

Utilizando sistemas de conhecimento para a identificação de metas flexíveis em uma linguagem de domínio

Antônio de Pádua A Oliveira¹, José Luis Braga², Cristiane Aparecida Lana², e Lucas Gonçalves Cunha²

¹Departamento de Informática e Ciências da Computação, UERJ, Rio de Janeiro, RJ
padua@ime.uerj.br

²Departamento de Informática, UFV, PPGCC – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Viçosa, MG
zeluis@dpi.ufv.br, {cristiane.lana, lucas.cunha}@ufv.br

Resumo: A utilização de sistemas de conhecimento em problemas que não são totalmente conhecidos ou bem definidos permite entender esses problemas de maneira exploratória, simulando situações e soluções utilizando técnicas de inteligência artificial. A abordagem inicial utilizada nos projetos de pesquisa do grupo tinha como foco apenas verificar a presença de atributos de transparência em modelos de requisitos de software modelados com iStar. Diante dos resultados percebidos em conjunto com a evolução dos objetivos de pesquisa, e ajustando o foco para identificar a presença de metas flexíveis (softgoals) de outras naturezas a partir da parametrização em bases de conhecimento de sistemas construídos com a ferramenta CLIPS, foi possível ampliar os objetivos dos projetos. Foi incluído o objetivo de encontrar candidatos a metas flexíveis partindo da identificação de sinônimos de termos indicadores das mesmas em textos da linguagem do domínio registrados no LAL – Léxico Ampliado da Linguagem. Este avanço foi possível com a utilização de sistemas com base de conhecimento desenvolvidos no ambiente CLIPS, definindo regras de produção adequadas a partir das características de metas flexíveis como percebidas pelo NFR Framework. Resultados iniciais utilizando a abordagem permitiram melhorar a identificação de requisitos de transparência pela inclusão do uso de sinônimos destes requisitos.

Keywords: Knowledge-based systems; iStar; softgoals; non-functional requirements

1 Introdução

Ainda não é possível, dado o estado atual de conhecimento em engenharia de requisitos, associar completa e precisamente com cada domínio de conhecimento ou descrição de problemas de cada domínio os requisitos não-funcionais (NFRs) que devem ser atendidos na implementação de um sistema de software. O assunto ainda está em exploração e desenvolvimento e técnicas de implementação que permitam simular e experimentar atributos, regras e exigências particulares devem ser usadas, permitindo aos pesquisadores focar em aspectos que interessam aos domínios em estudo, tirando

o foco de aspectos irrelevantes de implementação, uso de linguagem de programação e ambientes de desenvolvimento.

Algumas técnicas de inteligência artificial, em particular as que se referem a sistemas baseados em conhecimento, são úteis como ferramentas auxiliares em uma investigação inicial, permitindo flexibilidade e facilidade de experimentação além de fornecerem um pouco de “requirements expertise” ao engenheiro de requisitos com pouca prática ou experiência em uma área organizacional.

2 Objetivos da Pesquisa

O objetivo da nossa linha de pesquisa é explorar melhor o potencial de sistemas com base de conhecimento, utilizados anteriormente em um problema recorrente da fase de requisitos de sistemas de software. O objetivo principal pode ser resumido como: *“Suprir o engenheiro de requisitos com uma ferramenta auxiliar que possa acrescentar ao seu conhecimento o expertise de uma técnica para a elicitação de metas flexíveis”*.

Nossa pesquisa é motivada pela necessidade de lidar com metas devido aos problemas em sistemas (exemplo: serviço de ambulâncias da cidade de Londres [10]) decorrente da pouca importância dada à elicitação de NFRs desde as fases iniciais do desenvolvimento do software. Diversas publicações já relataram problemas de fracassos em sistemas de software associados por não ser dada a merecida importância aos NFRs pelos engenheiros de software.

Devido ao desafio do problema, premissas estão sendo assumidas em nossa linha de pesquisa, e estas podem ser descritas pelos seguintes pontos que tornam mais evidentes os benefícios da nossa abordagem:

- descrições de problemas carregam, por natureza, ambiguidades inerentes à linguagem utilizada no texto [1]. Alguns requisitos são mencionados explicitamente, mas talvez requisitos importantes estejam escondidos nas intenções implícitas de quem escreveu o texto, e devem ser extraídos utilizando técnicas apropriadas de elicitação;
- o uso de sinônimos dos termos que representam requisitos não-funcionais pode ser uma técnica que permita enxergar as intenções implícitas nos textos, facilitando a sua extração e anotação de requisitos candidatos a partir da análise dos mesmos feita por máquina ou por engenheiros de requisitos.

