

Inteligência Artificial Intuitiva e Seus Efeitos no Desenvolvimento de Produtos

João Vitor Moralles Roberti Costa

Graduando em Engenharia Mecânica - UFSC
Florianópolis - SC

Israel Rader de Freitas

Graduando em Engenharia Mecânica - UFSC
Florianópolis - SC

Resumo: O atual desenvolvimento da inteligência artificial fomenta o nosso pensamento em relação ao futuro do papel do engenheiro como responsável pela criatividade no processo de busca de ideias e desenvolvimento de soluções, introduzindo a eletrizante possibilidade de que em algumas décadas o casamento homem-máquina se mostrará ainda mais profundo, de modo que transitaremos do uso da lógica nas nossas soluções computacionais para o arraigado uso da intuição, acarretando não só em mudanças no trabalho criativo do engenheiro, como também no processo de projeção e avaliação de soluções propostas. Esses avanços serão responsáveis por um novo paradigma na maneira em que lidamos com a metodologia de criação de produtos e na maneira em que suprimos as necessidades e a procura de um produto num contexto econômico.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Desenvolvimento de Produto; Design Generativo; Engenharia Mecânica; Era Aumentada.

Histórico

A Conferência de Dartmouth, o nascimento da Inteligência Artificial

Quando foi inventado o primeiro computador? Não é fácil responder essa pergunta devido aos diferentes significados e classificações que um computador tem. Por vezes, o conceito de Inteligência Artificial também pode ter múltiplas interpretações, conflitante ou circulares, mas sua origem como campo de estudo é oficialmente bem definida e aceita: No verão de 1956, no campus da Dartmouth College, no estado de New Hampshire, nos EUA, um encontro de cientistas de diversas áreas (matemática, psicologia, engenharia, economia e ciência política) discutiram a possibilidade da criação de um cérebro artificial. Dessa discussão resultou uma disciplina acadêmica, assim estava fundada a área de pesquisa em Inteligência Artificial.

“A conferência de Dartmouth foi o momento em que IA ganhou seu nome, sua missão, seu primeiro sucesso e seus maiores pesquisadores” (CREVIER, 1993).

A origem da Inteligência Artificial no desenvolvimento de produtos

Pela natureza iterativa do design¹, em seu processo faz todo sentido a utilização de computadores para automatizá-lo, já que a grande vantagem da utilização do computador é o aproveitamento de sua capacidade procedural, em cálculo e armazenamento de dados, muito

¹ Neste artigo segue-se uma definição bastante abrangente do termo “design”, englobando diversas atividades relacionadas à prática projetual, como engenharia, arquitetura, e a arte. Em resumo, design é sinônimo de projeto; *engineering design*, de projeto de engenharia; *mechanical engineering design*, de projeto mecânico.

superior ao do ser humano. Porém, tomou cerca de 25 anos para os pesquisadores em IA estudarem sua aplicabilidade no projeto de engenharia.

Segundo John R. Dixon, as primeiras pesquisas de IA no âmbito de projeto eram baseadas ou dirigidas ao domínio de circuitos elétricos. As primeiras pesquisas do uso de IA para automatizar o processo de projeto mecânico são datadas do início do anos de 1980. Esses estudos iniciais ilustraram que a aplicação de IA ao projeto mecânico era uma via de mão dupla: ela poderia contribuir com importantes perspectivas ao processo, possibilitando ao engenheiro uma maneira de trabalhar diferente, mas também o estudo de projeto mecânico por parte dos algoritmos, poderia enriquecer a visão da IA sobre o processo de design como um todo, à partir de dados e sem intervenção humana. Esse aprendizado do computador é definido como aprendizado de máquina, tradução de *machine learning*, subcampo da ciência da computação que evoluiu dos estudos em IA e que nos últimos anos ganhou grande visibilidade.

Projetos de engenharia, como projeto de circuito elétrico e projeto mecânico são similares em alguns aspectos: todos utilizam princípios de ciência básica e métodos de análise, que dão apoio ao projeto. Apesar das similaridades, as pesquisas iniciais mostraram que a aplicabilidade de IA no projeto de peças mecânicas e produtos se tratava de uma tarefa mais complexa do que o projeto de circuitos elétricos, devido as seguintes características do projeto mecânico:

1. Vasta gama de materiais disponíveis para seleção;
2. O papel crítico e frequentemente sensível dos quesitos de fabricação e seus efeitos no produto;
3. A não-modularidade do projeto mecânico;
4. A relação entre função e forma²;
5. A presença de geometrias tridimensionais complexas no projeto mecânico.

