

AVALIAÇÃO DE VERSÕES INTERATIVAS DA FERRAMENTA OPLA-TOOL QUE OTIMIZAM O PROJETO DE ARQUITETURA DE LPS

Joshua Lessa Dias (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Aline Maria Malachini Miotto Amaral (Orientadora), e-mail: ra107968@uem.br, ammmamaral@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

Área: Ciência da Computação, subárea: Engenharia de Software

Palavras-chave: algoritmos multiobjetivos, arquitetura de linha de produto de software, otimização interativa.

Resumo:

Uma Linha de Produtos de Software (LPS) é um conjunto de sistemas de software que partilham funcionalidades comuns dentro de um domínio bem definido. O principal artefato de uma LPS é sua arquitetura (*PLA – Product Line Architecture*). A *MOA4PLA (Multi-Objective Approach for Product-Line Architecture Design)* trata-se de uma abordagem que utiliza algoritmos de busca multiobjetivos para avaliar e melhorar o projeto de PLA. Neste contexto, a ferramenta OPLA-Tool automatiza a abordagem MOA4PLA, recebendo como entrada um projeto de PLA e produzindo como saída um conjunto de PLAs otimizadas. Esta abordagem possui dois momentos de interação com o tomador de decisão (*DM – decision maker*), antes do início do processo de otimização e após a finalização do mesmo. Nesse contexto, observa-se que não há interação com o DM durante o processo de otimização, e a falta desta interação pode ocasionar pouca confiabilidade do DM em relação às PLAs resultantes. De forma a incluir interação no processo de otimização de PLAs, adaptações na ferramenta OPLA-Tool, foram propostas. O objetivo deste trabalho é avaliar qualitativamente PLAs geradas em abordagens que suportam a interação com o usuário disponibilizadas na ferramenta de OPLA-Tool. Para tanto foram realizados experimentos com a participação de arquitetos de software. Espera-se com a realização deste trabalho consolidar os resultados positivos já obtidos com relação ao uso da ferramenta OPLA-Tool.

Introdução

Uma LPS representa um conjunto de sistemas, que compartilham características comuns que satisfazem as necessidades de um determinado segmento de mercado ou domínio. Nessa abordagem, o principal artefato é sua arquitetura (*PLA – Product Line Architecture*) (COLANZI, 2014).

A obtenção de uma PLA modular, extensível e reusável não é uma tarefa trivial. O arquiteto de software deve se apoiar em métricas arquiteturais para definir e melhorar o projeto da PLA. Contudo, essa tarefa pode envolver vários objetivos, muitas vezes conflitantes entre si. Dentre as possíveis formas

de se resolver problemas com vários objetivos, os algoritmos evolutivos multiobjetivos são uma delas. Nesse contexto, a abordagem MOA4PLA (COLANIZ, 2014) foi proposta utilizando algoritmos evolutivos multiobjetivos.

A MOA4PLA trabalha produzindo um conjunto de PLAs que apresentam o melhor custo-benefício entre vários objetivos otimizados. A ferramenta OPLA-Tool (FÉDERLE et al., 2015) automatiza essa abordagem. Em sua versão inicial, a OPLA-Tool possui dois momentos de interação com o DM, sendo o primeiro para seleção dos objetivos e a PLA a serem otimizados, e o segundo para visualização das PLAs resultantes do processo de otimização. Dessa forma, não há interação com o DM durante o processo de otimização.

Segundo Ferreira et al. (2016), a falta de interação com o DM durante o processo de otimização, pode ocasionar pouca confiabilidade do DM em relação aos resultados. Nesse contexto, adaptações da abordagem MOA4PLA, e da ferramenta OPLA-Tool foram propostas nos trabalhos de Bindewald (2020) e Freire (2020).

Até o presente momento, apenas experimentos quantitativos e qualitativos para validação da eficiência da ferramenta OPLA-Tool em sua abordagem inicial foram realizados, demonstrando sua efetividade para a otimização de PLAs. No entanto, torna-se necessária a realização de experimentos de validação das abordagens que incluem o DM durante o processo de interação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar experimentos de validação das abordagens interativas de otimização de projeto de PLA de Bindewald (2020) e Freire (2020).

Métodos e Materiais

Neste trabalho, dois experimentos foram realizados, sendo o primeiro, Exp 01 para a avaliação da abordagem proposta em Bindewald (2020). Esta abordagem específica a atribuição de pontuações para soluções otimizadas durante o processo de otimização de PLAs. O segundo experimento, Exp 02, foi realizado com o intuito de avaliar uma estratégia complementar à abordagem interativa de Bindewald (2020) que permite o congelamento de elementos arquiteturais (FREIRE, 2019) durante o processo de otimização de PLA. Este experimento teve como objetivo verificar se os elementos arquiteturais congelados estavam presentes nas soluções finais. A Tabela 01 sintetiza as informações sobre Exp01 e Exp02.

Tabela 1: Experimentos realizados

| Nome | Tipo de análise dos resultados | Número de DMs participantes | PLA |
|--------|--------------------------------|-----------------------------|-----|
| Exp 01 | Quantitativo, Qualitativo | 10 | AGM |
| Exp 02 | Quantitativo, Qualitativo | 10 | AGM |

Em Exp 01 e 02 todos os DMs receberam dois documentos para avaliação: um documento contendo o questionário de perfil de DM; e um documento contendo o formulário de avaliação. O formulário para obtenção das avaliações dos DMs foi aplicado ao final da execução do experimento, continha as seguintes questões:

(1) Apesar de se tratar de uma análise subjetiva, havia algum critério específico de avaliação das soluções?