Sistemas baseados em conhecimento são ferramentas adequadas para ajudar a perceber a presença de requisitos funcionais ou não-funcionais em descrições de problemas ou modelos de requisitos. Neste projeto a seguinte estrutura é utilizada inicialmente:

- base de dados contendo termos principais indicativos de requisitos e seus sinônimos;
- representação de modelos de domínio usando o framework de descrições do Léxico Ampliado da Linguagem, já filtradas e em formato processável por máquina;
- base de conhecimento composta por regras de produção que serão usadas para análise de descrições do LAL, na busca por requisitos referenciados explicitamente ou extraídos pelo uso de sinônimos.

Para contextualizar a abordagem de nosso projeto de pesquisa colocamos a seguir um resumo das técnicas e dos conceitos que estamos utilizando para a focalização do nosso esforço de pesquisa.

2.1 Framework de Modelagem i*

O Framework de Modelagem i* (i-estrela) [2] modela contextos organizacionais com base nos relacionamentos de dependência entre os atores desse contexto e, principalmente, fazendo a representação, em diagramas i-estrela, das metas que os atores precisam que sejam atingidas. Para o i-estrela: *A goal is a condition or state of affairs in the world that an actor would like to achieve* [2]. Na representação do i-estrela, atores dependem uns dos outros para que metas sejam alcançadas, recursos sejam fornecidos, tarefas sejam realizadas e metas flexíveis (softgoals) sejam “razoavelmente satisfeitas”. O i-estrela utiliza o mesmo conceito usado por Chung [3] de que uma meta flexível (softgoal) possui uma característica de incerteza para a satisfação ou não da meta flexível. Essa incerteza inerente ao problema é que o torna adequado ao tratamento com sistemas de conhecimento.

2.2 Os Conceitos de Ação Concreta e de Ação Flexível

Para o i-estrela, tarefas (tasks) são os principais meios (“means”) para que metas (“ends”) sejam atingidas. Por outro lado, pode-se identificar que existem dois tipos de tarefas ou ações, como a definida por Sá Carvalho [4] que escreveu que uma ação concreta é uma ação executada em um contexto organizacional que pode ser descrita por um verbo ativo concreto, bem definido (exemplos: comprar, vender, cobrar, multar, produzir, treinar, alocar, etc.). Para este autor, uma ação concreta não pode ser descrita por um verbo pouco preciso (como controlar, apurar, administrar, acompanhar, etc.). As tarefas ou ações, por exclusão a definição anterior, podem ter a qualificação de flexível [5], sendo que uma ação flexível tem o mesmo significado ou interpretação que o usado para metas flexíveis (“softgoals”). As ações flexíveis são ações pouco precisas, para as quais não se pode identificar um resultado concreto a priori e, além disso, a confirmação da execução da ação flexível pode depender de interpretação. Uma ação flexível (exemplos de “ações flexíveis”: analisar, apurar, avaliar, conferir, controlar, gerenciar, verificar, validar, etc.) é diferente de uma ação concreta.

2.3 O Léxico Ampliado da Linguagem

O Léxico Ampliado da Linguagem (LAL ou Léxico) [6] se baseia na premissa de que em uma organização existe uma linguagem estendida da linguagem natural que é utilizada pelos atores da organização. Essa linguagem, com vocabulário peculiar (composto de símbolos), é denominada linguagem da aplicação [6]. O Léxico tem como justificativa uma razão simples: “entender a linguagem do domínio sem se preocupar com o entendimento do problema envolvido”. O objetivo do LAL é capturar o vocabulário (termos e sentenças) intrínseco ao contexto organizacional.

A Figura 1 [5] mostra os componentes do LAL através de um diagrama de classes. No diagrama de classes o LAL é formado por símbolos e cada um deles é identificado por um nome. Um símbolo pode possuir mais de um nome (caso de sinônimos) e é

representado por duas descrições. A primeira, denominada *noção*, é o significado do símbolo, equivalente à descrição encontrada em dicionários. A segunda, chamada de *impacto* ou resposta comportamental, é a informação adicional sobre os efeitos provocados pelo símbolo. O diagrama mostra que ambos, *noção* e *impacto*, fazem menção a outros símbolos. Os símbolos no LAL são classificados em quatro categorias: objeto, sujeito, estado e verbo.

