



Como a Digitalização em 3D Acelera a Engenharia Reversa

Michael Alba | Especialista | Engineering.com | 29/11/2018



O FARO® 8-Axis Design ScanArm 2.5C inclui uma plataforma rotativa que garante digitalizações mais rápidas e precisas. (Imagem fornecida pela FARO Technologies.)

Com a evolução da digitalização em 3D, novos campos têm descoberto aplicações para a tecnologia, desde metrologia tradicional até desenvolvimento de produtos, arquivamento digital de museus e design para o setor de arquitetura, engenharia e construção. A engenharia reversa, especialmente, passou por uma revolução completa com a capacidade de coletar dados do ambiente físico e, com eles, criar modelos em 3D. Esses modelos podem ser manipulados e levados novamente ao ambiente físico usando tecnologias avançadas de fabricação.

Essa aplicação tem crescido em termos de uso geral. Segundo a empresa de pesquisa de mercado MarketsandMarkets, “Espera-se que o mercado de metrologia em 3D para engenharia reversa cresça em ritmo acelerado entre 2017

e 2023. Os setores automotivo, aeroespacial, de defesa e de fabricação começaram a usar a metrologia em 3D para modificar o design de objetos reais a fim de produzir carros personalizados, peças de reposição e peças cuja produção tenha sido suspensa. Alta precisão, análises rápidas de produtos e capacidade de modificar o produto original são os principais fatores determinantes do mercado de metrologia em 3D para engenharia reversa.”

Se a digitalização em 3D tem sido cada vez mais usada para engenharia reversa, é importante entender exatamente o que é essa tecnologia e como ela funciona no ambiente físico. Neste whitepaper, apresentamos mais detalhes sobre a digitalização em 3D, com foco em como a empresa Mammoth Machine + Design implanta a tecnologia na engenharia reversa de peças únicas para equipamentos de fabricação em grande escala. Em um caso específico, a empresa usou a digitalização em 3D para realizar a engenharia reversa de uma peça de reposição e restabelecer a produção em massa em apenas 24 horas.

Digitalização em 3D – Visão Geral

O mercado oferece várias tecnologias de digitalização em 3D, com diferenças de custo e recursos. A fotogrametria talvez seja a opção mais econômica, mas é a menos precisa, e converte várias fotos de um objeto ou de uma área em um modelo em 3D usando algoritmos avançados de software. Embora possa recriar

Como a Digitalização em 3D Acelera a Engenharia Reversa

dados em 3D usando fotos, a fotogrametria não oferece a precisão dos dois métodos mais usados no ambiente profissional (scanners a laser e de luz estruturada).



Um scanner 3D de luz estruturada projeta uma luz branca padronizada em um objeto. (Imagens fornecidas pela Open Technologies.)

Os scanners de luz estruturada projetam uma luz padronizada branca ou azul de LED em um objeto, e os sensores adicionais detectam os contornos para identificar a forma do objeto. A triangulação trigonométrica é usada para determinar a localização dessas características no espaço. De forma similar, os scanners a laser usam triangulação trigonométrica projetando uma ou mais linhas de laser em um objeto e calculam o reflexo dos lasers no objeto por meio de sensores acoplados.

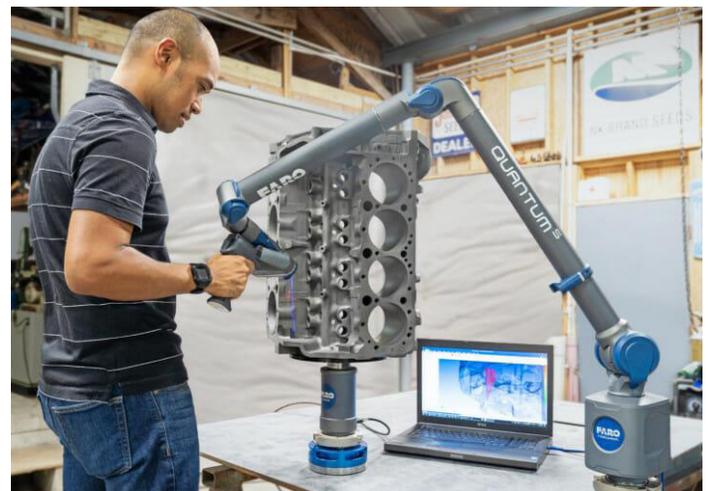
Embora os scanners de luz estruturada sejam automatizados e tenham maior resolução e precisão, são limitados pelo impacto da luz do ambiente e podem ser mais caros. Os scanners de linha de laser, combinados a um braço articulado, são menos sensíveis à luz do ambiente a ser digitalizado, são fáceis de usar e podem ser mais econômicos.

