

Uma aplicação embarcada de sistemas multiagentes normativos para operação e regulação de processo de manufatura

Bruno A. Stefano, Jaime S. Sichman

Laboratório de Sistemas Inteligentes (LTI)
Escola Politécnica (EP)
Universidade de São Paulo (USP)



18th Workshop-School on Agents, Environments and Applications
Brasilia, DF, Brazil

August 14 - 16, 2024

Agenda

Introdução

Trabalhos relacionados

Cenário Motivador

Demonstração

Conclusão

Referências

Introdução

Sistemas Multiagentes Embarcados

- ▶ Execução do SMA em dispositivo microprocessado dedicado, como o Raspberry Pi.
- ▶ Exemplos: [1], [2]

Sistemas Multiagentes Normativos

- ▶ Regulação do comportamento dos agentes autônomos através da especificação de normas que definem como os agentes devem ou não devem se comportar.
- ▶ Exemplo: [3]

Introdução

Objetivos

- ▶ Interagir com uma linha de produção
- ▶ Regular de forma flexível um sistema de manufatura através de normas

Trabalhos relacionados

► Jason Embedded [1]

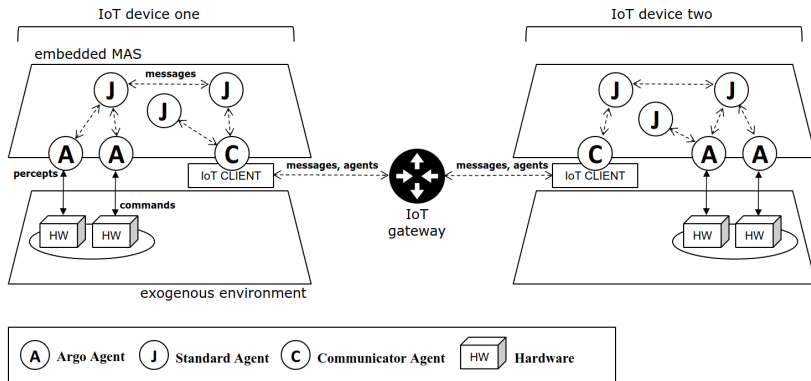


Figura 1: Arquitetura do Framework Jason Embedded. Fonte: [1]

Trabalhos relacionados

- ▶ Embedded-Mas [2]



Linguagem de Programação de Agentes



Sistema Operacional de Robôs

Cenário Motivador

- ▶ Baseado na Fábrica do Futuro (USP)¹
- ▶ Controle de qualidade por visão computacional

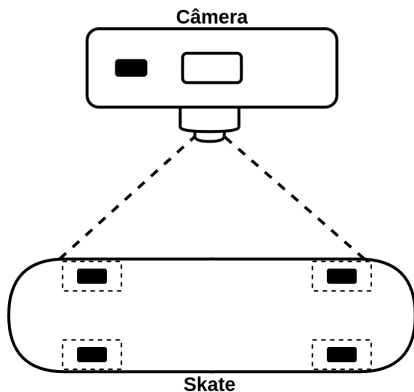


Figura 2: Esquema do controle de qualidade por visão computacional da Fábrica do Futuro (USP).

¹<https://sites.usp.br/fabricadofuturo/>

Demonstração

Agentes

- ▶ JaCaMo: ambiente de concepção e desenvolvimento de SMA. [4]
- ▶ Argo: arquitetura de agentes Jason que dá aos agentes capacidade de interação com o meio físico. [5]
- ▶ NPL: linguagem de programação normativa para SMA. Utilizada junto com seu interpretador, permite a definição de normas e respectivas sanções. [3]

Demonstração

Sistema de Visão Computacional Simulação implementada em Arduino



Figura 3: Sistema de visão computacional utilizado na Fábrica do Futuro (USP).

Disponível em: <https://www.weg.net/institucional/BR/pt/digital-solutions/solutions/sistemasdevisao>

Demonstração

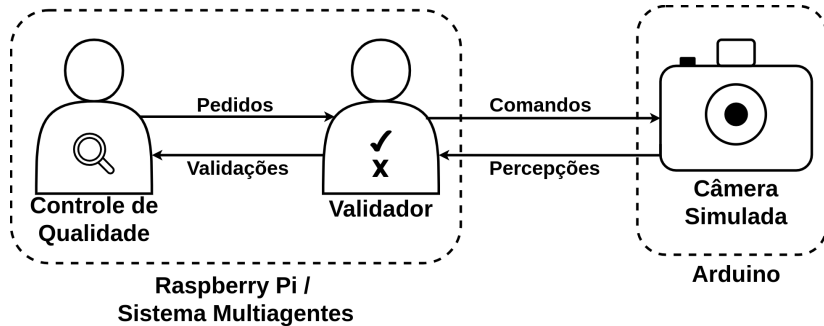


Figura 4: Visão geral da demonstração.