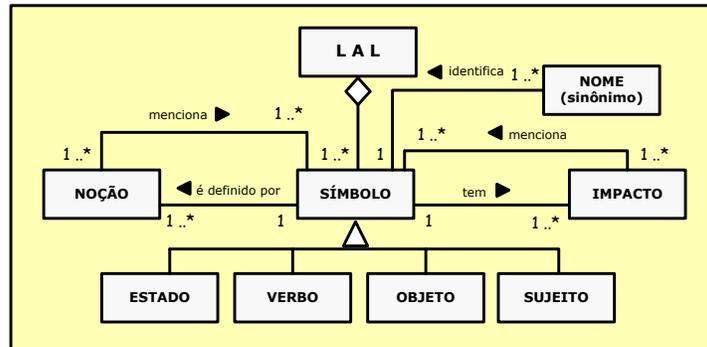


Figura 1 Os elementos do LAL através de um diagrama de classes.

O LAL segue dois princípios. O primeiro, “**o princípio da circularidade**”, recomenda maximizar o uso dos outros símbolos do léxico quando se descreve a *noção* e o *impacto* de um novo símbolo. O segundo, “**o princípio do vocabulário mínimo**”, recomenda minimizar o uso de símbolos externos ao vocabulário do contexto organizacional. Dicionários, de modo geral, só representam a denotação dos termos. A dificuldade do engenheiro de requisitos, decorrente da incerteza associada ao problema de elicitar as metas flexíveis devido à nebulosidade das ações flexíveis, pode ser contornada pela aplicação de algumas regras para a definição do LAL. Como por exemplo o tempo (infinitivo, presente, passado ou futuro) dos verbos (ações) descritos na definição dos impactos devem ser redigidos no infinitivo ou no presente do indicativo. Se na descrição do impacto, exemplos: (1) “VERIFICAR o cálculo dos impostos ...” e (2) “OCULTAR os valores transcritos ...” houver verbo que se refira a ação flexível, então podem ser sugeridos como candidatos a meta flexível os atributos *correto* para o exemplo (1) e o de *sigilo* para o (2).

3 Contribuições Científicas

O ambiente de desenvolvimento escolhido para aplicar as técnicas de inteligência artificial é o CLIPS - C Language Integrated Production System [7]. Os detalhes sobre o formato das bases de conhecimento e como se dá a interação entre ela e a base de regras está descrita nos artigos [8], para um problema mais restrito referente a requisitos não-funcionais. Os passos abaixo, originados de projetos anteriores, expressam em macro-nível a seqüência em que os resultados podem ser obtidos:

1. representar a descrição de domínios em formato adequado à análise utilizando sistemas baseados em conhecimento, utilizando sintaxe do CLIPS;

2. inspecionar essa base de dados utilizando a máquina de inferência do CLIPS e as regras de produção da base de conhecimento, que implementam as relações e regras de extração de requisitos utilizando os sinônimos;
3. para cada requisito identificado explicita ou implicitamente na descrição sendo analisada, anotar na base de fatos do problema a presença do requisito identificado e sua classificação em atributo funcional ou não-funcional;
4. onde o sistema não puder decidir utilizando os recursos disponíveis nas bases de conhecimento (fatos ou regras), acionar o analista de requisitos via diálogos simples, para melhorar a classificação do requisito identificado;
5. repetir os passos de 2 até 4 até terminar a análise.

Como resultado parcial, também já temos disponíveis tabelas de sinônimos, geradas para o caso específico de atributos de transparência em projetos anteriores. Parte de uma dessas tabelas é mostrada a seguir, na Tabela 1.

Tabela 1. Exemplo de sinônimos dos atributos de Transparência, extraído da base Wordnet [9].

