

Raciocinando sobre a propagação de impactos em modelos de metas através de Redes de Petri

Romeu Ferreira de Oliveira¹ e Julio Cesar Sampaio do Prado Leite¹

¹ Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Informática,
Rio de Janeiro - RJ, Brasil
rferreira@inf.puc-rio.br, julio@inf.puc-rio.br

Abstract. Tratar Requisitos Não Funcionais (RNFs) na concepção de um software é uma tarefa não trivial. O tratamento de RNFs é complexo na medida em que, além dos impactos nos requisitos funcionais, os RNFs podem estar interdependentes em diferentes situações. Analisar essa interdependência é muito importante para evitar retrabalho na construção de software. Essa classe de requisitos, RNFs, compreende as características de qualidade de uma aplicação. Isto implica que, ao tratar de requisitos subjetivos, precisamos do conceito de “satisfação a contento”. Modelos que reflitam o conhecimento, de forma concisa e clara, dessa subjetividade dos RNFs são necessários. Esses modelos devem ajudar o engenheiro de requisitos no tratamento desses requisitos, tanto nos impactos como nas interdependências. Esse tratamento, quando feito de maneira adequada é base para a tomada de decisões arquiteturais. Este artigo aborda o início de uma pesquisa sobre estratégias de análise da propagação de rótulos e o consequente impacto desses requisitos não funcionais, considerando o uso de catálogos de conhecimento do tipo SIG (“Softgoal Interdependency Graph”). Em particular, pretendemos investigar como o uso de Redes de Petri, pode ajudar no refinamento do grau de granularidade dos rótulos de um SIG, de forma a que a propagação de operacionalizações de RNFs sejam mais informativas.

Keywords: Requisitos não funcionais, propagação de impactos, Redes de Petri.

1 INTRODUÇÃO

A complexidade do tratamento de Requisitos Não Funcionais (RNFs) torna-se mais evidente na análise de interdependências para a identificação das contribuições e respectivos impactos existente entre esses atributos. Promover o entendimento sobre a complexa cadeia de impactos resultantes da interdependências entre Requisitos Não Funcionais (RNFs) tem sido o foco de várias pesquisas da comunidade de engenharia de requisitos, dentre as quais destacamos os trabalhos envolvendo abordagens orientadas a meta [1,3,5,6,9,11–13]. Esses estudos trataram os requisitos não funcionais como metas de qualidade a serem alcançadas, considerando o domínio aplicado, e particularidades, entre outros fatores. Um dos princípios básicos compartilhados pelos pesquisadores é que os RNFs possuem semânticas subjetivas e relativas para cada tipo de projeto, fazendo que isto seja um dos principais desafios enfrentados: a definição

com o maior grau de granularidade possível o impacto da implementação de um requisito não funcional em um sistema. Para se referir ao grau de implementação de um RNF, no sentido de meta de qualidade, utilizamos o termo "Satisfação a Contento"[15], onde temos a ideia de que um determinado objetivo foi satisfeito, porém, não é possível mensurar de forma total o seu grau de satisfação.

Os conceitos de Chung et al [2] modelados no gráfico de interdependência entre metas flexíveis "Softgoal Interdependency Graph") promovem estratégias para modelar o domínio de um ou mais requisitos não funcionais, fazemos uso de alguns termos subjetivos para definir contribuições entre metas (ou operacionalizações) como, por exemplo *help* ou *some plus*, entre outros. O termo *help* é utilizado para informar que uma meta flexível de qualidade (ou a sua operacionalização) produz contribuição positiva e ajuda a implementar uma outra meta. A partir da definição dessas contribuições é que a noção de satisfação a contento de uma determinada meta, pode ser rotulada, por exemplo, com os termos *Weakly Satisfied*, *Weakly Denied*. Quando o *Weakly Satisfied* é utilizado como rótulo de uma meta, significa que a mesma foi considerada fracamente satisfeita a contento. A Figura 1 apresenta um exemplo simplificado de um SIG para o RNF Usabilidade, contendo alguns dos elementos citados anteriormente.

