

JORNAL PET: BIG DATA E MACHINE LEARNING NA ENGENHARIA MECÂNICA

Produzido por William Ludovico Homem e Bruno Cardoso G. Lourenço¹

8 milhões de gigabytes de informações brutas. Esse foi o montante que Katie Bouman e a equipe do *Event Horizon Telescope*, de quase 200 cientistas, tiveram que tratar e processar na determinação da primeira fotografia de um buraco negro.

Quando falamos de uma quantidade tão exorbitante de informações como essa, é fácil afirmar que a sua análise se torna quase, se não, impossível de ser realizada por outro meio que não através de algoritmos computacionais. Mas, se não somos nós quem analisamos, como iremos realizar previsões baseadas nesses dados? Simplesmente não iremos; os computadores irão.

A ideia da criação de computadores que possam pensar há muito está presente na literatura e no cinema, seja no clássico Homem de Lata, em “O Mágico de Oz”, ou no sarcástico Tars, em “Interstellar”. Na ciência, por sua vez, esse tema começou com o matemático inglês Alan Turing, que teorizou um teste, batizado com seu nome, no qual seria possível verificar a capacidade de uma máquina apresentar inteligência humana.

Na década de 1950, o psicólogo Frank Rosenblatt deu um passo a mais no estudo de Inteligência Artificial.

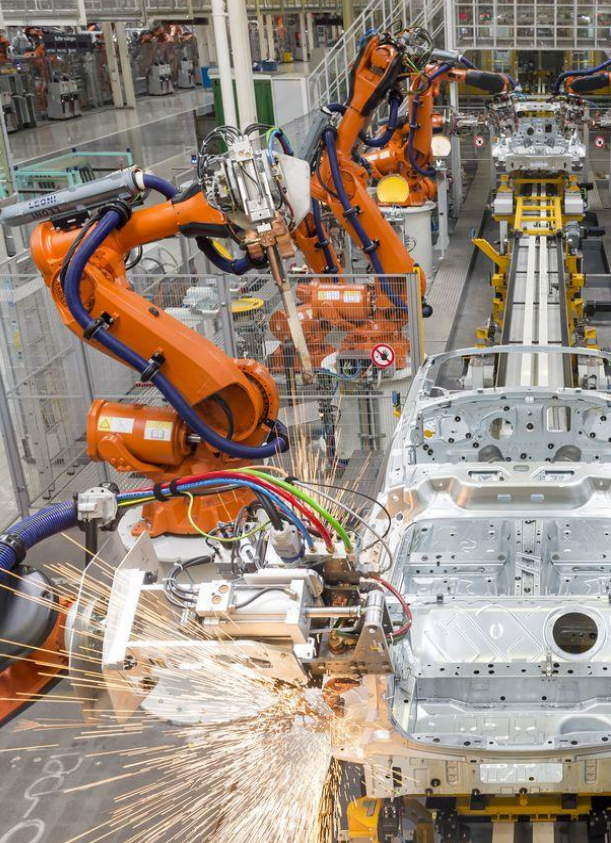
Fig 1: fotografia de um buraco negro da galáxia M87.

Baseado nas pesquisas do neurofisiologista Warren McCulloch e do matemático Walter Pitts, desenvolveu um algoritmo que simulava o funcionamento de uma rede neural humana: o *Perceptron*.

O tempo passou e as técnicas de análise de dados e *Machine Learning* se aprimoraram. Hoje, encontramos “máquinas inteligentes” no filtro de *Spam* do nosso e-mail, nas recomendações de filmes dos serviços de *Streaming*, na verificação de clonagem de cartões de créditos, em carros autônomos ou até mesmo no processamento de uma fotografia de um buraco negro supermassivo (Fig-1) que está no centro da galáxia M87. E na engenharia Mecânica?