(2) As soluções geradas são apropriadas para o seu perfil?

Para o Exp 02 foram incluídas algumas questões adicionais, são elas:

(3) Durante o processo de otimização, foi congelado algum elemento arquitetural? Quais?

(4) Na sua opinião, é interessante permitir o congelamento de elementos arquiteturais? Por quê?

Exp01 e Exp02 foram realizados por meio da execução da ferramenta OPLA-Tool em suas versões interativas. Conforme apresentado na Tabela 1, em todos os experimentos foi utilizada a PLA *Arcade Game Maker (AGM)*, uma Linha de Produto de Software que inclui três jogos: *Brickles*, *Bowling* e *Pong*, desenvolvida pelo SEI.

Resultados e Discussão

Exp01 teve como objetivo avaliar o trabalho de Bindewald (2020) de forma a responder as seguintes questões de pesquisa: (RQ1) Como incluir um modelo de Aprendizagem de Máquina (AM) na otimização de PLAs? e (RQ2) As soluções geradas utilizando o modelo de AM, são apropriadas para as preferências do DM? Exp02 teve como objetivo avaliar a proposta de Freire (2020) e responder às seguintes questões de pesquisa: (RQ1) É possível manter elementos arquiteturais imutáveis durante o processo de otimização? e (RQ2) As soluções atendem às necessidades do DM?

Na abordagem de Bindewald (2020) um modelo de AM, nomeado OPLA-LM foi incorporado durante o processo de otimização de PLAs. Esta abordagem específica a atribuição de pontuações entre 1 a 5 às soluções otimizadas, sendo que estas pontuações indicam a qualidade das soluções do ponto de vista do DM. Considerando o problema de fadiga humana, que pode ocorrer quando há um número excessivo de interações com o DM, este número é limitado. Após este limite ser atingido, o modelo de AM assume o papel do DM avaliando as soluções otimizadas. Para analisar a viabilidade da proposta de Bindewald (2020), Exp01 foi realizado com a participação de DMs que avaliaram as soluções de PLAs em três momentos de interação.

Com base nos resultados deste experimento, foi observado que o modelo de AM foi capaz de aprender as preferências dos DMs e prever suas avaliações durante o processo de otimização. No final deste processo, os participantes também avaliaram as soluções resultantes e foi observado que a mediana das pontuações (valor=4), dadas pelos DMs aumentou ou permaneceu a mesma em relação ao último momento de interação. Estes resultados permitiram inferir que o modelo OPLA-LM foi capaz de aprender sobre as preferências do DM. Também foi possível observar, com base nas respostas dados ao questionário de avaliação aplicado que as soluções estavam apropriadas às preferências do DM.

Exp 02 teve como objetivo avaliar a estratégia de congelamento de elementos arquiteturais durante o processo de otimização (FREIRE, 2020). Neste sentido, além da atribuição de pontuações às soluções otimizadas (1

a 5), o DM também avalia as PLAs internamente, escolhendo partes que não devem ser modificadas pelo algoritmo de otimização. No trabalho de Freire (2020), também foi utilizado um modelo de AM, nomeado OPLA-ALM, para simulação do perfil do DM na escolha de elementos arquiteturais a serem congelados.

Em relação aos resultados, foi observado que o modelo OPLA-ALM foi capaz de congelar 98% dos elementos arquiteturais escolhidos pelos DMs durante o processo de otimização. Ao analisar se os elementos congelados estavam presentes nos resultados, foi possível observar também que para todos os DMs, ao menos uma alternativa de PLA resultante continha todos os elementos arquiteturais congelados durante o processo de otimização. Os resultados também foram avaliados pelos DMs por meio da atribuição de pontuações e a mediana de pontuações foi 4, o que significa que as soluções foram satisfatórias ao perfil dos DMs.

Conclusões

Com base nos resultados de Exp01 e Exp02 foi possível observar que as versões interativas da ferramenta OPLA-Tool avaliadas são abordagens promissoras, no sentido que as soluções resultantes de seus processos de otimização atenderam adequadamente às expectativas dos DMs. No entanto, novos experimentos de validação estão sendo preparados para melhorar a performance dos algoritmos de otimização por meio da calibração de seus parâmetros de entrada.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Araucária pelo suporte financeiro.

Referências

BINDEWALD, Carlos Vinícius. **Otimização interativa de projeto de Arquitetura de Linha de Produto de Software**. 2020. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Informática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

COLANZI, T. E. **Uma abordagem de otimização multiobjetivo para projeto arquitetural de linha de produto de software**. 2014. 215 f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FÉDERLE, E. L.; FERREIRA, T. N.; COLANZI, T. E.; VERGILIO, S. R.. **OPLA-Tool: A support tool for search-based product line architecture design**. In Proceedings of the 19th International Conference on Software Product Line, SPLC'15, pages 370-373, New York, NY, USA, 2015. ACM.

FERREIRA, T. do N.; ARAÚJO, A. A; BASÍLIO Neto, A. D. SOUZA, J.T. Incorporating user preferences in ant colony optimization for the next release problem. **Applied Soft Computing**, Elsevier, v. 49, p.1283–1296, 2016.

FREIRE, Willian Marques. **Congelamento de Elementos Arquiteturas em Otimização Interativa de Arquitetura de Linha de Produto de Software**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Informática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020 (em fase de elaboração).