Os scanners a laser combinados a um braço geralmente são melhores para coletar dados de geometria orgânica e estável até certo nível de detalhe. Para obter mais precisão, é possível usar um apalpador para áreas de difícil acesso, que coleta dados de características geométricas e linhas usinadas mais detalhadas com precisão.

Com a tecnologia descrita acima, os designers de alguns setores, como o automotivo, podem fazer a engenharia reversa de peças de carros a fim de criar componentes personalizados para aplicações de produtos de reposição. Com um

scanner a laser ou de luz estruturada, é possível digitalizar uma porta de carro e coletar dados dos aspectos mais orgânicos e moldados. Um apalpador sensível ao toque pode ser usado para coletar os dados das peças usinadas dessa porta. Essas informações podem ser usadas para criar produtos, como componentes de reposição, para um carro que já não é mais fabricado ou itens personalizados para clientes.

A McKinsey & Company destaca que o espaço para produtos de reposição do setor automotivo tem evoluído com rapidez, em parte devido às novas tecnologias digitais. Um relatório de 2017 mostra que “A receita associada ao aspecto digital irá triplicar, alcançando quase 20% do volume de vendas.” Esse relatório também indica que “80% dos participantes do mercado dizem que ainda não estão preparados, principalmente por causa da falta de foco estratégico e de habilidades, além dos recursos insuficientes de digitalização”.



Um scanner a laser é usado para coletar dados de um bloco de motor apoiado sobre a plataforma rotativa. (Imagem fornecida pela FARO Technologies.)

O relatório destaca a importância das tecnologias digitais, como a Internet das Coisas, mas ignora o potencial da impressão em 3D para aplicações de produtos de reposição e engenharia reversa. Os dados de digitalizações em 3D podem ser convertidos em um modelo em 3D que pode ser impresso em 3D, como uma peça com relação otimizada entre resistência e peso ou com o monograma do cliente no objeto.

Como a Digitalização em 3D Acelera a Engenharia Reversa

Além disso, a capacidade de imprimir um objeto em 3D usando dados de digitalização pode melhorar muito o prazo de entrega, conforme demonstrou a Mammoth Machine + Design, na Carolina do Norte. A empresa mostrou que os dados de digitalização podem ser usados em engenharia reversa de peças para clientes do setor de fabricação em grande escala, e o melhor, de forma rápida.

Suporte para Fabricação em Grande Escala

A Mammoth Machine + Design atende fabricantes de equipamentos originais (OEM) que trabalham com automação e fabricação em grande escala. Para ajudar os clientes em reparos ou melhorias de equipamentos existentes, a Mammoth usa várias máquinas de controle numérico computadorizado (CNC) e impressoras em 3D, além do FARO® Edge ScanArm com o Laser Line Probe HD para digitalização em 3D.

