

Web semântica na automação da manufatura

Vinicius Takeo Friedrich Kuwaki

Universidade do Estado de Santa Catarina

Introdução

Conceitos e Definições

Abordagens

- Intelligent Factory Ambient

- Reconfigurable Manufacturing System

- Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

- Web semântica apoiado na industria 4.0

Caso de Estudo

Considerações Finais

Introdução

- Criação de ferramentas;
- Auxiliem na sobrevivência;
- Revolução industrial: mudança de paradigma;
- Fabricação em massa de produtos;
- Produção manual → Máquinas;



Figura 1: (IMAGO, 2020).

Introdução

Manufatura e Competitividade

- A manufatura pode ser definida como a transformação de materiais em itens de maior valor através de processamento e/ou montagem (GROOVER, 2020);
- Rentabilidade das empresas: investir no uso de produção automatizada;
- Para que as empresas se tornem competitivas entre si, é necessário que elas melhorem sua produtividade, responsabilidade e flexibilidade, ao reutilizar componentes de sistemas e reduzir custos de implementação (LASTRA; DELAMER, 2006).

Introdução

Uso da web semântica

- Adoção de técnicas vinculadas a web semântica;
- Melhorar os processos manufaturados;
- Baseado nos trabalhos:
 - Abordagem em camadas para criar um *Intelligent Factory Ambient* (LASTRA; DELAMER, 2006);
 - Agentes de reconfiguração de acordo com as condições do ambiente (ALSAFI; VYATKIN, 2010);
 - *Semantic Interoperable Smart Manufacturing System* (ADAMCZYK; SZEJKA; JÚNIOR, 2020);
 - **Web semântica apoiado na industria 4.0 para a manufatura flexível** (CHENG et al., 2017).

Seções

Introdução

Conceitos e Definições

Abordagens

- Intelligent Factory Ambient

- Reconfigurable Manufacturing System

- Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

- Web semântica apoiado na industria 4.0

Caso de Estudo

Considerações Finais

- Antes de falarmos das técnicas, precisamos abordar alguns conceitos que a grande maioria delas utiliza:
 - Web semântica;
 - Ontologias;
 - *The Web Ontology Language* (OWL);
 - Arquitetura orientada a serviços;
 - *Web service ontology* (OWL-S);

Conceitos e Definições

Web semântica

- A web mantém uma grande quantidade de documentos em formato livre;
- A web semântica propõe uma **estrutura** para conteúdos de páginas web que não possuem conteúdo significativo, criar um ambiente onde **agentes de software** possam **realizar tarefas sofisticadas** para seus usuários (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001);
- Exemplo: Formato XML;

```
<tag propriedade = "valor">  
    conteúdo textual associado  
</tag>
```

```
< Pessoa nome="Vinicius">  
    <resumo> Nascido em Joinville  
    em 13/09/2000, estudante de  
    Cincia da Computao na...  
    </resumo>  
</ Pessoa>
```


Conceitos e Definições

Ontologias

- Ontologias são artefatos computacionais que descrevem um domínio do conhecimento de forma estruturada, através de classes, propriedades, relações, restrições, axiomas e instâncias (SEGUNDO; CONEGLIAN, 2015);

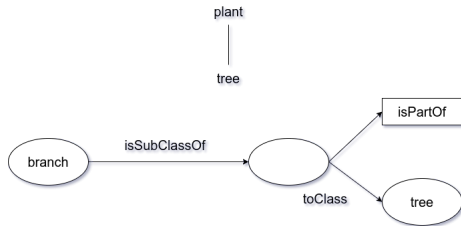


Figura 2: Exemplo de uma ontologia (ANTONIOU; HARMELEN, 2004) em um domínio da vida selvagem africana.

Conceitos e Definições

Ontologias

- São divididas em dois tipos:
 - A-Boxes: Apresentam conceitos;
 - T-Boxes: Descrevem instâncias dos conceitos;
- Por exemplo:
 - A-Box: O Celta é um automóvel.
 - T-Box: Cada carro é um veículo.

