

Comparações entre o Paradigma Orientado a Objetos e o Paradigma Orientado a Notificações sob o contexto de um simulador de sistema telefônico

Robson R. Linhares^{1,2}, Adriano F. Ronszcka¹, Glauber Z. Valença², Márcio V. Batista¹, Fernando Witt, Carlos R. Erig Lima¹, Jean M. Simão^{1,2}, Paulo C. Stadzisz^{1,2}

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI)

² Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada (PPGCA)

robson@dainf.ct.utfpr.edu.br, ronszcka, gvalencio, marcio.venancio {@gmail.com}, nandowitt@yahoo.com.br, erig, stadzisz, jeansimao {@utfpr.edu.br}

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão dos conceitos relacionados ao Paradigma Orientado a Notificações (PON) e uma comparação, qualitativa e quantitativa, de uma mesma aplicação (simulador de sistema de telefonia) desenvolvida segundo os princípios do PON e segundo os princípios do Paradigma Orientado a Objetos (POO). O PON se apresenta como uma alternativa aos Paradigmas de Programação Imperativa (PI), incluindo o POO, e aos Paradigmas de Programação Declarativa (PD), propondo-se a eliminar deficiências destes no que tange a aspectos de redundâncias e acoplamento de avaliações causais que impactam no desempenho e paralelismo/distribuição de aplicações. A comparação apresentada neste artigo abrange desde aspectos de modelagem, por meio de técnicas tais como UML e Redes de Petri, até questões relacionadas à implementação e ao desempenho relativo entre as aplicações. O experimento demonstra que, embora o desempenho do PON tenha sido inferior ao do POO para a aplicação desenvolvida, em função de características da aplicação e de um ambiente de execução ainda não totalmente adaptado ao paradigma, existem aspectos relativos à modelagem que podem ser levados em consideração e incentivar a utilização do PON em aplicações com requisitos de paralelismo ou distribuição.

Palavras chave:

Comparações qualitativas e quantitativas, paradigmas de programação, simulador de sistema de telefonia.

Abstract

This paper presents a review of the concepts related to the Notification-Oriented Paradigm (NOP) and a qualitative and quantitative comparison of a certain application (simulator of a telephone switch) developed according to NOP principles and the same application developed according to Object-Oriented Paradigm (OOP) principles. NOP presents itself as an alternative to the Imperative Programming (IP) paradigms, such as OOP, as well as to the Declarative Programming (DP) paradigms, with the purpose of eliminating deficiencies of those paradigms concerning to redundancy issues and coupling of causal expressions, which affect the execution performance and parallelism/distribution of applications. The presented comparison includes not only modelling aspects, by means of techniques such as UML and Petri Nets, but also issues related to implementation and relative performance of the applications. The experiment demonstrates that, even though the NOP performance is worse than OOP performance for the developed application, due to application characteristics and a runtime environment not completely adapted to NOP, there are some aspects related to modelling which can be taken into consideration and encourage the use of NOP on applications requiring parallelism and distribution.

Keywords:

Qualitative and quantitative comparisons, programming paradigms, simulator of a telephone switch.

Introdução

A capacidade de processamento computacional tem crescido em função da evolução das tecnologias neste contexto [Tanenbaum e Van Steen, 2002]. Entretanto, recursos oferecidos por soluções computacionais modernas, tais como paralelismo e distribuição ou mesmo a utilização da capacidade plena de cada processador, nem sempre são devidamente aproveitados em função de limitações das técnicas de programação [Simão e Stadzisz, 2008, 2009].

Na verdade, técnicas de programação baseadas no estado da arte, como o chamado Paradigma de Programação Orientada a Objetos (POO) ou os Sistemas Baseados em Regras (SBR), sofrem de limitações intrínsecas de seus paradigmas. Estes paradigmas poderiam ser genericamente classificados como Paradigma Imperativo (PI) e Paradigma Declarativo (PD) que englobam respectivamente o POO e os SBR [Banaszewski, 2009].

Particularmente, estes paradigmas levam ao forte acoplamento de expressões causais e redundâncias decorrentes das suas avaliações. Estas limitações dificultam a execução paralela ou distribuída de programas e frequentemente comprometem o seu desempenho pleno mesmo em sistemas monoprocessados. Assim, existem motivações para buscas de alternativas aos PI e PD, com o objetivo de eliminar ou diminuir as desvantagens deles [Banaszewski et al., 2007][Banaszewski, 2009][Gabbrielli, Martini, 2010][Roy e Haridi, 2004][Simão e Stadzisz, 2008, 2009].

