

APLICAÇÃO DE MODELOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA ANÁLISE DE DADOS E SUPORTE À DECISÃO VIA GÊMEO DIGITAL APLICADO A UMA PLANTA DE MANUFATURA AVANÇADA

Marina Calheira de Oliveira¹; Herman Augusto Lepikson²

¹ Bolsista; Iniciação científica - CNPq; marina.oliveira@fbter.org.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; herman.lepikson@fieb.org.br

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias como Gêmeo Digital, Inteligência Artificial, Sistemas Multiagentes e Sistemas Ciberfísicos impulsionaram a manufatura para a 4ª Revolução Industrial. O Gêmeo Digital é definido como um método de modelagem de sistemas que sincroniza, via simulação, o mundo físico e cibernético. Os Sistemas Ciberfísicos integram componentes físicos e computacionais para operar de forma segura e eficiente, enquanto os Sistemas Multiagentes são sociedades de agentes que coordenam seu comportamento para alcançar objetivos coletivos. Apesar dos avanços, a manufatura enfrenta desafios como a necessidade de histórico de dados e conectividade para aplicar eficientemente essas técnicas. Uma arquitetura baseada em Gêmeo Digital e sistemas de Multiagentes é apresentada para abordar esses desafios na indústria, destacando a importância das diferentes formas de conexão entre os agentes. O desenvolvimento e testes são realizados na Planta de Manufatura Avançada (PMA) do Senai Cimatec.

PALAVRAS-CHAVE: Gêmeo digital, inteligência artificial, análise de dados, indústria 4.0.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias, como Gêmeo Digital, Inteligência Artificial (IA), Sistemas Multiagentes e Sistemas Ciberfísicos, permitiram o avanço da manufatura para o que é conhecido atualmente como a 4ª revolução industrial (Latsou e col.). Gêmeo digital ou Digital Twin (GD) pode ser descrito como um método de modelagem de sistema baseado em dados e modelos que enfatiza a sincronização da simulação do mundo físico e do mundo cibernético (Schleich e col.). Sistemas Ciberfísicos ou Cyber-Physical Systems (CPS) são coleções de componentes físicos e de computadores que são integrados entre si para operar um processo de forma segura e eficiente, como os sistemas de controle (Tiwari e col.). Sistemas Multiagentes ou Multi-agent Systems podem ser delineados como "sociedades de agentes", ou seja, como um conjunto de agentes que interagem entre si para coordenar seu comportamento e, muitas vezes, cooperam para atingir algum objetivo coletivo (Ferber e col.).

Apesar desses avanços tecnológicos já citados, a manufatura continua limitada em suas aplicações. A construção de um gêmeo digital necessita de diversos fatores que se mostram raros na indústria, como o historiamento de dados de máquinas. Historiamento de dados e conectividade são elementos importantes para prover diagnósticos assertivos e análises preditivas dos processos.

Com esta motivação, são apresentadas as inovações tecnológicas que tornam possível o desenvolvimento do GD. Também é evidenciado um dos maiores desafios, a conexão bidirecional entre o sistema físico e o virtual. À vista disso, o objetivo inicial e principal desse projeto é a análise e aplicação das diferentes formas de conexão de Multiagentes pela aplicação na Planta de Manufatura Avançada (PMA) do Senai Cimatec e por meio desse encontrar a melhor opção para implementação em ambientes da indústria 4.0.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o surgimento de novas tecnologias, muitos estudos que se demonstraram possíveis estão elevando a indústria para um novo patamar de inovação e eficiência. Essa seção apresentará alguns desses projetos.

Nie e col. apresentam os desafios e necessidades da manufatura, que está inserida em um mundo altamente tecnológico e automatizado. Destarte, é exposto um framework baseado na estrutura hierárquica do GD, utilizando sistemas de multi-agentes como a arquitetura de inteligência do sistema.

Latsou e col. expõem o desenvolvimento da arquitetura de um gêmeo digital para um Sistema de Multiagentes Ciberfísicos no contexto que aborda cadeia de fornecedores e sistemas complexos de manufatura.

Ren e col. expõem as diferenças entre as manufaturas com pouca e com muita customização, assim como essa modificação pode afetar o desenvolvimento de um gêmeo digital. Leva-se em consideração que normalmente o aumento de customização tende a aumentar o uso de mão de obra

manual e a adição de trabalho humano introduz um nível maior de aleatoriedade e incerteza. Isto evidencia a dificuldades do desenvolvimento de um gêmeo digital de uma manufatura com alto grau de personalização de produtos, um dos objetivos da PMA.

Zheng e col. introduzem as novas tecnologias presentes na manufatura moderna, como internet das coisas, inteligência artificial, e CPS. Por meio desses novos métodos é possível acelerar a digitalização da indústria, utilizando principalmente o intermédio do gêmeo digital. Nesse caso, focam no desenvolvimento de uma modelagem de 5 dimensões, sendo essas: material, processo de produção, produto futuro, qualidade do produto e, culminando no objetivo principal do gêmeo digital e a qualidade final do produto durante a manufatura.