¹ Acadêmicos em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo



No cenário atual, a capacidade humana não é, por si só, suficiente. Em uma Indústria 4.0, as inovações contínuas em Inteligência Artificial e Aprendizagem de Máquina demandam do engenheiro a capacidade de se tornar hábil em relação às novas tendências e ferramentas que ditarão as regras de produção industrial, em sistemas cada vez mais robustos, técnicos e automatizados. Essas tecnologias abrem muitas portas. De fato, é complicado realizar previsões sobre futuras aplicações além das já existentes, porém, é certo que elas surgirão, pois em cada trabalho em que haja geração de dados, um campo de aplicação em potencial será criado.

APRENDIZAGEM DE MÁQUINA PARA APLICAÇÕES EM MANUFATURA

A ascensão da IoT (*Internet of Things*) e o grande volume de dados resultante desse fenômeno inaugurou inúmeras oportunidades de se utilizar a Aprendizagem de Máquina. Seguindo essa trilha, a IIoT (*Industrial Internet of Things*) ganhou destaque no cenário da Indústria 4.0, com a manutenção preditiva e a inspeção de máquinas feita pela AI. De acordo com um relatório da Global Market Insights, a Aprendizagem de Máquina, a nível global, em manufatura, vai disparar de US \$ 1 bilhão (dados de 2018) para US\$ 16 bilhões até 2025.

Manutenção preditiva baseada em ML

O *Machine Learning* (ML) permite o monitoramento preditivo, por meio de algoritmos computacionais, prevendo falhas de equipamentos antes que elas ocorram e agendando a manutenção em tempo hábil. Atualmente, ferramentas de ML conseguem prever falhas com precisão superior a 90%, tornando o planejamento e a manutenção mais eficientes em até 20%, em certos casos, além de proporcionar maior qualidade ao produto.

Da mesma forma, a manutenção preditiva deve se tornar um importante componente tecnológico de veículos autônomos. Há uma forte tendência de que carros autônomos sigam um modelo que possibilite a monitoração de sua própria condição, para decidirem se precisam ou não de manutenção.



Controle de qualidade

O controle de qualidade e a inspeção de produtos em uma rede industrial está sendo feita, também, com o auxílio de Inteligência Artificial (IA). Algoritmos de que utilizam conceitos de ML e visão computacional, quando expostos a um conjunto de dados, podem distinguir o "bom" do defeituoso.

Há, por exemplo, equipamentos agrícolas de alto para classificação e separação de frutas que usam visão computacional e Aprendizagem de Máquina para controle de qualidade, realizando a separação em várias categorias. A solução combina otimização operacional, de *hardware* e *software* para aumentar a agilidade do processo de classificação.

Logística e gerenciamento de estoque

Não só a linha de montagem e a planta de produção se desenvolveram e alcançaram grandes patamares no que se refere à aplicação de ML. É necessário, na indústria, uma quantidade inacreditável de logística para que todo o processo de produção funcione. Segundo a revista *Material, Handling and Logistics Magazine*, os Estados Unidos perdem, em média, 170 mil dólares anuais (dados de 2017) devido a tarefas corriqueiras, repetitivas e demoradas, como processar documentos, calcular valores ou procurar por números de pedidos, que consomem 6500 homens-hora por ano.



O gerenciamento de recursos é outra força dos algoritmos baseada em ML. O algoritmo de otimização de consumo de energia que a Google aplicou em seus sistemas de refrigeração de *data centers*, por exemplo, foi responsável por uma redução de até 40% em suas contas de energia elétrica.

Interesse crescente em aplicações de Aprendizagem de Máquina na indústria de manufatura