Geometria, manufaturabilidade e função estão altamente ligados em projeto mecânico³. Uma coisa que está presente em qualquer projeto de engenharia mecânica, que transita por todas as suas fases, é a geometria, representando o item mais relevante na comunicação do engenheiro mecânico. Quando busca soluções, munido de sua experiência e intuição, o engenheiro mecânico pensa sempre em termos de geometria. Essa característica torna a automatização desse processo difícil, pois não há conexão matemática entre a centelha de uma ideia de um conceito de design e sua representação virtual tridimensional. Além da geometria, manufatura e materiais constituem campos de conhecimento gigantescos, que também não são naturalmente representados por equações.

O papel da análise no projeto mecânico

Além das características citadas, há de se considerar o papel da análise no projeto mecânico. A análise em projeto mecânico diferencia-se pela inclusão do estudo do comportamento físico das soluções propostas, de confiabilidade (que visa prever e entender os modos de falha dos componentes de um sistema mecânico), de otimização, de manufaturabilidade e de cumprimento dos requerimentos de operação e manutenção. A análise mais comum em

² Função diz o que um objeto faz; forma descreve como isso é realizado. (Ullman, 2009)

³ Rinderle, 1986

engenharia mecânica é a análise de carregamento estrutural e térmico em um componente, determinando se haverá falha ou não e se são necessárias mudanças.

Intuição e IA

Como exposto na caracterização do processo criativo, a intuição, necessária para criação de um leiaute inicial, é o principal desafio na automatização total do processo de geração de geometrias, e o processo de projeto com um todo. Uma citação famosa de Leo Szilard, físico nuclear húngaro, elucida a relação intrínseca de um trabalho criativo com a intuição: “Pensamento lógico e habilidade analítica são atributos necessários a um cientista, mas eles estão longe do suficiente para um trabalho criativo. Aqueles *insights* na ciência que levaram a importantes descobertas não foram de maneira lógica derivados de conhecimentos anteriores: O processo criativo, em que o progresso da ciência é baseado, opera no nível do subconsciente”.

Não há um consenso entre os estudiosos da definição do conceito de intuição. As definições de intuição variam, mas todas elas convergem aos seguintes termos: inconsciente, não-racional, rápido.

Com o avanço da ciência da computação, as definições de intuição ganharam novos elementos, como: processamento de informação, reconhecimento de padrões, e agrupamento de padrão, tradução livre de *pattern matching* (tais conceitos não serão explorados neste artigo). Isso demonstra que os pesquisadores da área estão adaptando, em certo grau, elementos já conhecidos do funcionamento da intuição para o aprimoramento de modelos de IA. Atualmente, pesquisadores conseguem modelar a intuição como uma parte anexa, que apenas complementa um modelo com processos baseados em lógica tradicional, em que cada passo é processado de maneira sequencial. Os modelos atuais (1º semestre de 2017) estão longe de emular uma tomada de decisão inconsciente instantânea, tal qual realizada pelo cérebro humano, mas isso já é um passo adiante na jornada de se implementar a intuição humana na IA. A expectativa é que avanços de conhecimento da neurociência, precisamente sobre as redes neurais biológicas, permitirão avanços nos modelos de redes neurais artificiais. Como se verá adiante neste artigo, passos interessantes já foram dados no processo de desenvolvimento de produtos com o auxílio de algoritmos, que nos possibilitam especular sobre o futuro da maneira de se projetar.

Invenções incríveis com a IA intuitiva – A Era Aumentada

Maurice Conti, diretor de inovação estratégica da empresa Autodesk, em uma apresentação na Conferência TEDxPortland (abril de 2016), previu o futuro dos trabalhos criativos, como de engenheiros, designers, artistas e empreendedores, através da mudança da relação humana com as ferramentas de trabalho, estas que estão em processo de transformação graças aos avanços tecnológicos recentes. Ele afirma que nos próximos 20 anos, haverá mais mudanças na maneira como nós, projetistas, trabalhamos do que houve nos últimos 2000 anos. Ele afirma que estamos à beira de uma nova grande era do trabalho, em termos de instrumentos que auxiliam o ato de projetar e fabricar novos produtos. Denominada de Era Aumentada, tradução livre de *Augmented Age*, nessa nova realidade a capacidade humana natural será aumentada por sistemas computacionais que nos ajudarão a pensar, sistemas robóticos que nos ajudarão a fazer, sistemas nervosos digitais que nos permitirão ter sentidos muito além dos sentidos naturais

humanos. Uma era em que, com IA avançada e máquinas capazes de aprender, a velocidade em que novas tecnologias serão desenvolvidas e o ritmo em que as pessoas irão adotá-las, resultará numa nova sensação que parecerá mais como um aumento de capacidade do que uma melhoria. Disso pode-se ilustrar a razão do uso do termo “aumentada”, que representa o aumento da habilidade humana. Poderemos ser como “super-humanos”, com “super poderes” em nossas mãos, trabalhando junto com as máquinas e não apenas utilizando-as como ferramentas.