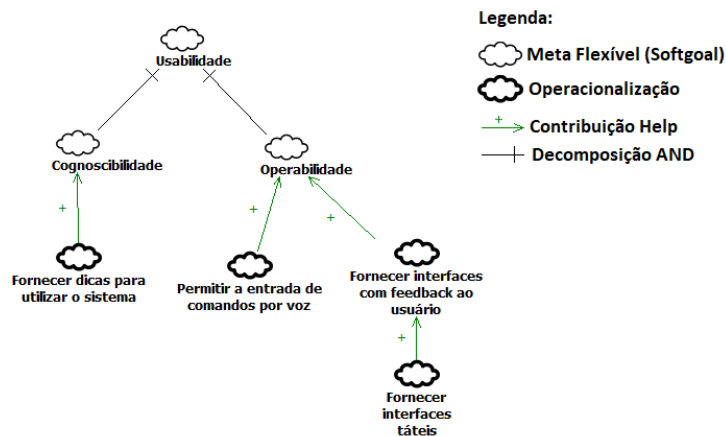


Figura 1 - Exemplo de um SIG para o RNF Usabilidade [14]

O trabalho de Giorgini et al. [5] propõe um framework e um algoritmo formal para tratar a propagação de rótulos entre metas. O algoritmo proposto contém axiomas a serem considerados para tratar a cadeia de propagação, considerando contextos qualitativos e quantitativos. Apesar de abordar o relacionamento entre as operacionalizações e suas respectivas metas, os axiomas propostos não tratam o nível de adequação da alternativa de implementação escolhida. A ausência desse tipo de análise segundo van Lamsweerde [9] pode levar a uma baixa granularidade na definição e propagação dos rótulos de metas flexíveis. Uma das consequências disso é a dificuldade na tomada de decisões arquiteturais.

Com base nas regras definidas em [12], Van Lamsweerde [9] exhibe um exemplo onde a combinação de rótulos entre as metas leva facilmente a uma indefinição sobre o grau de satisfação destas. Para mitigar esse problema, Van Lamsweerde [9] apresen-

ta uma estratégia para aumentar o nível de granularidade na definição de satisfação das metas. O autor defendeu que na prática sempre levamos em consideração a adequação de alternativas para se atingir um objetivo e que por essa razão a escolha destas deveria passar por uma análise mais refinada. Nesse sentido, foram definidas métricas quantitativas para medir o desempenho de alternativas a serem consideradas na operacionalização das metas flexíveis (softgoals). A ideia foi identificar qual era a operacionalização mais adequada com base em variáveis como, por exemplo, o grau de aplicação da alternativa em questão na maioria dos casos, custo de implementação e de tempo para operacionalizar. Além disso, o autor também definiu pesos para as metas com base na prioridade destas, considerando o contexto. A partir dessas informações Van Lamsweerde obteve pontuação para cada operacionalização e relacionava a melhor opção para uma determinada meta. Além de Van Lamsweerde [9] as pesquisas de Franch [4] e Kaiya et al. [8] também recorreram ao uso de métricas para a análise de satisfação nos modelos de metas. Horkoff e Yu [7] argumentaram que os procedimentos quantitativos até um certo podem ajudar a diferenciar entre alternativas, no entanto, trabalhar com requisitos envolvem questões subjetivas e o uso da matemática, embora tentador, pode levar a um falso senso de precisão.