Atributos	Atributos	Sinônimo
Portável	Portable	portability
Disponível	Available	availability, usable, useable, uncommitted
Publicidade	Disclosure	revelation, revealing
Uniforme	Uniform	consistent, undifferentiated, unvarying
Simples	Simplicity	ease, easiness, simpleness
Intuitivo	Intuitive	intuitive, nonrational, visceral
Desempenho	Performance	execution, operation, functioning, carrying out, carrying into action

4 Conclusões

O objetivo da linha de pesquisa é facilitar e melhorar a extração de NFRs de descrições de domínios disponíveis no LAL – Léxico Ampliado da Linguagem, podendo ser futuramente expandido também para uso em requisitos funcionais. Resultados parciais mostram que as técnicas de inteligência artificial são perfeitamente aplicáveis ao problema, permitindo ao analista enxergar requisitos escondidos ou implícitos nas descrições. Porém sabemos que o sucesso do resultado depende de descrições bem formuladas, o que significa um trabalho competente de captura de símbolos em documentos e em entrevistas além de seguir as heurísticas, para que as descrições fiquem capazes de serem tratadas pela máquina de inferência.

Várias possibilidades de melhorias e avanços das técnicas são possíveis dentro da inteligência artificial. Por exemplo, o uso de princípios e regras da lógica nebulosa pode melhorar a identificação de intenções implícitas nas descrições do LAL, atribuindo um grau de certeza ao grau de sinonímia envolvido com os termos. É possível, por exemplo, que estejamos assumindo que dois termos sejam sinônimos, em um contexto em que de fato eles não são sinônimos, o que levaria a conclusões erradas.

5 Trabalhos Futuros e em Andamento

Ainda não chegamos ao ponto de desenvolvimento dos projetos no qual seja possível medir de alguma forma a efetividade da abordagem proposta, para podermos afirmar via números, o quanto a técnica melhorou a extração de requisitos. Entretanto, pretendemos através da experimentação científica avaliar os resultados. Dois projetos estão sendo iniciados atualmente, dentro da linha de investigação descrita neste artigo: - um visa a aplicação de sinônimos para melhorar a elicitação de requisitos, fornecendo elementos mais precisos para preenchimento dos frameworks do LAL. Os resultados deste projeto permitirão gerar modelos MDE-Modelo de Dependências Estratégicas e MRE-Modelo de Razões Estratégicas do iStar mais precisos, com menos ambiguidades. As técnicas de inteligência artificial citadas neste artigo permitirão extrair intencionalidade a partir das descrições disponibilizadas no LAL; -o outro busca criar um gerador semi-automático de modelos MRE e MDE do iStar a partir de descrições disponíveis no LAL. Já existe um método para esta geração feita manualmente [5], ainda não existe uma ferramenta que apoie a transformação. A ferramenta automatizará parte do processo de elaboração visto que diversos problemas como ambiguidade e dependência de contexto tornam a completa automação um trabalho difícil e muito sujeito a erros.

Referências

1. Berry, D. M., Kamsties, E.: Ambiguity in requirements specification. *Perspectives on Software Requirements*, pp. 7-44. Springer US (2004).
2. Yu, E. *Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering*. PhD Thesis – Dept. of Computer Science, University of Toronto, Toronto (1995).
3. Chung, L., Nixon, B., YU, E., Mylopoulos, J.: *Non-Functional Requirements in Software Engineering* – Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA (2000).
4. Carvalho, L. C. S.: *Análise de Sistemas: o outro lado da informática*, LTC - Rio de Janeiro, (1988).
5. Oliveira, A. P. A.: *Engenharia de Requisitos Intencional: Um Método de Elicitação, Modelagem e Análise de Requisitos*. PhD Thesis - PUC-Rio, Rio de Janeiro (2008).
6. Leite, J. C. S. P., Franco, A. P. M.: *A Client Strategy for Conceptual Model Acquisition*. In: *Proceedings of the International Symposium on Requirements Engineering*, pp. 243-246. IEEE Computer Society Press, San Diego (1993).
7. Giarratano, J. C.: *CLIPS User's Guide. Version 6.0*. NASA Lyndon B. Johnson Space Center, Software Technology Branch, Houston, Texas, EUA (1993).
8. Baia, J. W., Braga, J. L.: *Uso de sinônimos na identificação de atributos de transparência*. In: *16th WER - Workshop em Engenharia de Requisitos (15th CibSE - Congresso Ibero-Americano em Engenharia de Software)*, pp.94-104, Montevideo (2013).
9. WORDNET: *A lexical database for English*, <http://wordnet.princeton.edu/wordnet/>.
10. Finkelstein, A. and Dowell J. "A Comedy of Errors: The London Ambulance Service Case Study" *Proceedings of the Eighth International Workshop on Software Specification and Design*, IEEE Computer Society Press 1996, pp. 2-5.