Neste âmbito, uma alternativa é o Paradigma Orientado a Notificações (PON). O PON foi concebido a partir de uma teoria de Controle Discreto e Inferência [Simão, 2001, 2005; Simão e Stadzisz, 2002, 2008, 2009; Simão, Stadzisz e Tacla, 2009; Simão, Stadzisz e Künzle, 2003]. Ele se propõe a eliminar algumas das deficiências dos atuais paradigmas em relação a avaliações causais desnecessárias e acopladas, evitando o processo de inferência monolítico baseado em pesquisas por meio de um mecanismo baseado no relacionamento de entidades computacionais notificantes [Banaszewski et al., 2007][Banaszewski, 2009][Simão e Stadzisz, 2008, 2009].

Neste artigo são apresentados resultados de uma comparação efetuada entre uma implementação de software segundo o POO e outra segundo o PON, no contexto de uma simulação de terminais telefônicos. A análise dos resultados tem como foco os aspectos de facilidade de modelagem, facilidade de implementação e desempenho relativo, de maneira a apresentar uma visão crítica sobre a aplicabilidade do PON e as potencialidades em relação ao desenvolvimento de técnicas e ferramentas voltadas para este paradigma.

Este artigo está organizado como segue: a Seção 2 reflete sobre o estado da arte. A Seção 3 apresenta o PON. As Seções 4 e 5 apresentam o software em POO e PON. A Seção 6 discute os experimentos. A Seção 7, por fim, apresenta conclusões e perspectivas de trabalhos.

Conclusões

O caso de estudo utilizado não favorece o PON na comparação com o POO no que tange ao desempenho. No entanto, tendo em vista as limitações apresentadas, que são peculiares para o conceito de sistema utilizado como caso de estudo e para a plataforma de execução, ainda assim é possível afirmar que a implementação de sistemas segundo PON pode trazer ganhos de desempenho. Isto foi verificado em um caso de estudo baseado em um sistema de condicionamento de ar [Banaszewski, 2009], o qual apresenta muito mais relações causais e, portanto, redundâncias temporais e estruturais do que o caso de estudo proposto neste trabalho.

Além disso, um outro trabalho está em curso investigando a modelagem e implementação dos elementos PON em lógica reconfigurável por hardware. Os resultados preliminares mostram que o desempenho é superior à versão POO implementada segundo a mesma abordagem, comprovando a hipótese de que um ambiente de execução concebido segundo os princípios de paralelismo do PON pode eliminar muitas das limitações de desempenho impostas por ambientes baseados no modelo tradicional de execução sequencial de instruções.

No que tange à modelagem e implementação, a modelagem PON proposta com o uso de RdP deve ser investigada e aprimorada, visto que pode se constituir em uma ferramenta importante para o processo de desenvolvi-

mento de software segundo o PON. A existência de um processo de desenvolvimento com técnicas bem definidas e de eficácia verificada, por sua vez, é fundamental para a aceitação e disseminação do uso do paradigma.

Ainda, como extensão deste trabalho sugere-se os seguintes temas:

- Aplicação da técnica de modelagem utilizada em casos de estudo nos quais se evidencie a existência de redundâncias estruturais e temporais, verificando as consequências e as influências da técnica de modelagem nestas condições.
- Estender a análise comparativa entre POO e PON para questões relacionadas ao comportamento temporal do software, principalmente em relação a técnicas de estimação de tempo de execução de programas quando aplicadas a software concebido segundo o PON.
- Prosseguir com o trabalho relativo à implementação do PON em lógica reconfigurável por hardware.