Assim como Horkoff e Yu [7] defendemos que os modelos de abordagens orientadas a metas são importantes ferramentas para a tomada de decisão, ajudando os modeladores a escolher configurações de design. Porém, considerando nosso levantamento literário inicial das respectivas estratégias, ainda há importante lacunas na propagação de rótulos em modelos de metas. Entre essas lacunas, destacamos: a subjetividade no conceito de satisfação a contento, a baixa granularidade dos rótulos de metas, o pouco refinamento dos rótulos de contribuição/correlação, carência de análise para a definição dos impactos gerados a partir da propagação lateral (correlação), e a necessidade de diferenciar causalidade e correlação entre RNFs. Com o uso de Redes de Petri pretendemos aumentar a compreensão sobre o a propagação de rótulos modelados através dos SIGs. Com isso queremos investigar se conseguimos promover estratégias para aplicar um maior grau de granularidade aos níveis de satisfação a contento identificados entre os RNFs. Dessa forma pretendemos explorar como tratar as lacunas elencadas acima.

Para analisar e tratar a propagação de rótulos, além de utilizarmos os conceitos propostos por Chung et. al [1], investigaremos como a aplicação das lógicas e respectivas regras contidas nas Redes de Petri [10] podem auxiliar na análise dos modelos de metas. Para ilustrar nossos primeiros avanços sugerimos aqui um fluxograma que pode ser seguido durante a análise da propagação de rótulos em um SIG. Apresentamos, também, ideias iniciais sobre como o uso de Rede de Petri, considerando como as marcações (tokens) e transições, podem ajudar na análise da propagação de rótulos.

2 TRABALHO EM ANDAMENTO

Para fins de entendimento sobre a propagação de rótulos de RNFs em SIGs definimos três etapas: I - Criação de um fluxograma de atividades para a propagação de rótulos nos SIGs, II - Mapeamento e definição de regras/axiomas para a propagação de rótulos.

los e III - Aplicação das lógicas e respectivas regras da Rede de Petri para modelar/simular o comportamento de definição do grau de satisfação de cada meta a contento.

Na primeira etapa com o apoio dos conceitos de Chung et al. [1] definimos um conjunto de atividades sequenciais a serem seguidas na definição da propagação de impactos entre as metas flexíveis. A ideia é fornecer uma visão mais abrangente sobre os procedimentos a serem considerados e apontar as tarefas que precisam de atenção para o tratamento dos problemas levantados por esta pesquisa (vide Figura 2).

Na segunda etapa realizamos um mapeamento dos axiomas para a propagação de rótulos com base no trabalho de Chung et al. [1]. A realização dessa etapa foi importante para investigar os axiomas existentes e a partir destes adaptar ou criar novas regras para a propagação de rótulos. Nessa etapa nossas investigações ainda estão nos estágios iniciais, mas apontamos possíveis indícios de suporte, usando redes de Petri.

Na terceira etapa utilizaremos as Redes de Petri para simular e modelar o comportamento para a satisfação de cada meta presente no SIG, considerando as interdependências com as operacionalizações.

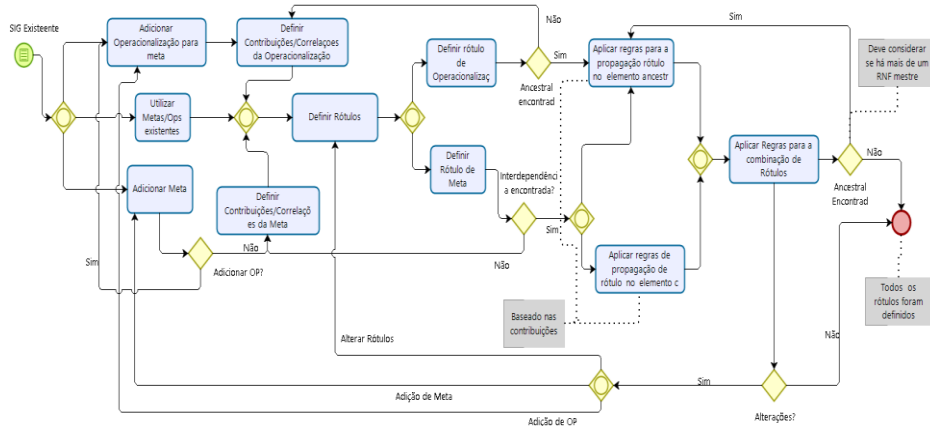


Figura 2 - Visão abrangente do fluxo de atividades presentes na propagação de rótulos (http://ger.inf.puc-rio.br/Arquivos/analise_propagacao.pdf).

