

Managing dynamic reconfigurations in smart manufactures using multi-agent systems

Nelson Rodrigues^{1,2,3}, Eugénio Oliveira^{2,3}, Paulo Leitão^{1,2}

¹ Polytechnic Institute of Bragança, Portugal

² LIACC - Artificial Intelligence and Computer Science Laboratory, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

³ Faculty of Engineering - University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
{nrodrigues, pleitao}@ipb.pt, eco@fe.up.pt

Abstract

Today, manufacturing industries are constantly seeking improvements through flexible and reconfigurable systems as a continuous response to adaptation to meet new requirements and adapt to new industrial situations. This trend is becoming clearer in the developments of flexible production processes in the Industry era 4.0. As a result, traditional production systems need to be adjusted to comply with the new requirements of intelligent and real-time reconfigurable solutions. For example, the adoption of autonomous and reactive approaches allows the system to adapt and evolve while being executed. In this way, the adoption of emerging technologies, such as Industrial Agents, enabled decentralized adaptation, which is particularly useful in dynamic industrial environments, allowing each component to adapt independently. Through negotiation between agents, a collaborative reconfiguration protocol was implemented, achieving consistent distributed changing decisions. The cooperative agents are able to identify if the reconfiguration is beneficial and react accordingly, learning in real time the best decisions. In addition, each agent promotes real-time reconfigurations, based on three distinct reconfiguration policies. First, the reactive behavior that deals with unexpected events. Secondly, the preventive behaviour consists in an earlier detection of an event and finally the periodic behavior promotes new reconfigurations' opportunities.

The validation of a flexible manufacturing case study allowed us to verify the occurrence of distributed reconfigurations at opportune moments. The collaboration between agents keeps the system stable, overcoming performance problems and load balancing effort without stopping the system in dynamic and collaborative industrial scenarios.

Keywords: smart manufacturing; multi-agent systems.

Gestão de reconfigurações dinâmicas em fábricas inteligentes usando sistema multi-agentes

Nelson Rodrigues^{1,2,3}, Eugénio Oliveira^{2,3}, Paulo Leitão^{1,2}

¹ Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

² LIACC - Artificial Intelligence and Computer Science Laboratory, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

³ Faculty of Engineering - University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
{nrodrigues, pleitao}@ipb.pt, eco@fe.up.pt

Resumo

Hoje, as indústrias de manufatura estão constantemente em busca de melhorias através de sistemas flexíveis e reconfiguráveis como resposta contínua à adaptação, de modo a atender a novos requisitos e adaptar-se a novas situações industriais. Esta tendência está a tornar-se mais clara nos desenvolvimentos de processos de produção flexíveis na era da Indústria 4.0. Como resultado, os sistemas tradicionais de produção precisam ser ajustados para atender aos novos requisitos das soluções reconfiguráveis inteligentes e em tempo real. Por exemplo, a adoção de abordagens autónomas e reativas permite que o sistema se adapte e evolua enquanto está a ser executado. Desta forma, a adoção de tecnologias emergentes, como Agentes Industriais, possibilitou atender à adaptação descentralizada. Através da negociação entre os agentes, foi implementado um protocolo de reconfiguração colaborativo, alcançando decisões de mudança distribuída consistentes. Os agentes são capazes, cooperativamente, de identificar se a reconfiguração é benéfica e reagir de acordo, aprendendo em tempo real as melhores decisões. Além disso, cada agente promove reconfigurações, baseado em três estratégias distintas de reconfiguração. Primeiro, o comportamento reativo que trata de eventos inesperados. Segundo, o comportamento preventivo que consiste numa deteção atempada de um evento e, finalmente, o comportamento periódico que promove novas oportunidades de reconfiguração.

A validação num caso de estudo de fabricação flexível, permitiu verificar a ocorrência de reconfigurações distribuídas em momentos oportunos. A colaboração entre os agentes mantém o sistema estável, superando problemas de desempenho e de balanceamento de carga sem parar o sistema, em cenários industriais dinâmicos e colaborativos.

Palavras-Chave: fábricas inteligentes; sistemas multi-agente.