Conceitos e Definições

The Web Ontology Language

- Linguagem de marcação para publicar e compartilhar ontologias na *World Wide Web* (BECHHOFFER et al., 2004);
- A ideia da OWL é representar explicitamente o significado de termos em vocabulários e as relações entre esses termos (MCGUINNESS; HARMELEN et al., 2004);

```
<owl:Class rdf:ID="tree">
  <rdfs:comment>Trees are a type of plant.
</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#plant"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="branch">
  <rdfs:comment>Branches are parts of trees.
</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#is-part-of"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="#tree"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Figura 3: Ontologia da Figura 2 parcialmente representada utilizando a OWL (ANTONIOU; HARMELEN, 2004).

Conceitos e Definições

Arquitetura orientada a serviços

- *Web services* são aplicações modulares autocontidas e auto-descritas que podem ser publicadas, localizadas e invocadas através da web (**TIDWELL, 2000**);
- Utilizado nos trabalhos para que agentes de um sistema manufaturado possam se comunicar entre si;

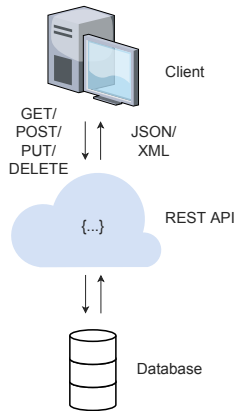


Figura 4: Arquitetura REST (**SEOBILITY, 2021**).

Conceitos e Definições

Web service ontology

- Dita como a unificação da web semântica com *web services*;
- Permite que agentes raciocinem usando a semântica explícita para automaticamente descobrir, invocar, compor e monitorar processos associados ao agente (LASTRA; DELAMER, 2006);

Seções

Introdução

Conceitos e Definições

Abordagens

- Intelligent Factory Ambient

- Reconfigurable Manufacturing System

- Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

- Web semântica apoiado na industria 4.0

Caso de Estudo

Considerações Finais

- Agora que falamos de alguns conceitos associados a web semântica, vamos discutir sobre as propostas de alguns autores com relação ao uso dela em um ambiente manufaturado;
- Uso de arquiteturas em camadas/níveis e abordagens interativas;

Intelligent Factory Ambient

- Utiliza a web semântica para gerar uma capacidade de raciocínio distribuída;
- Objetivo é formar uma inteligencia a nível de ambiente;

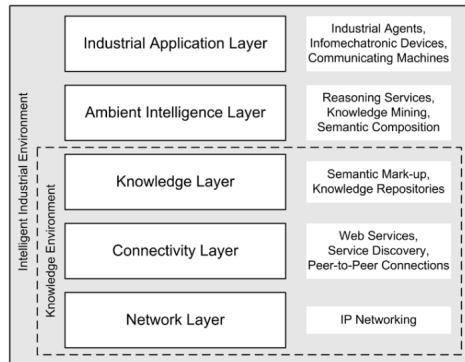


Figura 5: Arquitetura em camadas para um ambiente inteligente de fábrica (LASTRA; DELAMER, 2006).

Intelligent Factory Ambient

- Composta de cinco camadas;
 - **Camada de rede:** troca de mensagens;
 - **Camada de conectividade:** P2P e *web services*;
 - **Camada de conhecimento:** marcações semânticas e repositórios de conhecimento
 - **Camada de ambiente inteligente:** inferir conhecimento, buscar conceitos e agrupar conhecimentos;
 - **Camada de aplicação industrial:** agentes industriais;

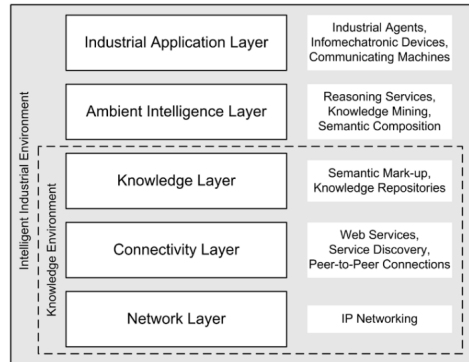