A Figura 2 ilustra a primeira etapa.

Na segunda etapa realizamos um levantamento das regras/axiomas relacionados a propagação de rótulos entre elementos de um SIG. Essas regras serão importantes para definir as pré-condições e configurações de disparos de transições durante as nossas modelagens usando redes de Petri. Inicialmente definimos os predicados baseados nos rótulos e contribuições existentes nas interdependências entre os elementos de um SIG. Para cada predicado foram relacionadas regras que serão utilizadas na composição dos axiomas.

Na Figura 3 apresentamos um exemplo de modelagem usando rede de Petri para representar a propagação de rótulos em modelos do tipo SIG. Consideramos a análise de impacto individual proposta no primeiro passo de avaliação do NFR Framework [2]. Nesse cenário hipotético representamos o comportamento de propagação utili-

zando a contribuição do tipo “Make”. A meta modelada possui uma única operacionalização com a condição ou rótulo inicial Indefinido. Essa condição inicial permite o disparo da transição "**T1: Satisfazer OP da Meta**" que torna possível a geração de dois estados: "**P2: Definição de Contribuição**" e "**P3: OP da Meta Satisfeita**". O estado P2 habilita o disparo da transição "**T2: Definir Contribuição Make entre a OP e a Meta**". Enquanto o estado P3 é uma das pré-condições que habilita a Transição "**T3: Satisfazer Meta a Contento**". O disparo da transição T2 gera o estado "**P4: Contribuição Make definida entre a OP e a Meta**", que por sua vez é a segunda pré-condição para o disparo da transição T3. No disparo da transição T3 temos a aplicação do axioma $OS \wedge OM \rightarrow MSS$ (A aceitação de uma operacionalização que promove uma contribuição *Make* implica na propagação do rótulo "**Satisfeita a Contento**" para a sua respectiva meta.), pois a habilitação das pré-condições P3 e P4, via tokens, nos diz que temos uma operacionalização aceita e que promove a contribuição Make, levando ao estado ou pós-condição "**P5: Meta Satisfeita (a contento)**".

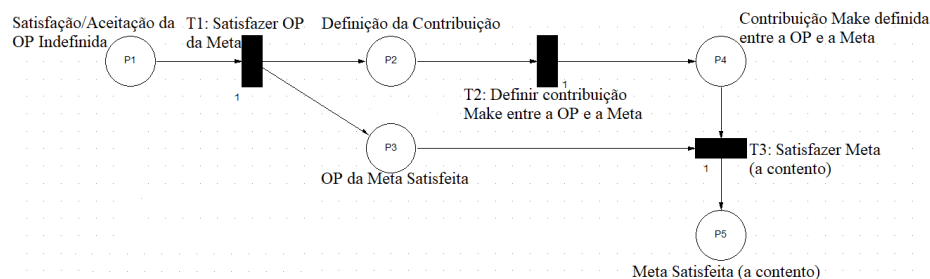


Figura 3 - Modelagem do comportamento de satisfação a contento de uma meta que possui uma única operacionalização com contribuição Make.