Seres humanos utilizam ferramentas há muito tempo. Elas nos permitiram conquistar grandes avanços, que mudaram a forma como trabalhamos, desde a pedra lascada (era da caça e coleta), a alavanca (era agrícola primitiva), a máquina a vapor (era industrial) até há algumas décadas o computador (era da informação). Pode-se dizer que essas ferramentas melhoraram nossas habilidades, e hoje já nos sentimos como sujeitos melhorados. Como exemplo, pode-se citar o celular com acesso a internet, que nos permite acessar uma infinidade de informação (não necessariamente conhecimento, de fato essa é a parcela que está faltando) que nós possamos necessitar, ou o veículo motorizado, que nos permite percorrer quilômetros em questão de minutos. Entretanto, apesar de todo acesso de informação que possuímos, ainda temos que gastar energia para transformar a informação em conhecimento através do meu ponto de vista, minha habilidade de raciocinar e de perceber padrões. É nessa parte que está faltando que a computação avançada irá nos ajudar, processando toda essa informação e filtrando o que for relevante através de iterações intuitivas. Convivendo com máquinas inteligentes, além de aumentar nossas habilidades, como força, produtividade e acesso à informação, elas permitirão amplificar nossas ideias, isto é, nossas habilidades cognitivas.

Nesse cenário previsto por Conti, as máquinas não irão apenas nos responder, elas começarão a pensar por conta própria, irão propor suas ideias e sentir o ambiente ao redor delas. Isso representa uma transformação em nossas ferramentas de trabalho, uma transição de passivas para generativas. Em seguida, antes de aprofundarmos nesse cenário, vamos caracterizar melhor as ferramentas e introduzir o conceito de Design Generativo.

Ferramentas passivas

Ferramentas passivas fazem exatamente o que nós as instruímos a fazer, não realizando nada sem uma ordem explícita do usuário. Como exemplo generalista, pode-se citar um martelo, uma furadeira, um controle remoto. No âmbito de engenharia, mesmo as tecnologias mais avançadas atualmente são ferramentas passivas. Estas ferramentas mais avançadas são os softwares de prototipação virtual (CAD⁴), softwares de análise de robustez e desempenho de componentes e conjuntos (CAE⁵), softwares de planejamento e controle do processo de manufatura (CAM⁶), todos são bem consolidados em todo o setor de engenharia e arquitetura.

Ferramentas generativas

Como essas ferramentas são utilizadas no âmbito do design, antes de definir ferramentas generativas, precisamos definir design paramétrico e antes de definir design paramétrico precisamos definir o que é parâmetro. Do livro “*Form and Code*” de Casey Reas e do estúdio LUST, parâmetro é “um valor que tem efeito sobre o resultado de um processo.”, ele ainda continua “No contexto da arquitetura e do design, parâmetros descrevem, codificam e

⁴ CAD: Computer-Aided Design

⁵ CAE: Computer-Aided Engineering

⁶ CAM: Computer-Aided Manufacturing

quantificam as opções e restrições existentes dentro de um sistema. Uma restrição comum é o orçamento disponível para um projeto, enquanto uma opção de configuração é o controle de cor, tamanho, densidade ou material.” (REAS; LUST, 2010)

Design paramétrico é estabelecer relações dinâmicas associativas entre os componentes de um produto. Tais relações exigem que as partes de um sistema se adaptem às variações de seus pares. Quando um componente muda sua configuração, suas partes associadas são alteradas de acordo com a mudança. Um sistema de design paramétrico possibilita que todos os seus elementos constituídos tornam-se uma parte atuante do sistema. O arquiteto holandês Kas Oosterhuis em seu artigo “*Parametric design is not a style*” ressalta que “uma relação associativa não necessariamente significa que a parte vizinha é similar em forma ou dimensão. Partes associadas podem ser de famílias diferentes e de diferente ordem.”⁷

