ISSN: 2594-6153

Célula Neural Artificial Paraconsistente em Aplicação de Técnicas de Aprendizagem Aplicadas à Automação

Rodrigo Silvério da Silveira, João Inácio da Silva Filho, Dorotéa Vilanova Garcia, Maurício Conceição Mário, Cláudio Luis Magalhães Fernandes

[1] Universidade Santa Cecília – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica - Rua Oswaldo Cruz, 288, Boqueirão Santos-SP CEP- 11045-000

Email: rodrisilverio@gmail.com

Resumo: Em Inteligência Artificial a "Aprendizagem Por Demonstração-*ApD (learning from demonstration - LfD)* é o processo no qual se baseia em ensinar novas tarefas às máquinas por meio de manipulação repetitiva, sem a necessidade de programação. Com o objetivo de proporcionar maior facilidade na atribuição de movimentos em máquinas industriais, foi construído uma Célula Neural Artificial Paraconsistente de aprendizagem CNAPap sendo implementada em um Controlador Programável (CP) constituindo-se em um Sistema Paraconsistente de Aprendizagem Por Demonstração - SPApD-LPA2v. Para testes de validação o SPApD-LPA2v foi aplicado em uma máquina com processo de movimentação de peças eletropneumático, composto por atuadores lineares, ventosa e sensores analógicos de posicionamento linear. Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que o SPApD-LPA2v se apresenta fundamentalmente como uma potencial alternativa para novas implementações de controles em processos industriais.

Palavras – Chave: Lógica Paraconsistente Anotada. Célula Neural Artificial Paraconsistente. Controlador Programável. Aprendizagem por demonstração. Automação.

Paraconsistent Artificial Neural Cell in Application of Learning Techniques Applied to Automation

Abstract: In Artificial Intelligence "Learning from Demonstration - Apd (LdD) is the process in which it relies on teaching new tasks to machines by means of repetitive manipulation, without the need for programming. In order to facilitate the assignment of movements in industrial machines, a Paraconsistent Artificial Neural Cell ($PAN_{Cel}l$) was implemented in a Programmable Controller (CP), constituting a Paraconsistent Demonstration Learning System (SPApD-PAL2v). For validation tests the SPApD-PAL2v was applied in a machine with electropneumatic parts movement process, composed of linear actuators, suction cup and linear positioning analog sensors. The results obtained in this work demonstrate that the SPApD-PAL2v presents fundamentally as a potential alternative for new implementations of controls in industrial processes.

Keywords: Paraconsistent Annotated Logic. Paraconsistent Artificial Neural Cell. Programmable Controller. Demonstration learning. Automation.

Introdução

A competitividade industrial cresce a cada dia e com isso as exigências relacionadas a produção se elevam na mesma proporção. Dessa forma a indústria a fim de garantir maior eficiência, maior qualidade com custos reduzidos, busca tornar os seus processos cada vez mais automatizados [1].

Dentro deste contexto está a robótica e o controle de máquinas, no qual estão cada vez mais sofisticadas proporcionando assim crescentes ganhos produtivos as empresas. No entanto, o alto custo de programação dos equipamentos e o tempo gasto com novas implementações, consomem recursos importantes das empresas e de certa forma causam restrições quando se pensa em modificações no processo fabril [2]. Desta forma pesquisas avançam a fim de proporcionar que a programação dos robôs possa ser feita de maneira mais rápida, flexível e intuitiva, utilizando para isso conceitos como o de aprendizagem por demonstração. A técnica conhecida como "Aprendizagem por Demonstração- ApD (Learning from Demonstration - LfD) é uma das mais difundidas atualmente e propõe que um robô aprenda com as demonstrações feitas por um "professor" [3]. Com base nesta técnica, novos estudos surgem a fim de contribuir para a melhora dos resultados, como no caso deste trabalho, onde se utiliza a Lógica Paraconsistente Anotada como base para criar um processo de aprendizagem por demonstrações repetitivas [4]. Para isto utiliza-se a Célula Neural Artificial Paraconsistente de aprendizagem CNAPap como elemento base para a construção deste sistema denominado Sistema Paraconsistente de Aprendizagem Por Demonstração - SPApD-LPA2v. O sistema SPApD-LPA2v pode ser implementado em diversas plataformas, porém neste trabalho, optou-se pelo uso do Controlador Programável (CP).