Figura 6: Arquitetura em camadas para um ambiente inteligente de fábrica (LASTRA; DELAMER, 2006).

Reconfigurable Manufacturing System

- São projetados desde o início com recursos ajustáveis para fornecer exatamente a capacidade e funcionalidade necessárias, exatamente quando necessário (KOREN et al., 1999);
- Alta transferência entre linhas de manufatura dedicadas;
- Maior flexibilidade nos sistemas;
- **Agente de reconfiguração:** um software inteligente que permite a sua adaptação a mudanças de requisitos e/ou no ambiente;
- (ALSAFI; VYATKIN, 2010) propôs uma arquitetura composta de três camadas;

Reconfigurable Manufacturing System

- **Camada de especificação:**
armazena o conhecimento do layout (XML) e ambiente (OWL);
- **Camada de análise e modelagem:**
conhecimento no formato explícito: listas de operações, máquinas e ontologia de acordo com o ambiente
- **Camada de decisão inteligente:**
raciocina usando as informações das camadas abaixo;

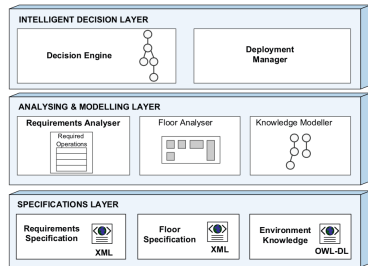


Figura 7: Arquitetura em camadas do agente reconfigurável baseado em ontologia (ALSAFI; VYATKIN, 2010).

Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

- Interoperabilidade: a habilidade de sistemas de prover e aceitar serviços de outros sistemas, unidades ou forças também como trocar serviços que permitam que eles operem de forma efetiva juntos ([DIRECTIVE, 1980](#));
- ([ADAMCZYK; SZEJKA; JÚNIOR, 2020](#)) propõe um sistema com ênfase na interoperabilidade.
- Abordagem interativa;

Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

Ontologia de aplicação

1. **Dados do projeto:** seleção de planilhas e documentos;
2. **Visualização de ontologias de referência:** definição rigorosa dos conceitos usando OWL e UML;
3. **Ontologia de aplicação:** especialização de várias ontologias em uma só (1 ontologia para cada sistema manufaturado);
4. **Reconciliação semântica:** união, alinhamento e integração

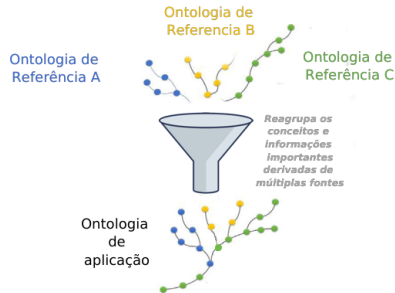


Figura 8: Construção da ontologia de aplicação. Adaptado de (ADAMCZYK; SZEJKA; JÚNIOR, 2020).

Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

Ontologia de aplicação

5. **Adição dos requisitos:** configurações de temperatura, leis regionais, etc.
6. **Correção de problemas:** depuração das ontologias;
7. **Domínio baseado em ontologia interoperável semântica:** extração de conclusões; melhora do processo.

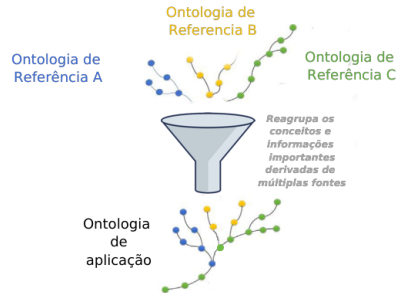


Figura 9: Construção da ontologia de aplicação. Adaptado de (ADAMCZYK; SZEJKA; JÚNIOR, 2020).

Web semântica apoiado na indústria 4.0

- Arquitetura em quatro níveis proposta por (CHENG et al., 2017);
- Interface de usuário → Chão de fábrica.
- Caso de estudo proposto em cima dessa abordagem;
- Abordagem de quatro níveis

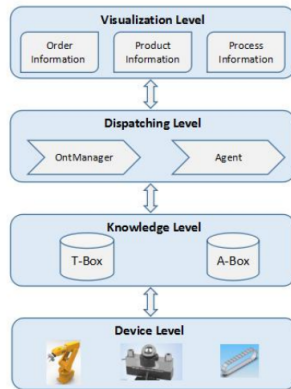