Demonstração

Raciocínio sobre a conformidade da roda:

```
+frontLeftMeasure(ColorMeasure,ConfidenceMeasure):  
frontLeftSettings(ColorSetting) & minimumConfidence(MinCon) &  
ColorMeasure == ColorSetting & ConfidenceMeasure > MinCon <-  
  +compliant(frontLeft);  
  !updateCompliance;  
  .
```

Demonstração

Raciocínio sobre a conformidade do skate:

```
+!updateCompliance: compliant(frontLeft) &  
  compliant(frontRight) & compliant(backLeft) &  
  compliant(backRight) <-  
  +compliant(skateboard);  
  !communicateCompliance;  
  .
```

Demonstração

Norma com obrigação e sanção:

```
norm n1: orders(N) & N > 0
  -> obligation(quality_agent, n1, results(N), '10 seconds')
    if unfulfilled: sr1(camera_agent,5).
sanction-rule sr1(Ag,Value) ->
  sanction(Ag,loseReputation(Value)).
```

Conclusão

Resultados

- ▶ Interação com linha de produção via JaCaMo + Argo
- ▶ Regulação da manufatura com JaCaMo + NPL

Conclusão

Trabalhos futuros

- ▶ Desenvolver uma arquitetura de agentes com Argo + NPL
- ▶ Integrar agentes NPL com técnicas de Web of Things

Dúvidas?
Obrigado!

bruno.stefano@usp.br, jaime.sichman@usp.br

Referências I

- [1] Carlos Eduardo Pantoja, Vinicius Souza de Jesus, Nilson Mori Lazarin et al. “A Spin-off Version of Jason for IoT and Embedded Multi-Agent Systems”. Em: *Intelligent Systems - 12th Brazilian Conference, BRACIS 2023, Belo Horizonte, Brazil, September 25-29, 2023, Proceedings, Part I*. Ed. por Murilo Coelho Naldi e Reinaldo A. C. Bianchi. Vol. 14195. Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2023, pp. 382–396. DOI: 10.1007/978-3-031-45368-7_25. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-45368-7%5C_25.
- [2] Pedro Dias e Maiquel de Brito. “Coordenação de robôs ROS com Agentes BDI e MOISE”. Em: *Anais do XVII Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e Aplicações - WESAAC 2023*. Pelotas, RS, 2023, pp. 67–78.

Referências II

- [3] Elena Yan, Luis G. Nardin, Jomi F. Hübner et al. “An Agent-Centric Perspective on Norm Enforcement and Sanctions”. en. Em: *COINE - International Workshop on Coordination, Organizations, Institutions, Norms and Ethics for Governance of Multi-Agent Systems*. Auckland, Nova Zelândia, mar. de 2024. URL: <http://arxiv.org/abs/2403.15128> (acesso em 02/05/2024).
- [4] Olivier Boissier, Rafael H. Bordini, Jomi F. Hübner et al. *Multi-Agent Oriented Programming*. MIT Press, 2020. URL: <https://mitpress.ubliish.com/ebook/multi-agent-oriented-programming-programming-multi-agent-systems-using-jacamo-preview/12593/i> (acesso em 06/05/2024).

Referências III

- [5] Carlos Eduardo Pantoja, Marcio Fernando Stabile Jr., Nilson Mori Lazarin et al. “ARGO: An Extended Jason Architecture that Facilitates Embedded Robotic Agents Programming”. Em: *Engineering Multi-Agent Systems - 4th International Workshop, EMAS 2016, Singapore, Singapore, May 9-10, 2016, Revised, Selected, and Invited Papers*. Ed. por Matteo Baldoni, Jörg P. Müller, Ingrid Nunes et al. Vol. 10093. Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2016, pp. 136–155. DOI: 10.1007/978-3-319-50983-9_8. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-50983-9%5C_8.
- [6] Eduardo Zancul, Henrique O. Martins, Fernando P. Lopes et al. “Machine Vision applications in a Learning Factory”. en. Em: *Procedia Manufacturing* 45 (2020), pp. 516–521. ISSN: 23519789. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.04.069. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978920311112> (acesso em 09/05/2024).

Referências IV

- [7] Carlos Pantoja e Nilson Lazarin. “A Robotic-agent Platform for Embedding Software Agents Using Raspberry Pi and Arduino Boards”. Em: *Proceedings do 9o. Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e aplicações (WESAAC 2015)*. 2015, pp. 13–20. (Acesso em 06/05/2024).