Diante do contexto apresentado, será demonstrado neste trabalho a construção de um Bloco Funcional fundamentado no Sistema Paraconsistente de Aprendizagem Por Demonstração - SPApD-LPA2v. O seu Bloco Funcional é denominado FB_CNAP e tem a sua construção baseada na norma IEC 61131-3 e implementação em um Controlador Programável (CP). Para demonstrar a sua aplicação, será utilizado um sistema de movimentação de peças, no qual o bloco FB_CNAP irá sofrer um processo de treinamento em modo manual através do conceito de Teleoperação [3] e depois de treinado deverá controlar o sistema sem intervenção de operador.

Objetivos

Com o objetivo tornar mais flexíveis novas implementações no que diz respeito à programação de máquinas na área de automação industrial, este trabalho busca novas alternativas no controle da automação, de modo a agregar maior eficiência para a produção industrial. Desta forma este trabalho propõe a inclusão de Células Neurais Artificiais em sistemas de Aprendizagem por Demonstração (ApD) de maneira modular em Controladores Programáveis (CP).

Material e Métodos

Neste trabalho foi utilizado o Controlador Programável (CP) do fabricante SIEMENS modelo S7-1500, composto por uma Fonte de Alimentação Unidade Central de Processamento, um Módulo de Entrada Digital, um Módulo de Saída Digital, além dos Módulos de Entrada e Saída Analógica.

Para a elaboração do programa, utilizou-se o *software* TIA PORTAL da SIEMENS. Para a configuração foi selecionado um Bloco Funcional (FB - *Function Block*) sendo atribuído o nome FB_CNAP. A programação interna do bloco fora realizada com base no algoritmo completo da Célula Neural Artificial Paraconsistente de Aprendizagem (CNAPap) no qual foi escolhida a linguagem *Ladder*, devido a sua ampla utilização pelos profissionais da área de automação industrial.

Com o objetivo de facilitar a compreensão dos resultados nos testes do bloco FB_CNAP, os valores utilizados na escrita do algoritmo foram normalizados entre 0 a 100, sendo que o algoritmo original do CNAP possui valores que variam de 0 a 1.

O bloco finalizado pode ser verificado por completo na figura 1.

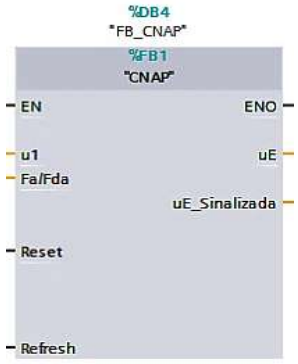


Figura 1 – Bloco Funcional FB_CNAP.

Para os testes de aprendizagem fora utilizado um manipulador eletropneumático, composto por um cilindro de dupla ação sem haste que realiza movimentos no eixo X, um cilindro de dupla ação sem haste fixado no cilindro anterior, no qual tem a função de se movimentar no eixo Y, um cilindro de haste passante vazada

com ventosa, cuja função e movimentar no eixo Z, dois transdutores lineares, um bloco de válvulas eletropneumáticas. Neste manipulador foi escolhido o eixo X para receber o processo de aprendizagem de movimentação.

Resultados e Discussão

Foram realizados treinamentos no bloco FB_CNAP com valor de padrões (μ_1), e fator de aprendizagem (F_A) iguais a 100 de forma a observar o seu comportamento na atuação do grau de evidência (μ_E) e por consequência no controle do sistema. A tabela 1 apresenta os dados coletados com $\mu_1 = 100$, no qual equivale a posição de 700 mm do cilindro no eixo X.

Notou-se que após 10 passos realizados, ou seja, após 10 movimentos do eixo X, μ_E se igualou a μ_1 e o bloco sinalizou célula treinada.

Tabela 1 – Aplicação do FB_CNAP com $\mu_1 = 100$ e $F_A = 100$.

