2008] e [Dubois, 2010]. No entanto, é preciso ferramentas que apoiem esse processo.

Neste trabalho serão estudadas ferramentas que apoiam a rastreabilidade de requisitos em sistemas de propósito geral, focando nas ferramentas que são

baseadas em modelos, avaliando-as e analisando-as para o uso no domínio de software embarcado.

O trabalho está organizado na seguinte maneira. Na Seção 2 será apresentada a metodologia adotada na realização deste estudo. A Seção 3 apresenta as ferramentas estudadas e suas principais funcionalidades, enquanto a aplicabilidade destas funcionalidades no domínio de software embarcado serão discutidas na Seção 4. Na Seção 5, as principais conclusões deste estudo são apresentadas e trabalhos futuros são delineados.

## 2 METODOLOGIA

Foram pesquisadas e estudadas ferramentas para a rastreabilidade de requisitos com o foco em abordagens baseadas em modelos. Os estudos das funcionalidades e das principais características de cada ferramenta foram feitas através da leitura de documentações e tutoriais. O estudo também incluiu a experimentação sempre que uma versão da ferramenta estivesse disponível para uso ou avaliação. As ferramentas estudadas utilizam a metodologia orientada a modelos para o desenvolvimento de sistemas, porém a rastreabilidade de requisitos com base em modelos, não foram ainda totalmente automatizadas.

## 3 FERRAMENTAS PARA GERÊNCIA DE REQUISITOS

A ferramenta da Sparx Enterprise Architext [Sparx Systems,2010] com o *plugin* SysML, suporta a modelagem em todo o processo de desenvolvimento, tanto para sistemas embarcados quanto os tradicionais. A ferramenta permite especificações em modelos de alto nível para análise, projeto, implementação, teste e manutenção, usando UML, SysML e outros padrões. O gerenciamento de requisitos é feita através de uma lista de requisitos previamente cadastrados, nos quais são ligadas aos demais artefatos do sistema, gerando relatórios da situação que se encontra os requisitos, bem como seus relacionamentos. Na abordagem suportada pela ferramenta, diagramas de blocos representam a estrutura, enquanto diagramas de interação, de atividades ou de estados, são usados para a análise do comportamento do sistema. Os recursos da SysML, como os diagramas paramétricos e de blocos, são utilizados para definir a dinâmica e a exatidão do sistema. A verificação, validação e análise de impacto do projeto são suportadas por recursos tais como matriz de requisitos e visão hierárquica dos requisitos. Porém, esta ferramenta não suporta modelagem temporal como, por exemplo, o uso do perfil MARTE da UML, sendo assim, a modelagem de um sistema embarcado e de tempo real ficaria deficiente.

A ferramenta MagicDraw [No Magic, 2012] com extensão de SysML suporta todos os diagramas UML e SysML. A ferramenta suporta a rastreabilidade de requisitos através do diagrama de requisitos ou da matriz de requisitos, permitindo a exportação e importação de documentos para outras ferramentas. A ferramenta disponibiliza a visualização dos requisitos, através de tabelas ou de listas de requisitos, mostrando também suas dependências, assim o projetista pode visualizar e verificar se os requisitos estão sendo atendidos.

A ferramenta UModel Enterprise edition [UModel, 2012] tem SysML integrado e permite a criação de um plano rastreável que será utilizado para planejar, projetar e documentar o desenvolvimento de um sistema. Para a

especificação dos requisitos a ferramenta utiliza os diagramas de requisitos da SysML, porém a rastreabilidade não é realizada automaticamente. A ferramenta é utilizada para guiar e controlar o fluxo de trabalho da equipe de desenvolvimento através de modelos.

A empresa IBM Rational Software apresenta varias ferramentas para o desenvolvimento de sistemas, dentre delas, a Rhapsody [IBM, 2012b] e a RequisitePro [IBM, 2012a]. A Rhapsody oferece apoio para o desenvolvimento de um sistema embarcado, dando suporte para a análise, validação e verificação de requisitos em todas as fases do desenvolvimento. Porém a rastreabilidade de requisitos é feita com a integração da ferramenta RequisitePro, a qual suporta o gerenciamento de requisitos e de casos de uso através de matriz de rastreabilidade. Ambas as ferramentas ajudam as equipes de projeto que desejam melhorar o entendimento dos objetivos e o desenvolvimento colaborativo, reduzindo riscos e aumentando a qualidade das aplicações antes da entrega do produto. Porém, estas são ferramentas comerciais e, para que obtenha melhorias no gerenciamento de requisitos, é necessária a integração com outras ferramentas, como por exemplo, o ClearQuest onde são registrados os bugs (defeitos) do sistema. Sendo assim, a integração dessas ferramentas torna-se custosa para a empresa de desenvolvimento.