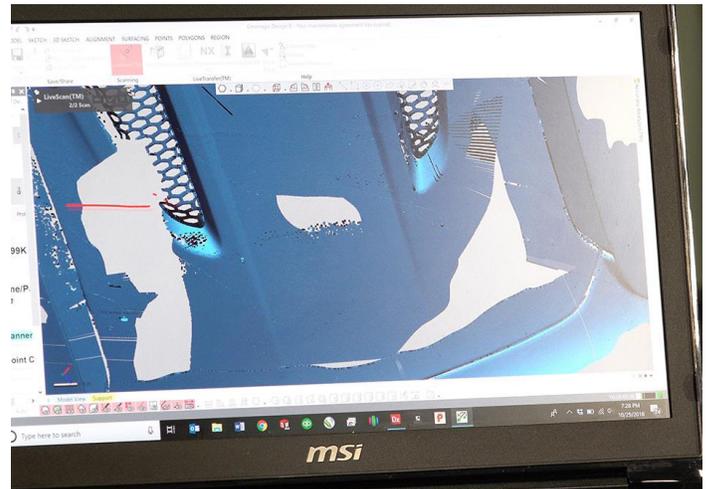


Ali Bahar, CEO da Mammoth, durante a digitalização em 3D do capô de um carro da McLaren.

“Nossos clientes nos trazem peças antigas ou danificadas, ou peças que precisam passar por engenharia reversa para que sejam recriadas em um outro material. Já conseguimos reproduzir peças em até seis horas, como parte de nossas ações de resposta a emergências. Quando nosso cliente tem um componente cujo fabricante de equipamentos originais (OEM) não é capaz de repor e a linha foi descontinuada, usamos a tecnologia de digitalização em 3D no processo de engenharia reversa da peça com

altas tolerâncias. Assim, podemos repeti-las em nossas máquinas de precisão,” explicou Ali Bahar, CEO da Mammoth

Ele também comentou que os clientes de sua empresa são alguns dos maiores fabricantes em seus setores, como fabricantes de copos plásticos, tampas plásticas e cabeamento – produtos basicamente presentes no mundo atual.



Dados de digitalização coletados por Bahar durante a digitalização da McLaren.

George Brinzey, diretor de vendas da Mammoth, explicou que a empresa começou com a ideia de ajudar no desenvolvimento de produtos de outros negócios. No entanto, a empresa começou a perceber que grandes fabricantes não tinham capacidade para realizar a manutenção de seus próprios equipamentos.

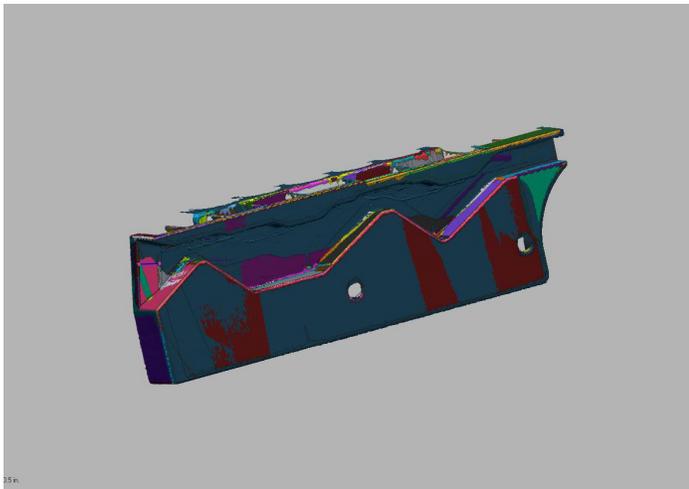
“Em alguns contatos com grandes fabricantes, percebemos que o setor de ferramentaria estava desaparecendo. As empresas não investem mais em equipamentos de qualidade como antigamente. Está cada vez mais difícil encontrar operadores de usinagem. Parece que ter a capacidade de apoiar a produção de precisão para manter as máquinas que fabricam seus produtos é um mercado quase extinto dentro de uma manufatura de maior escala”. afirmou Brinzey.

Enfrentando os Trabalhos da Mammoth com Digitalização 3D

O primeiro equipamento comprado pela Mammoth foi um scanner 3D, com o qual Bahar já

havia trabalhado em uma empresa de engenharia que realizava engenharia reversa para grandes empresas, como a Lockheed Martin e a Northrop Grumman. Com o FARO ScanArm, a Mammoth recria detalhes de objetos com uma precisão de alguns centésimos de milímetro. A ferramenta é usada para coletar dados de superfícies de forma livre e, depois, um apalpador é usado para coletar detalhes com maior precisão.