Acreditamos que com essa pesquisa inicial teremos base para melhorar os resultados da segunda etapa e investigar o que consideramos a terceira etapa de nossa pesquisa. Dessa forma acreditamos estarmos iniciando um caminho promissor para melhor tratar as lacunas apontadas na Introdução. Vale ressaltar que buscamos contribuições específicas para: analisar um SIG através de redes de Petri, entender qual transição precisa de tratamentos para atingir os nossos objetivos, possibilitar a identificação de correlações, através de uma sistematização utilizando redes de Petri

3 CONCLUSÃO

A propagação de impactos e identificação de correlações são problemas que merecem atenção e ainda se encontram com importantes lacunas como a falta de granularidade na definição das contribuições e respectivos impactos presentes na rede de interdependência dos requisitos não funcionais. Assim sendo, realizar procedimentos como a identificação e análise de impactos entre requisitos não funcionais requer muito trabalho manual e a necessidade de um julgamento humano feito por profissionais experientes, e de preferência, que tenham conhecimento sobre os mais variados atributos de qualidade de software e respectivos domínios.

Face as características básicas das redes de Petri para modelar propagação, esse artigo é um passo inicial para que essa linguagem de modelagem seja base para análise de propagação de impactos de qualidade em um SIG.

Trabalhos futuros procurarão explorar alternativas propiciadas pelas redes de Petri, seguindo os passos inicialmente elencados (Fig. 2) e refinando-os com o conhecimento adquirido de forma a verificar nossa hipótese de que essas redes podem ser eficazes no tratamento das lacunas existentes na análise de SIGs.

Referências

- [1] Lawrence Chung, Brian A. Nixon, Eric Yu, and John Mylopoulos. 1999. Non-functional requirements in software engineering (the kluwer international series in software engineering volume 5). (1999).
- [2] Lawrence Chung, Brian A. Nixon, Eric Yu, and John Mylopoulos. 2012. *Non-functional requirements in software engineering*. Springer Science & Business Media.
- [3] S. Yu Eric. 1995. Modelling strategic relationships for process reengineering. (1995).
- [4] Xavier Franch. 2006. On the quantitative analysis of agent-oriented models. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, 495–509.
- [5] Paolo Giorgini, John Mylopoulos, Eleonora Nicchiarelli, and Roberto Sebastiani. 2002. Reasoning with goal models. In *International Conference on Conceptual Modeling*, 167–181.
- [6] B. Gonzales-Baixauli, JCS Prado Leite, and John Mylopoulos. 2004. Visual variability analysis for goal models. In *Requirements Engineering Conference, 2004. Proceedings. 12th IEEE International*, 198–207.
- [7] Jennifer Horkoff and Eric Yu. 2013. Comparison and evaluation of goal-oriented satisfaction analysis techniques. *Requirements Engineering* 18, 3 (2013), 199–222.
- [8] Haruhiko Kaiya, Hisayuki Horai, and Motoshi Saeki. 2002. AGORA: Attributed goal-oriented requirements analysis method. In *Proceedings IEEE joint international conference on requirements engineering*, 13–22.
- [9] Axel van Lamsweerde. 2009. Reasoning about alternative requirements options. In *Conceptual Modeling: Foundations and Applications*. Springer, 380–397.
- [10] Tadao Murata. 1989. Petri nets: Properties, analysis and applications. *Proceedings of the IEEE* 77, 4 (1989), 541–580.
- [11] John Mylopoulos, Lawrence Chung, Stephen Liao, Huaiqing Wang, and Eric Yu. 2001. Exploring alternatives during requirements analysis. *IEEE Software* 18, 1 (2001), 92–96.
- [12] John Mylopoulos, Lawrence Chung, and Brian Nixon. 1992. Representing and using nonfunctional requirements: A process-oriented approach. *IEEE Transactions on software engineering* 18, 6 (1992), 483–497.
- [13] John Mylopoulos, Lawrence Chung, and Eric Yu. 1999. From object-oriented to goal-oriented requirements analysis. *Communications of the ACM* 42, 1 (1999), 31–32.
- [14] Romeu Ferreira de Oliveira. 2014. Um método semi-automatizado para elicitação de requisitos de acessibilidade Web. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- [15] Herbet de Souza Cunha. 2014. Desenvolvimento de Software Consciente com Base em Requisitos. PUC-Rio.