

# Uma comparação entre o Paradigma Orientado a Notificações (PON) e o Paradigma Orientado a Objetos (POO) realizado por meio da implementação de um Sistema de Vendas

Márcio V. Batista<sup>1</sup>, Roni F. Banaszewski<sup>1</sup>, Adriano F. Ronszcka<sup>1</sup>, Glauber Z. Valença<sup>2</sup>, Robson R. Linhares<sup>1,2</sup>, Paulo C. Stadzisz<sup>1,2</sup>, Cesar A. Tacla<sup>1,2</sup>, Jean M. Simão<sup>1,2</sup>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial - CPGEI

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada - PPGCA

marcio.venancio, ronifabio, ronszcka, gvalencio {@gmail.com}, robson@dainf.ct.utfpr.edu.br, stadzisz, tacla, 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 duas versões de uma mesma aplicação. A primeira desenvolvida de acordo com os princípios do Paradigma Orientado a Objetos (POO) e a segunda inclusive de acordo com os princípios do PON. 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 particularmente questões relacionadas à implementação e ao desempenho. 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 maneira como se concebe os programas em PON que podem ser levados em consideração e incentivar a utilização deste em aplicações com requisitos de paralelismo ou distribuição.

## Palavras chave:

Paradigma Orientado a Notificações (PON), Sistema de Vendas em POO e PON, Comparações entre POO e PON.

## Abstract

This paper presents a review of the concepts related to the Notification-Oriented Paradigm (NOP) and a qualitative and quantitative comparison of two versions of a certain application. The first developed according to the Object-Oriented Paradigm (OOP) principles and the second developed according to the NOP principles. The 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 evaluations, which affect the execution performance and parallelism/distribution of applications. The presented comparison includes 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 the manner with the programs are designed in NOP which can be taken into consideration and encourage the use of NOP on applications requiring parallelism and distribution.

## Keywords:

Notification Oriented Paradigm (NOP), Sales Order System in OOP, Comparisons between OOP and NOP.

## 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 é apresentada uma aplicação comercial, relativa a pedidos de venda de mercadorias. A aplicação foi construída primeiramente em POO e posteriormente em PON. O artigo contempla mais precisamente os resultados da comparação do desempenho nas implementações em POO e PON e também contempla reflexões sobre a mudança de paradigma de programação e o impacto dessa mudança no tocante ao desenvolvimento de programas.

Este artigo está organizado como segue: a Seção 2 sucintamente reflete o estado da arte em paradigmas de programação. A Seção 3 apresenta o PON. A Seção 4 apresenta o caso de estudo abordado neste artigo. A Seção 5 apresenta os experimentos e resultados obtidos das comparações entre POO e PON. A Seção 6 apresenta as considerações finais e perspectiva para trabalhos.

## Conclusões

Esse artigo apresentou um sistema comercial relativo a pedidos de venda de mercadorias. O sistema foi desenvolvido a priori em POO e posteriormente em PON. Contemplou-se ainda o desempenho das duas implementações.

Os dados dos experimentos em geral posicionaram o POO com resultados um pouco melhores ante ao PON. Entretanto, essas constatações não são suficientes para julgar a versão do sistema sobre os princípios do POO como superior a versão em PON. Isto se dá porque estas primeiras comparações se deram em ambiente preemptivo, portanto passível de "ruído", e devido a atual materialização do PON na forma de um Framework/wizard desenvolvido sobre a linguagem C++.

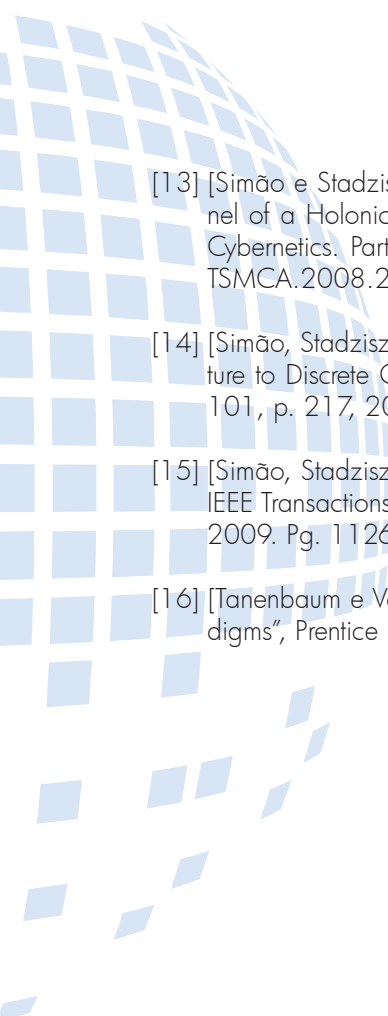
Neste âmbito, apesar de não ser a materialização ideal, o Framework do PON tem sido frequentemente otimizado e, com isso, ganhos de desempenho consideráveis vêm sendo alcançados. Não obstante, o PON carece de um compilador próprio, bem como técnicas para composição de sistemas de forma mais simples. Definitivamente, uma linguagem de programação e um compilador devem ser desenvolvidos para que o PON alcance todo o seu potencial.

Como um ensejo para trabalhos futuros, a mesma aplicação poderá ser estendida com a criação e ativação de mais regras. Outrossim, a aplicação poderá apresentar efetivamente testes mais fidedignos com número maior de repetições, particularmente em um ambiente mais puro e sem preempções (e.g. Linux).

Por fim, os experimentos realizados constataam que o desenvolvimento de sistemas concebidos em PON são plausíveis. Apesar de o Framework utilizado para a materialização do paradigma necessitar de algumas correções e melhorias, o seu estado atual permite o desenvolvimento de sistemas funcionais.

## 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] [Banaszewski, 2009] Banaszewski, R. F. "Paradigma Orientado a Notificações: Avanços e Comparações". Dissertação de Mestrado, CPGEI/UTFPR, Curitiba, 2009. Disponível em: [http://arquivos.cpgei.ct.utfpr.edu.br/Ano\\_2009/dissertacoes/Dissertacao\\_500\\_2009.pdf](http://arquivos.cpgei.ct.utfpr.edu.br/Ano_2009/dissertacoes/Dissertacao_500_2009.pdf).
- [3] [Brookshear, 2006] Brookshear, J. G. "Computer Science: An Overview". Addison Wesley, 2006.
- [4] [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.
- [5] [Forgy, 1982] Forgy, C. L. "RETE: A Fast Algorithm for the Many Pattern/Many Object Pattern Match Problem", Artificial Intelligence N. 19, pg 17-37 - North- Holland, 1982.
- [6] [Friedman-Hill, 2003] Friedman-Hill, E. Jess in Action: Rule Based System in Java. Greenwich, CT, USA: Manning Publications Co, 2003.
- [7] [Roy e Haridi, 2004] Roy, P. V., Haridi, S. "Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming". MIT Press, 2004.
- [8] [Scott, 2000] Scott, M. L. "Programming Language Pragmatics", 2º Edition, p. 8, San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2000.
- [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](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 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. Nº INPI Efetivo PI0805518-1. Patente submetida ao INPI. Brasil, 2008.

- 
- [13] [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.
- [14] [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.
- [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 e Van Steen, 2002] Tanenbaum, A.S.; Van Steen, M. "Distributed Systems: Principles and Paradigms", Prentice Hall, 2002.