Além de ajudar no design de peças de reposição, o scanner 3D também é muito importante na configuração inicial do trabalho. Caso um objeto grande precise ser colocado sobre uma mesa e posicionado em uma direção específica, os engenheiros da Mammoth digitalizam uma parte do objeto, como a superfície inferior. Esses dados brutos podem ser usados para criar o modelo de uma base, que será impresso em 3D e usado como suporte para manter a peça no local correto durante o trabalho principal de digitalização.



Um modelo de CAD de um componente de fabricação recriado por meio de digitalização em 3D. (Imagem fornecida pela Mammoth Machine + Design.)

Na Mammoth, o fluxo de trabalho tradicional de digitalização em 3D funciona da seguinte maneira: quando uma peça é posicionada na mesa grande de granito para digitalização, os engenheiros coletam dados em 3D com o ScanArm antes de usar o apalpador para coletar os dados das características principais do objeto, como a localização de orifícios. Os dados são carregados no Geomagic Design X para que a peça seja recriada como um modelo sólido. Em seguida, a equipe cria desenhos de engenharia e encaminha para a fabricação subtrativa tradicional

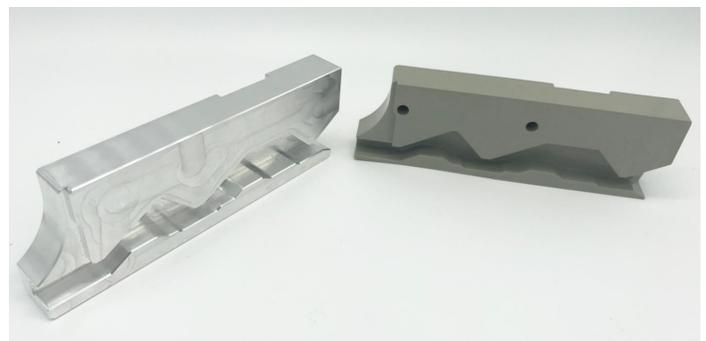
ou impressão em 3D, conforme o caso.

Após a fabricação da peça, a Mammoth digitaliza o componente final com o ScanArm e compara com o modelo digital ou com a digitalização original para verificar a qualidade da peça usando o Geomagic Control X. A qualidade dos itens também pode ser verificada por inspeção de protótipo; ou seja, quando a peça é testada em cada etapa do processo de produção da máquina em que a Mammoth realizou reparos ou melhorias.

Trabalhos em Tempo Recorde da Mammoth

Os benefícios da digitalização em 3D são efetivamente demonstrados durante os trabalhos de resposta a emergências da Mammoth. Um exemplo elucidativo ocorreu quando a empresa precisou recriar uma matriz com 150 mm de diâmetro para uma grande estação de trefilagem da Southwire Company.

A Southwire é um grande fabricante de fios e cabos elétricos feitos de vários materiais e para diversas aplicações, bem como máquinas de fundição de barras e outros produtos originais. Ao receber um novo equipamento, a equipe da Southwire percebeu que a matriz da estação de trefilagem era pequena demais e não poderia ser usada, possivelmente por algum dano durante o transporte. O instalador de máquinas já havia ido embora e não voltaria à instalação tão cedo. Isso fez com que a Southwire perdesse sua capacidade de produção.



À direita, um componente de plástico que era pequeno demais para a necessidade da Southwire. À esquerda, um componente equivalente de alumínio usinado que atendia às especificações adequadas. (Imagem fornecida pela Mammoth Machine + Design.)

Como a Digitalização em 3D Acelera a Engenharia Reversa

Para conseguir uma nova matriz o mais rápido possível, a empresa entrou em contato com a Mammoth Machine + Design. A Mammoth foi até o local e retirou a matriz inutilizável para levá-la até sua sede.

“Foi realmente um caso de gerenciamento de projeto urgente. Eu estava falando com nossos engenheiros, enquanto voltava da fábrica, para pedir que buscassem os materiais e preparassem a oficina. Foi uma mudança de dinâmica em relação ao que fazemos diariamente. Foi uma correria, sem dúvidas. Em um projeto de resposta a emergências como esse, todos acabam se envolvendo. Todos deixam de lado seus projetos de longo prazo e quem está à frente do projeto começa a convocar os outros profissionais,” relembrou Bahar.