Figura 10: Arquitetura em níveis, adaptada de (CHENG et al., 2017)

Web semântica apoiado na indústria 4.0

- **Nível de visualização:** cliente define seus requisitos (cores, marcas, etc.);
- **Nível de despacho:** OntManager (estado atual da OWL e próxima operação) e Agente (toma decisões baseadas na ontologia e despacha requisições);
- **Nível de conhecimento:** Modelos OWL (conceitos, processos, serviços, eventos e produtos); T-Box (estático-domínios) e A-Box (dinâmico-indivíduos);
- **Nível de dispositivo:** estações de trabalho, sensores, atuadores, etc (*web services*).

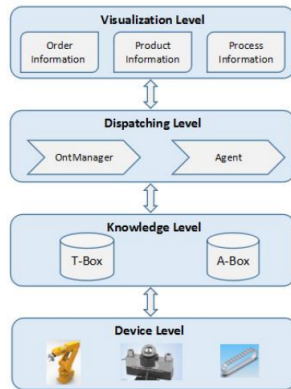


Figura 11: Arquitetura em níveis, adaptada de (CHENG et al., 2017)

Seções

Introdução

Conceitos e Definições

Abordagens

- Intelligent Factory Ambient

- Reconfigurable Manufacturing System

- Semantic Interoperable Smart Manufacturing System

- Web semântica apoiado na industria 4.0

Caso de Estudo

Considerações Finais

- Usando a última abordagem vista, ([CHENG et al., 2017](#)) propôs um modelo genérico;
- Combinando conceitos, funcionalidades e tecnologia de manufatura;
- Linha de produção de automóveis;
- Orientada a evento;
- Oito subsistemas compõe a produção.

Caso de Estudo

Subsistemas

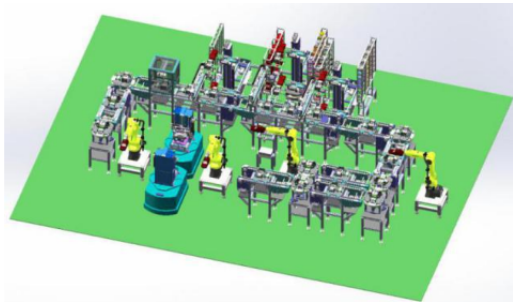


Figura 12: Ilustração 3D (CHENG et al., 2017).



Figura 13: Representação física (CHENG et al., 2017).

Caso de Estudo

Subsistemas

1. Inicialização:

- Inicia o processo de manufatura;
- Carrega um palete contendo um RFID;

2. Montagem do chassi:

- Seleciona um chassi do armazém;
- Envia para a próxima etapa;

3. Montagem do corpo:

- Robô KUKA configura o corpo a partir das especificações do usuário;
- Encaixa o chassi no corpo;

4. Escaneamento do veículo:

- Corpo é escaneado para verificar se as configurações estão corretas;

5. Polimento da janela:

- Estação de fresagem;
- Estação de polimento;

6. Verificador de qualidade:

- Inspeção visual;
- Garante que não haja defeitos;

7. Finalização do veículo:

- Robô UR é coloca o veículo no armazém;

8. Reparos artificiais:

- Operador executa reparos;

Caso de Estudo

Ontologias

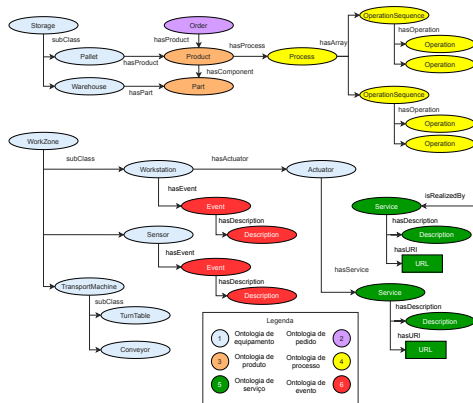


Figura 14: Ontologia que descreve o modelo de conhecimento do sistema manufaturado. Adaptado de (CHENG et al., 2017).

Caso de Estudo

Diagrama de Sequência

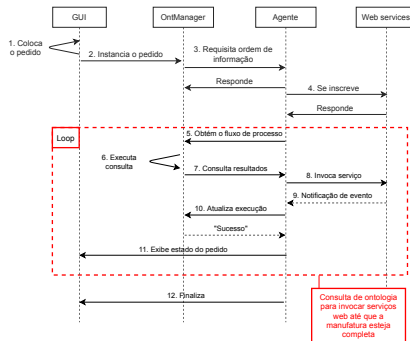


Figura 15: Diagrama de sequência do sistema. Adaptado de (CHENG et al., 2017).

Seções

Introdução

Conceitos e Definições

Abordagens

- Intelligent Factory Ambient

- Reconfigurable Manufacturing System


- Semantic Interoperable Smart Manufacturing System


- Web semântica apoiado na industria 4.0


Caso de Estudo


Considerações Finais


- Benefícios do uso da web semântica na manufatura:
 - Comunicação eficiente via ontologias;