Além das ferramentas comerciais citadas, também foram estudadas ferramentas integradas ao Eclipse e consideradas como soluções livres. Dentre elas, TOPCased [TOPCased, 2012 ] e PaPyrus [PAPYRUS,2012], ambos *plugins* do Eclipse, suportam as extensões SysML e MARTE, permitindo a representação e modelagem de sistemas usando diagramas dos dois padrões. Os diagramas de requisitos da SysML auxiliam na modelagem dos requisitos, contudo a rastreabilidade completa de requisitos não é feita automaticamente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das ferramentas mostrou que existem caminhos diferentes para se obter a rastreabilidade de um produto, sendo a matriz de requisitos a forma mais tradicional suportada pelas ferramentas. Porém as ferramentas analisadas não oferecem apoio a rastreabilidade com base em modelos de alto nível. Atualmente, a modelagem de requisitos com linguagens padrão (UML, SysML e MARTE) é desejada, sobretudo no domínio de embarcados, assim como ferramentas que automatizem o processo de gerência de requisitos através de modelos.

### 4 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um estudo e avaliação de ferramentas de desenvolvimento baseado em modelos, que suportem a gerência de requisitos, uma importante funcionalidade desejada pelos projetistas de software embarcado. Este estudou apontou limitações nas ferramentas existentes, o que nos motiva a definir e propor uma nova abordagem para gerencia de requisitos neste domínio. O estudo também apontou que a ferramenta Eclipse, vem se consagrando no domínio de soluções livres, incluindo já recursos (como extensões e plugins específicos para embarcados). Como trabalhos futuros, pretendemos desenvolver o suporte a rastreabilidade de requisitos através de modelos, na forma de um plugin Eclipse.

## 5 REFERÊNCIAS

SELIC, B. Models, software models, and UML. In: LAVAGNO, L.; MARTIN, G.; SELIC, B. (Ed.) UML for real. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.1-16.

ALBINET, A. et. al. The MeMVaTEx methodology: from requirements to models in automotive application design. In: European Congress Embedded Real Time Software, 4., 2008, Toulouse.

DUBOIS, H.; PERALTI-FRATI. M.; LAKHAL, F. A model for requirements traceability in an heterogeneous model-based design process: Application to automotive embedded systems. In: IEEE Int. Conf. on Engineering of Complex Computer Systems, 15., 2010.

OMG. UML. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/>>. Acesso em: 25 Jan. 2012a.

OMG. SysML. Disponível em: <<http://www.omg.sysml.org/>>. Acesso em: 24 abril 2012b.

OMG. UML Profile for MARTE. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/MARTE/1.1/>>. Acesso em: 28 abril 2012c.

PRESSMANN, R. Engenharia de Software: uma abordagem profissional. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2007.

SPARX SYSTEMS. Requirements Management with Enterprise Architect. Disponível em: <<http://www.sparxsystems.com/>>. Acesso em: 24 maio 2012

NO MAGIC, SYSML PLUGIN. Disponível em: <<http://www.nomagic.com/products/sysml-plugin.htm>>. Acesso em: 25 maio 2012.

ALTOVA. UModel User & Reference Manual. Disponível em: <[http://www.altova.com/download\\_doc/](http://www.altova.com/download_doc/)>. Acesso em: 25 maio 2012.

TOPCASED. Topcased: The open-source toolkit for critical systems. Disponível em: <<http://www.topcased.org/>>. Acesso em: 2 jun. 2012.

PAPYRUS. Papyrus: Open source tool for graphical UML2 Modelling.. Disponível em: <<http://www.papyrusuml.org/>>. Acesso em: 13 abril 2012

IBM. IBM Rational RequisitePro. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/downloads/r/rrp>> Acesso em: 1 jun. 2012a.

IBM. IBM Rational Rhapsody. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/downloads/r/rhapsodydeveloper/>> Acesso em: 14 jun. 2012b.