Kristina Shea em seu artigo “*Towards integrated performance-driven generative design tools*”, diz que sistemas de design generativo “são focados em criar novos processos de design que produzem projetos espaciais inovadores e ao mesmo tempo contruíveis através da exploração das capacidades atuais de computação e de fabricação”. (SHEA, 2005)

Como Anderson Vieira acrescenta, “o design generativo tem uma proposta exploratória que busca por possibilidades inéditas e emergentes a fim de solucionar um problema, esse enfoque normalmente é utilizado em estágios iniciais do processo de design, já que o intuito nesses estágios é o de propor novas ideias e achar diferentes possibilidades.” (VIEIRA, 2014)

Apesar do design generativo ser explorado meramente para projetos artísticos, recentemente começou a ser explorado em contextos técnicos. Empresas estão trabalhando para tornar os softwares de design generativo aplicáveis aos problemas reais de engenharia. Ao passo que áreas da Ciência da Computação, como Aprendizado de Máquina e IA, avançam, empresas desenvolvedoras de softwares voltados ao desenvolvimento de produtos, CAE/CAD/CAM, buscam integrá-los aos avanços recentes da computação. Portanto, ferramentas de design generativo, no âmbito de projeto de produto, utilizariam computadores e algoritmos para gerar geometrias, criando novos leiautes totalmente por conta própria, sem a necessidade de um humano dar a primeira sugestão.

Para estes sistemas de design generativo estarem bem estabelecidos a IA deverá estar bastante avançado, mas não nos impede de fazer algumas previsões. Para o futuro espera-se que tudo que o engenheiro precisará dar como entrada são seus objetivos e as condições de contorno do problema.

O exemplo ilustrado por Conti foi o projeto dos pesquisadores da Autodesk de um VANT⁸. Os dados de entrada foram: o objetivo é ter quatro hélices, com o menor peso possível e ser aerodinamicamente eficiente. À partir dos dados de entrada, o computador explora todo o domínio de soluções que satisfazem os critérios. O resultado são leiautes que seres humanos nunca poderiam ter imaginado sozinhos. O computador fez tudo por conta própria, nenhum engenheiro precisou fazer um leiaute inicial. Não é coincidência que as geometrias dos chassis geradas em colaboração com os algoritmos de IA, uma delas ilustrada na Figura 1, se pareça

⁷ “An associative relationship does not necessarily mean that the neighboring part is similar in its shape or dimensions. Entangled parts can be of a different family and of a different order.”

⁸ VANT: Veículo Aéreo Não Tripulado

com o esqueleto de um animal voador. De fato, os algoritmos são projetados para funcionar assim como a evolução por seleção natural, os leiautes que satisfazem os critérios são gerados, e os melhores são selecionados. Na edição 2016 da Conferência TEDxPortland, os softwares da Autodesk ainda não podiam sugerir suas soluções com advento da intuição para problemas bem definidos e propostos por humanos. Os leiautes tinham que ser gerados do zero toda vez que fosse proposto um problema similar. Há de se conseguir mais avanços em Aprendizado de Máquina para conseguir tal feito.



Figura 1 - Exemplo da geometria do chassis de um VANT gerada em design generativo (Autodesk, 2016)

Essa necessidade de começar do zero toda vez que um computador resolve um dado conjunto de problemas é devido ao fato de que, diferentemente dos humanos e de certos animais, eles nunca aprendem. Podemos citar o exemplo de um cachorro, que de certa maneira é mais inteligente que as nossas mais avançadas ferramentas de projeto. Pensemos na situação de levar o cachorro para passear, ao ver seu dono pegar sua guia, o animal sabe com um grande grau de certeza que chegou a hora de sair para andar. Como se deu esse processo de aprendizagem? Toda vez que o dono pegou a guia o cão foi passear, e o animal de estimação passou por três importantes estágios: prestar atenção, lembrar o que aconteceu e reter o padrão na sua mente, esses passos são os objetivos de vários pesquisadores que desenvolvem projetos com a IA.

Pesquisadores avaliam que as IA estão transcendendo a lógica, para fazer uso da intuição, por exemplo, uma intuição capaz de olhar para uma ponte simples feita de cordas, e avaliar se o seu uso é seguro. Até mesmo podendo avaliar projetos feitos por engenheiros e prover *feedback* ou comentários em onde é possível melhorar. Outra possibilidade que seria desenvolvida pela AI seria a criação de um "sistema nervoso" ou "Internet das Coisas" (do inglês *Internet of Things*) para os produtos que projetamos, por exemplo um carro que informa o departamento de infraestrutura quando passa por um buraco ou um prédio ou casa que informa aos projetistas se os ocupantes estão ou não satisfeitos. Se os engenheiros tivessem acesso a esse fluxo de informação em tempo real, gerenciado por uma IA, haveria uma grande mudança na visão de planejamento e metodologia de projetos, ao invés de termos

o objetivo de fazer as pessoas aceitarem nossos produtos, transitaríamos para um sistema onde projetamos produtos que as pessoas desejam, por saber as características de uso de soluções existentes.