 - Interoperabilidade e padronização;
 - Facilidades na construção de novos sistemas manufaturados (reaproveitamento) (CHENG et al., 2017), (ADAMCZYK; SZEJKA; JÚNIOR, 2020);
- Maioria das abordagens utilizou uma arquitetura em camadas:
 - Maior modularidade dos sistemas;
 - Reaproveitamento de módulos e manutenção;

 ADAMCZYK, B. S.; SZEJKA, A. L.; JÚNIOR, O. C. Knowledge-based expert system to support the semantic interoperability in smart manufacturing. **Computers in Industry**, Elsevier, v. 115, p. 103161, 2020.


 ALSAFI, Y.; VYATKIN, V. Ontology-based reconfiguration agent for intelligent mechatronic systems in flexible manufacturing. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, Elsevier, v. 26, n. 4, p. 381–391, 2010.


 ANTONIOU, G.; HARMELEN, F. V. Web ontology language: Owl. In: **Handbook on ontologies**. [S.l.]: Springer, 2004. p. 67–92.


 BECHHOFFER, S. et al. Owl web ontology language reference. **W3C recommendation**, v. 10, n. 2, p. 1–53, 2004.

 BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The semantic web. **Scientific american**, JSTOR, v. 284, n. 5, p. 34–43, 2001.


-  CHENG, H. et al. Ontology-based web service integration for flexible manufacturing systems. In: **2017 IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 351–356.
-  DIRECTIVE, D. Standardization and interoperability of weapons systems and equipment within the north atlantic treaty organization. **DoD, Washington DC, USA**, 1980.
-  GROOVER, M. P. **Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2020.
-  IMAGO, H. **Revolução Industrial (1 de 5): Artesanato, Manufatura e Indústria**. 2020. Disponível em: <<https://imagohistoria.blogspot.com/2009/05/revolucao-industrial-1-de-3.html>>.
-  KOREN, Y. et al. Reconfigurable manufacturing systems. **CIRP annals**, Elsevier, v. 48, n. 2, p. 527–540, 1999.

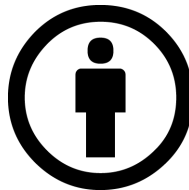
 LASTRA, J. L. M.; DELAMER, M. Semantic web services in factory automation: fundamental insights and research roadmap. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, IEEE, v. 2, n. 1, p. 1–11, 2006.

 MCGUINNESS, D. L.; HARMELEN, F. V. et al. Owl web ontology language overview. **W3C recommendation**, v. 10, n. 10, p. 2004, 2004.

 SEGUNDO, J. E. S.; CONEGLIAN, C. S. Tecnologias da web semântica aplicadas a organização do conhecimento: padrão skos para construção e uso de vocabulários controlados descentralizados. **Organização do Conhecimento e Diversidade Cultural**, v. 3, p. 224–233, 2015.

 SEOBILITY. **What is a REST API**. 2021. Disponível em: <https://www.seobility.net/en/wiki/REST_API>.

 TIDWELL, D. Web services-the web's next revolution. **IBM developerWorks**, 2000.



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Duvidas:
Vinicius Takeo Friedrich Kuwaki
vtkwki@gmail.com
github.com/takeofriedrich