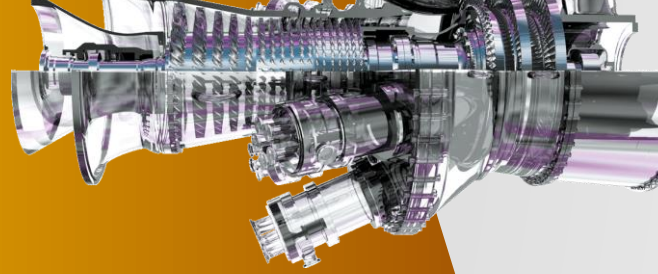
Grandes empresas, de mercados distintos, com o intuito de observar a eficiência da resolução dos seus problemas específicos, patrocinam competições de ML para que cientistas de dados possam testar suas habilidades. Recentemente, a plataforma global Kaggle organizou uma disputa em que os concorrentes foram desafiados a prever quais peças de um processo fabril passariam ou não por um controle de qualidade. Os participantes precisavam escrever seus códigos baseando-se em milhares de dados prévios, oriundos de medições e testes, coletados ao longo da linha de montagem.



Aprendizagem de Máquina em Turbinas a Gás

Design de componentes: No projeto de uma turbina a gás, inúmeros dados são gerados pelas simulações realizadas no processo. Tais dados podem alimentar um sistema de ML com o intuito de melhorar o modelo de transferência de calor do equipamento.

Deteção de falhas e diagnóstico: A ausência de dados que ilustrem uma condição de falha é extremamente comum ao trabalhar com esses equipamentos. Em função dessa escassez, pode-se utilizar ML para prever, através de um histórico livre de falhas, condições normais de funcionamento que permitam o monitoramento dos desvios dos valores mensurados. Essa distinção, por sua vez, pode indicar mudanças nos valores de referência, que podem ser precursoras de defeitos. O monitoramento da combustão é um exemplo típico. *Machine Learning* pode ser aplicado, em tempo real, para indicar as condições de operação dos combustores, através do monitoramento dos perfis de temperatura de exaustão.



O QUE É BIG DATA?

O conceito de *Big Data* pode ser ilustrado como uma planilha eletrônica contendo parâmetros (colunas) de um processo, como temperatura, fluxo, frequência ou *status* coletados em intervalos de um segundo, e centenas de milhares de dados (linhas), podendo ser apresentados tanto de forma numérica (quantitativa) quanto de forma qualitativa. Esses, por sua vez, quando parte de um processo industrial, podem ser integrados a dados coletados em outros lugares, incluindo sistemas de domínio público.



Fig 2: IioT - The Industrial Internet of Things

Sensores são a grande fonte que alimenta o *Big Data*. Os engenheiros mecânicos estão, muitas vezes, envolvidos com esses equipamentos, seja em projetos em que eles são o foco principal, como no desenvolvimento de aparatos de medição de fluxo, temperatura, velocidade, entre outros, ou em plantas industriais, nas quais são necessários para o monitoramento. Certos produtos, ditos inteligentes, beneficiam-se desses dados. Turbinas eólicas, por exemplo, utilizam as informações recolhidas para aumentar o desempenho na geração de energia elétrica.

Big Data e IIoT

Alguns dos grandes desafios do IIoT incluem a padronização do funcionamento de sensores para este fim. Isso porque, além da padronização dos protocolos de segurança, uma grande rede industrial automatizada deve coletar dados desde a base da linha de produção até a administração, analisando o conteúdo e encaminhando a informação para o funcionário que a demande. Para isso, a rede deve se conectar a computadores, sensores, dispositivos vestíveis e smartphones (Fig 2).



COMO O MACHINE LEARNING E O BIG DATA SE RELACIONAM?

- O *Machine Learning* é o conjunto de técnicas e ferramentas utilizado para desenvolver algoritmos capazes de analisar dados (*Big Data*) em busca de padrões, de modo a realizar previsões em certos casos, para que, em seguida, seja possível formular conclusões.

Por que os engenheiros mecânicos são importantes para a ciência de dados?

O futuro da Aprendizagem de Máquina necessitará de um envolvimento cada vez maior com áreas capazes de resolver problemas reais, valendo-se da aplicação de modelos matemáticos que descrevam a física do problema em algoritmos. Os engenheiros mecânicos trabalham bem com problemas dessa natureza, graças ao conhecimento e experiência com sistemas, sensores, materiais, eletricidade, térmica, controle e fluidos, por exemplo. Assim, a resolução de questões como a análise de escoamentos turbulentos em sistemas de aerodinâmica, a detecção de ineficiências energéticas em equipamentos industriais ou a previsão de defeitos em uma bomba submersa, será viabilizada pela operacionalização de ferramentas de ML por um engenheiro mecânico devidamente capacitado e inteirado sobre a área.