Ainda como um último exemplo das aplicações da inteligência artificial, citaremos o exemplo de um carro de competição que foi equipado com um "sistema nervoso" pela introdução de instrumentação com dezenas de sensores, capazes de medir e armazenar vários dados, como as forças que a estrutura está sujeita. Após testes com pilotos experientes e a captação de vários parâmetros relacionados ao veículo, todos os dados foram analisados e inseridos em ferramenta de *Generative Design*, chamada DreamCatcher. Após passar pela *software* a otimização gerada é diferente de qualquer projeto automobilístico atual, possuindo formas altamente fluidas e bastante orgânicas, que jamais poderiam ter sido projetadas unicamente por humanos, mas que foi concebida com a ajuda proveniente da cooperação humana-máquina.



Figura 2 - Protótipo Chassis de Corrida



Figura 3 – Chassis gerado pela IA DreamCatcher

Considerações Finais

Dessas previsões ascendem alguns debates, tais como, “se o futuro vai ser uma vivência com IA, iremos mesmo trabalhar junto com as máquinas ou seremos substituídos por ela?”. Maurice faz a seguinte reflexão: se o IA trabalha em função de algum objetivo que eu queira atingir, assim que esse objetivo for atingido, posso dizer que iremos trabalhar em colaboração com a IA, afinal quem definiu o objetivo foi o humano. Entretanto, se imaginarmos que a máquina nunca pare de aprender, e quantidade de dados e cálculo não é um problema, facilita imaginar

que qualquer profissão possa ser substituída por uma máquina, até mesmo os trabalhos criativos. Podemos assumir que empregos em que o trabalho são mais operacionais e repetitivos deixarão sim, eventualmente, de existir. Mas a maioria não deixará de existir porque a habilidade humana cresce em conjunto com o desenvolvimento tecnológico. Assim que surge uma tecnologia disruptora quase imediatamente já se pergunta “O que virá agora? Eu quero mais.” Esse sentimento da pergunta vem da capacidade humana, que também cresce aliada a tecnologia, de imaginação e principalmente o desejo da melhoria de objetos, vida, relacionamentos, etc. Essa característica humana acarretará no contínuo aumento das necessidades tecnológicas, assim, talvez possamos dizer que a IA avançada seja exatamente aquilo precisávamos para continuar o desenvolvimento da sociedade.

Portanto, podemos assumir que a IA projetar sozinha um produto está um pouco longe de acontecer. Mas a colaboração entre engenheiro e IA no projeto de um novo produto, como visto nos recentes avanços, poderá ser feito logo.

Essas tecnologias alternativas de design irão reduzir a latência no ciclo de vida de projetos e permitirão avaliar mais possibilidades de leiautes para um produto que os métodos tradicionais de projeto.

Essa nova realidade pode ser ilustrada pela seguinte metáfora: a colaboração humano-IA será como uma dança, a mente humana irá guiar e o computador fará os movimentos, que combinados resultará numa obra melhor do que ambos separados.

Referências

CONTI, Maurice. Maurice Conti: The Incredible Inventions of Intuitive AI. TED, abr. 2016. Disponível em https://www.ted.com/talks/maurice_conti_the_incredible_inventions_of_intuitive_ai <

Dixon J. R., Artificial Intelligence and Design: A Mechanical Engineering View. Proceedings of AAAI-86, 1986:872-877.

SHEA, K.; AISH, R.; GOURTOVAIA, M. Towards integrated performance-driven generative design tools. Automation in Construction, mar. 2005. v. 14, n. 2, p. 253–264.

Ullman, David G. (2009) The Mechanical Design Process, McGraw Hill, 4th edition.

VIEIRA, A. K. Design Generativo - Estudo exploratório sobre o uso de programação no design. São Paulo, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Crevier, Daniel (1993), AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence, New York, NY: BasicBooks.

Jolly M., (2011). The Concept of Intuition in Artificial Intelligence. Unpublished manuscript, University of Lisbon, Lisbon, Portugal.

Autodesk. Design Variations and Optimization. Disponível em: <<https://autodeskresearch.com/projects/designvariation>>. Acesso em 15 de junho.