Passos	F_A	μ_1	G_c	G_{ct}	μ_E
0			0	-100	50
1	100	100	50	50	75
2	100	100	75	25	87,5
3	100	100	87,5	12,5	93,75
4	100	100	93,75	6,25	96,875
5	100	100	96,875	3,125	98,4375
6	100	100	98,4375	1,5625	99,21875
7	100	100	99,21875	0,78125	99,60938
8	100	100	99,60938	0,390625	99,80469
9	100	100	99,80469	0,1953125	99,90234
10	100	100	99,90234	0,09765625	99,95117
11	100	100	100	0	100

Os dados visualizados na tabela 1 podem também ser compreendidos por meio do gráfico da figura 2.

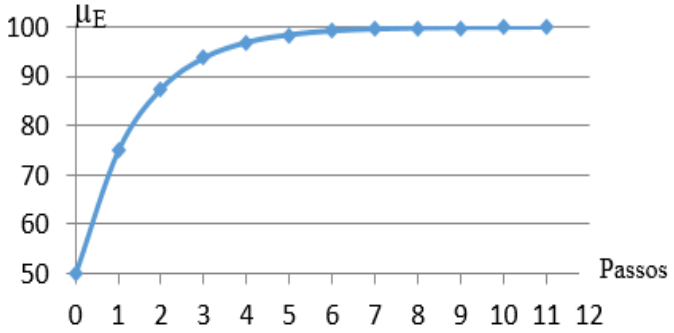


Figura 2 - Valores de aprendizagem do FB_CNAP com $\mu_1 = 100$ e $F_A = 100$.

Conclusões

Neste trabalho verificou-se que o Sistema Paraconsistente de Aprendizagem Por Demonstração - SPAPD-LPA2v na forma do bloco funcional FB_CNAP pode realmente ser implementado em aplicações industriais que envolvam as características da LPA2v e Inteligência Artificial. A modularidade do bloco garante que este seja aplicado na formação de Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes de forma simplificada, pois o bloco estará pronto e disponível em uma biblioteca virtual. Portanto, este trabalho contribui de forma significativa em aplicações da Inteligência Artificial em áreas de sistemas de automação industrial e robótica, proporcionando uma maior abertura para que pesquisas futuras sejam exploradas, visto que estas ainda são poucas e restritas a área acadêmica.

Referências bibliográficas

1. FERNANDES, C.L.M., MARIO C. M., DA SILVA FILHO, J. I. **"Study for inclusion of Paraconsistente Annotaded logic in specific Standards for use in Programable Controllers"**, Science and Technology, ISSN: 2317-1316, Vol 1 2, p.p 49-53, 2012.
2. KARLSSON, M., Robertsson, A., & Johansson, R. **Autonomous Interpretation of Demonstrations for Modification of Dynamical Movement Primitives**. In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2017 (pp. 316-321). Singapore: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. DOI: 10.1109/ICRA.2017.7989040, 2017.
3. ARGALL, B..; CHERNOVA, S.; VELOSO, M.; BROWNING, B.: **A survey of robot learning from demonstration. En: Robotics and Autonomous Systems** 57. p. 469–483, 2009.
4. DA SILVA FILHO, J. I.; ABE, J. M.; TORRES, G. L., **Inteligência Artificial com as Redes de Análises Paraconsistentes** Editora LTC, 1ª. Ed., Rio de Janeiro, pp.4-5, pp.40-84, pp.101-185. 2008.
5. DEMIRIS, Y. & Khadhouri, B. (2006). **Hierarchical attentive multiple models for execution and recognition of actions**. Robotics and autonomous systems, 54(5), 361–369.
6. DA SILVA FILHO J. I, G. Lambert-Torres and J. M. Abe **"Uncertainty Treatment Using Paraconsistent Logic—In- troducing Paraconsistent Artificial Neural Networks,"** Vol. 21, IOS Press, Amsterdam, 2010.
7. D'ARPINO, C. Pérez e Shah J.A., **C-LEARN: Learning geometric constraints from demonstrations for multi-step manipulation in shared autonomy** - Robotics and Automation (ICRA), IEEE, 2017.