Bahar com várias peças fabricadas e um FARO Edge ScanArm.

Quando a matriz chegou à oficina da Mammoth, ela foi digitalizada em 3D usando o FARO ScanArm. A equipe coletou dados de todos os principais pontos necessários para a montagem no novo equipamento de trefilagem com precisão de centésimos de milímetro. A qualidade da digitalização da matriz foi verificada na presença de um engenheiro da Southwire antes que ele fosse embora.

A usinagem da matriz durante a noite “levou nada menos do que 12 horas”, segundo Bahar. Na manhã seguinte, a matriz foi levada para a Southwire, onde foi instalada e testada. O teste mostrou a necessidade de uma pequena alteração. Então, a matriz foi levada novamente até a Mammoth para que o ajuste fosse feito.

Mesmo assim, o equipamento começou a operar ao fim do dia seguinte.

Bahar estima que o trabalho completo levou cerca de 31 horas, incluindo a revisão. No entanto, a digitalização completa levou apenas uma hora.

“Acho que teria sido impossível sem o ScanArm. Se precisássemos usar um HandySCAN ou um scanner comum, talvez o processo de digitalização tivesse levado seis ou sete horas.”

Ali Bahar,
CEO da Mammoth Machine + Design.

O Futuro da Engenharia Reversa

O poder da digitalização em 3D e das novas tecnologias de fabricação está apenas começando a ser notado. Em casos como o da Mammoth Machine + Design, as ferramentas comprovaram que podem fornecer produtos e serviços em tempo recorde, mas novos métodos de design também estão sendo desenvolvidos e podem trazer vários benefícios e recursos jamais vistos para uma produção rápida de peças.



Ao fundo, um suporte aeroespacial de metal produzido com design e processo de fabricação tradicionais. No primeiro plano, uma peça impressa em 3D com topografia otimizada.

Em especial, a otimização topológica e o design generativo agora são possíveis com a impressão em 3D. Ao eliminar áreas específicas de uma peça de forma seletiva, o engenheiro pode reduzir o peso geral dela, mas manter ou aumentar sua

resistência. Muitas vezes, os métodos de otimização topológica podem ser baseados em geometrias orgânicas da natureza, como a estrutura porosa e microscópica dos ossos.

Essas características são claramente vantajosas para alguns setores, como o aeroespacial e o automotivo, em que o pouco peso é essencial para reduzir custos e aumentar a velocidade. No entanto, a otimização topológica também pode reduzir o uso de materiais, e consequentemente os custos, em várias aplicações.

Para identificar o design com a melhor relação entre resistência e peso, talvez o designer precise de um software de simulação que possa calcular os esforços da peça. Depois, com ferramentas de design generativo, é possível criar várias iterações de design que atendam aos critérios necessários usando algoritmos de inteligência artificial. Após a criação de várias opções, a melhor será selecionada.

A maioria das geometrias criadas com design generativo e otimização topológica não pode ser fabricada usando ferramentas tradicionais, como moldagem por injeção ou usinagem por controle numérico computadorizado (CNC). Devido à natureza aditiva, em que o material é depositado ou fundido camada por camada, a impressão em 3D costuma ser a única tecnologia capaz de produzir essas formas exclusivas.

Pensando nisso, não é difícil imaginar que as novas ferramentas de design e fabricação serão combinadas à tecnologia de digitalização em 3D, em constante evolução, e isso irá revolucionar a engenharia reversa. É possível imaginar que uma empresa como a Mammoth não só poderia digitalizar em 3D e fabricar uma peça de reposição para um cliente, mas também melhorar a relação entre resistência e peso do componente antes da impressão em 3D.

A digitalização em 3D e outras tecnologias em evolução coexistem em uma relação simbiótica. Quando uma delas avança, as outras avançam naturalmente, melhorando todo o ecossistema.

[Leia outros estudos de casos da FARO no site www.faro.com](http://www.faro.com)

FARO Technologies, Inc. | 250 Technology Park | Lake Mary, FL 32746