Ding e col. apresentam as necessidades de uma manufatura inteligente, dando base para o desenvolvimento de um gêmeo digital baseado em um Sistema Ciberfísico de produção. Em seguida é introduzido algumas dificuldades encontradas na manufatura, que são raramente retratadas, como a conexão entre uma máquina e um item a ser manufaturado por ela. É dada uma solução, de um GD alicerçado na conexão bidirecional entre o chão de fábrica físico e virtual.

3. METODOLOGIA

O início do projeto deu-se pela análise da PMA, que tem como objetivo processar bases de cilindros pneumáticos de alumínio, em que quatro etapas são executadas: furação, inspeção por visão computacional, limpeza com jato de ar comprimido e prensagem, esses processos são realizados em quatro estações que recebem cada um o nome de sua função. A planta também possui uma estação de transferência, essa realiza a ação de transferir a peça da esteira de entrada para o buffer, e do buffer para a esteira principal. Ela também possui uma estação de saída, em que as peças são retiradas da esteira principal e encaminhadas para montagem. Em seguida conduziu-se o necessário o estudo do estado da arte sobre gêmeos digitais e do qual está em desenvolvimento na PMA, tendo como base o trabalho de Liu e col., que apresentam um problema proeminente no cenário atual da manufatura. Verificou-se também a inconsistência na definição e entendimento de conceitos básicos referente ao gêmeo digital. Com um crescimento gigantesco nos últimos 4 anos, essa incoerência de termos leva a um atraso na produção de gêmeos digitais fidedignos. Dessa forma, a Planta de Manufatura Avançada visa a criação de um GD que esteja de acordo com o seu propósito teórico, sendo ele a parte visual, comunicação simultânea com o ambiente físico e as previsões por meio da IA.

Levando em consideração que o principal objetivo desse projeto é encontrar a melhor forma de comunicação entre os agentes que compõem o GD, mostrou-se necessário o estudo do estado da arte referente a sistemas multiagentes. Wang e col. expõem que apesar de agentes autônomos serem artigos proeminentes no desenvolvimento tecnológico atual, muitas das pesquisas que os abordam trazem uma ideia pouco ambiciosa. Em grande maioria, esses artigos focam em agentes treinados com dados limitados e em ambientes isolados. Isto pouco se parece com a inteligência humana. Então, buscaram fazer uma análise dos agentes autônomos baseados em LLMs (modelo de linguagem grande ou Large Language Model), que tem a capacidade de aproximar a inteligência dos agentes à humana.

Em seguida será feito a aquisição de diferentes formas de conexão para que sejam aplicadas em uma sociedade de agentes simplificada, essa será construída baseando-se no banco de dados da PMA. Utilizando esse meio como base do experimento, será possível visualizar as características de como esses meios de comunicação se comportam em um modelo de manufatura. Tendo isso em vista, será possível encontrar a melhor opção de conexão para ser aplicada na indústria e o porquê.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, sendo o objetivo deste trabalho, a análise e aplicação das formas de conexão de Multiagentes na PMA, é visível que foi realizado um bom avanço acadêmico e que servirá de base para essa e futuras pesquisas. Por meio deste, será possível a aquisição dos diferentes métodos de comunicação entre os agentes e a análise da melhor estratégia para a PMA e dessa forma, para a manufatura como um todo. À vista disto, este projeto apresenta uma ideia muito necessária para a indústria 4.0. Visto que esta apresenta dificuldades referente aos problemas de conexão.

Agradecimentos

Ao Senai Cimatec e à equipe da PMA pela oportunidade de desenvolver um projeto tão interessante e ao Professor Herman por ter orientado a elaboração do trabalho.

5. REFERÊNCIAS

LATSOU, Christina e col. **Digital Twin Integration in Multi-Agent Cyber Physical Manufacturing Systems**. Cranfield: 2021.

SCHLEICH, Benjamin e col. **Shaping the digital twin for design and production engineering**. Erlangen: CIRP Annals, 2017.

TIWARI, Divyang e col. **Attack Detection Using Unsupervised Learning Algorithms in Cyber-Physical Systems**. Vishakhapatnam: Computer Aided Chemical Engineering, 2021.

FERBER, Jacques e col. **From Agents to Organizations: An Organizational View of Multi-agent Systems**. Montpellier: Agent-Oriented Software Engineering IV, 2003.

NIE, Qingwei e col. **A multi-agent and internet of things framework of digital twin for optimized manufacturing control**. Nanjing: international journal of computer integrated manufacturing, 2022.

REN, Xiaohui e ZHAO, Ning. **Research on digital twin framework for customized product manual assembly systems**. Beijing: 2023.

ZHENG, Xiaochen e col. **A Quality-Oriented Digital Twin Modelling Method for Manufacturing Processes Based on A Multi-Agent Architecture**. Lausanne: FAIM2021, 2021.

DING, Kai e col. **Defining a Digital Twin-based Cyber-Physical Production System for autonomous manufacturing in smart shop floors**. Xian: International Journal of Production Research, 2019.

LIU, Zhengyu e col. **Demystifying the buzzword behind Digital Twin: a novel generic evaluation model**. Tarbes: 2023.

WANG, Lei e col. **A Survey on Large Language Model based Autonomous Agents**. Beijing: 2023.