O *Data Science* reúne informações que possibilitam que o engenheiro mecânico obtenha dados chave para a construção, atualização e otimização dos modelos que serão utilizados. A partir de ferramentas como algoritmos de computação evolucionária, mesclados com uma abordagem tradicional baseada na Física e em métodos clássicos, como a análise de elementos finitos ou um modelo de confiabilidade, a abordagem dos problemas em um ambiente industrial se tornará muito mais consistente. Um exemplo disso é:

Design e Desenvolvimento de Produtos, caracterizados pela ampla utilização do *Big Data*. A capacidade de realizar previsões que se adequem de forma mais específica ao público alvo despertou o setor para a aplicação desses dados previamente classificados. Isso porque os conjuntos de informações obtidos pela *Data Science* possibilitam que a indústria projete seus produtos de forma direcionada, de acordo com as singularidades dos consumidores aos quais se destinam, que se diferenciam de acordo com aspectos etários, sociais, culturais, políticos e econômicos.

Quais indústrias estão interessadas em ciência de dados?

Qualquer indústria que tenha um grande volume de dados! As indústrias biomédica e de tecnologia estão na vanguarda desse campo. As indústrias de *marketing* e varejo são, há muito tempo, atores importantes. A manufatura também está aumentando seu investimento em ciência de dados, com empresas como a Boeing e a GE liderando esforços nessa frente.



O futuro próximo: fabricação movida a robótica

Apesar da alta automatização no processo de fabricação moderno, a mão de obra humana ainda se mostra muito presente nessa área. As máquinas trabalham com tarefas objetivas, bem delimitadas dentro de um ambiente fechado. No entanto, a inteligência humana ainda é necessária para realizar escolhas em um meio dinâmico, que dependa de certa subjetividade na resolução dos problemas. Contudo, futuramente, grande parte da produção manufatureira poderá ser desempenhada por máquinas, que auxiliarão os humanos em suas tarefas, aperfeiçoando suas habilidades de acordo com suas próprias experiências. A atuação de um engenheiro mecânico na manutenção e no desenvolvimento dessa tecnologia será um grande ramo de atuação no futuro, tendo em vista a grande aplicabilidade dessas máquinas em tarefas que desafiam os limites fisiológicos humanos, como, por exemplo, a exploração espacial em ambientes hostis à vida.



Referências:

- 1- Kusiak, Andrew. Big Data in Mechanical Engineering. asme, Apr 3, 2015: <https://www.asme.org/topics-resources/me-today/big-data-in-mechanical-engineering>. Acesso em: 07/2019.
- 2- Romaniuk, Michael/ Rutkowska, Barbara/ Budek, Budek. Machine Learning for Applications in Manufacturing. deepsense.ai, June 22, 2019: <https://deepsense.ai/machine-learning-for-applications-in-manufacturing/>. Acesso em: 07/2019.
- 3- Yates, Chelsea. Data driven. me.washington.edu, Dec 10, 2018: <https://www.me.washington.edu/news/2018/12/10/data-driven>. Acesso em: 07/2019.
- 4- V. Michelassi, C. Allegorico, S. Cioncolini, A. Graziano, L. Tognarelli and M. Sepe. Machine Learning in Gas Turbines. asme, Sep 1, 2018: <http://memagazineselect.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2705096>. Acesso em: 07/2019.
- 5- Supply Chain Losing Hours, Money to Poor Financial Systems. MH&L, Sep 15, 2017: <https://www.mhlnews.com/global-supply-chain/supply-chain-losing-hours-money-poor-financial-systems>. Acesso em: 07/2019.



PET Mecânica – Sala 38, CT III