Referências

- [1] [Banaszewski et al., 2007] Banaszewski, R. F.; Stadzisz, P. C.; Tacla, C. A.; Simão, J. M. "Notification Oriented Paradigm (NOP): A software development approach based on artificial intelligence concepts," in Proceedings of the VI Congress of LAPTEC, Santos, Brazil, 2007
- [2] [Brookshear, 2006] Brookshear, J. G. "Computer Science: An Overview". Addison Wesley, 2006.
- [3] [Banaszewski, 2009] Banaszewski, R. F. "Paradigma orientado a notificações: avanços e comparações". Dissertação de Mestrado - CPGEI/UTFPR, 2009 – Disponível em: http://arquivos.cpgei.ct.utfpr.edu.br/Ano_2009/dissertacoes/Dissertacao_500_2009.pdf.
- [4] [eSysTech, 2006] eSysTech. "eAT55 ARM Evaluation Board: Manual do Usuário". Rev 4. March 2006.
- [5] [Gabbrielli e Martini, 2010] Gabbrielli, M., Martini, S. "Programming Languages: Principles and Paradigms. Series: Undergraduate Topics in Computer Science". 1st Edition, 2010, XIX, 440 p., Softcover. ISBN: 978-1-84882-913-8.
[IAR Systems, 2005] IAR Systems. "ARM IAR Embedded Workbench IDE User Guide". 11th Edition, June 2005
- [6] [Roy e Haridi, 2004] Roy, P. V.; Haridi, S. "Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming". MIT Press, 2004.
- [7] [Scott, 2000] Scott, M. L. "Programming Language Pragmatics", 2º Edition, p. 8, San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2000.
- [8] [Silva et al., 1998] Silva, M.; Teruel, E.; Valette, R.; Pingaud, H. "Petri nets and production systems," in Lectures on Petri Nets II: Applications, vol. 1492. New York: Springer-Verlag, 1998, pp. 85–124.
- [9] [Simão, 2001] Simão, J. M. "Proposta de uma Arquitetura de Controle para Sistemas Flexíveis de Manufatura Baseada em Regras e Agentes". Dissertação de Mestrado, CPGEI/UTFPR, Curitiba, 2001.
- [10] [Simão, 2005] Simão, J. M. "A Contribution to the Development of a HMS Simulation Tool and Proposition of a Meta-Model for Holonic Control". Tese de Doutorado, CPGEI/UTFPR, Curitiba, 2005. Disponível em: http://arquivos.cpgei.ct.utfpr.edu.br/Ano_2005/teses/Tese_012_2005.pdf.
- [11] [Simão e Stadzisz, 2002] Simão, J. M.; Stadzisz, P. C. "An Agent-Oriented Inference Engine applied for Supervisory Control of Automated Manufacturing Systems". In: J. Abe & J. Silva Filho, Advances in Logic, Artificial Intelligence and Robotics (Vol. 85, pp. 234-241). Amsterdam, The Netherlands: IOS Press Books, 2002.

- 
- [12] [Simão, Stadzisz e Künzle, 2003] Simão, J. M.; Stadzisz, P. C.; Künzle, L. "Rule and Agent-oriented Architecture to Discrete Control Applied as Petri Net Player". 4th Congress of Logic Applied to Technology, LAPTEC, 101, p. 217, 2003.
- [13] [Simão e Stadzisz, 2008] Simão, J. M.; Stadzisz, P. C. "Paradigma Orientado a Notificações (PON) – Uma Técnica de Composição e Execução de Software Orientado a Notificações". Pedido de Patente submetida ao INPI/Brazil (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) em 2008 e a Agência de Inovação/UTFPR em 2007. No. INPI Provisório 015080004262. N° INPI Efetivo PI0805518-1. Patente submetida ao INPI. Brasil, 2008.
- [14] [Simão e Stadzisz, 2009] Simão, J. M.; Stadzisz, P. C. "Inference Process Based on Notifications: The Kernel of a Holonic Inference Meta-Model Applied to Control Issues". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A, Systems and Humans, Vol. 39, Issue 1, 238-250, Digital Object Identifier 10.1109/TSMCA.2008.20066371, 2009.
- [15] [Simão, Stadzisz e Tacla, 2009] Simão, J. M., Stadzisz, P. C.; Tacla, C. A. "Holonic Control Meta-Model". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part A, Systems and Humans, Vol. 39, No. 5, September 2009 Pg. 1126-1139.
- [16] [Tanenbaum, Steen, 2002] Tanenbaum, A.S.; Van Steen, M. "Distributed Systems: Principles and Paradigms", Prentice Hall, 2002.
- [17] [Watanabe et al., 1997] Watanabe, H.; Tokuyoka, H.; Wu, W.; Saeki, M. "A Technique for Analysing and Testing Object-oriented Software Using Coloured Petri Nets", IPSJ SIGNotes Software Engineering No.117, 1997.