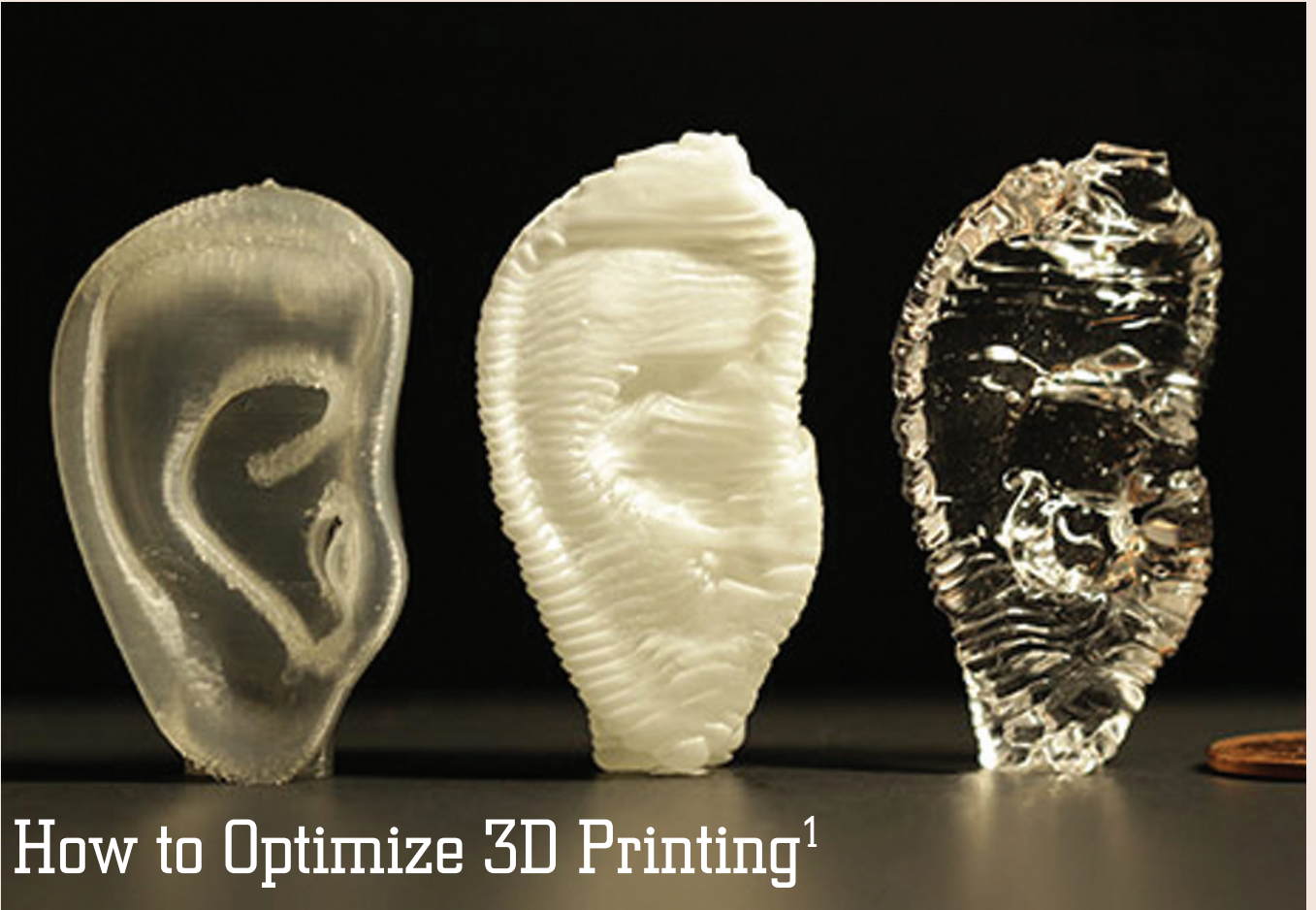


Üç Boyutlu Baskıda Optimizasyon Nasıl Yapılır?



How to Optimize 3D Printing¹

Mark Crawford²

¹ ASME dergisinin Ağustos 2018 tarihinde yayımlanan bu makale (www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-design/how-to-optimize-3d-printing) Dr. Ümit Keskin tarafından dilimize çevirilmiştir.

² Mark Crawford, ASME.org için yazılar yazan bağımsız bir yazardır.

Eklemeli imalat ve üç boyutlu baskı aslında her zaman duyduğumuz kadar kolay gerçekleştirilmemektedir. Karmaşık veya kendisinden yüksek performans beklenen parçaların üç boyutlu

baskısında karşılaşılan en büyük zorluklardan bir tanesi, sorunsuz bir baskıyı gerçekleştirmek için gerekli olan çok sayıda proses parametresinin optimizasyonunun yapılmasıdır. Bu, deneysel baskı yöntemleri ge-

rektiren yumuşak, deforme olabilen malzemeler veya sıvı benzeri reçineler kullanılırken özellikle geçerli olmaktadır.

Örneğin, standart malzemeler için tipik olarak beş adetten on adede kadar ana baskı parametresi bulunmaktadır. Bu parametrelerin her bir tanesi için beş seviyenin gözden geçirilmesi, milyonlarca muhtemel ayar kombinasyonunun basılmasına neden olabilmektedir. Baskı karakteristikleri ile ilgili yeterli bilgi olmayan bir deney malzemesi araştırılırken kombinasyonlar daha da zorlaşmaktadır. Örneğin, eğer deney malzemesinin beş seviyede araştırıldığı 20 baskı parametresi bulunmaktaysa, araştırmacıların göz önünde bulundurulacakları baskı ayar kombinasyonlarının sayısı trilyonlara ulaşabilmektedir.

Bu yükün bir kısmını hafifletmek amacıyla, Carnegie Mellon Üniversitesi'ndeki araştırmacılar "uzman rehberliğinde optimizasyon (URO) stratejisi" dedikleri bir stratejiyi geliştirdiler. Uzman rehberliğinde optimizasyon stratejisi, bir parçanın üç boyutlu baskısını gerçekleştirmek için gereken parametrelerin en iyi kombinasyonunu bulmak amacıyla zamandan tasarruf ederek ve ihtiyaç duyulan iteratif adımların sayısını azaltarak bir optimizasyon algoritması ile uzman görüşlerini birleştirmektedir.

Uzman Rehberliğinde Optimizasyon Yöntemi Nasıl Çalışmaktadır?

Bir mühendislik öğrencisi ve doktora derecesi adayı olan Sara Abdolahi, kendi araştırma projesinin bir



Araştırmacılar, yumuşak malzemeler kullanılarak yapılan üç boyutlu baskının optimizasyonunu gerçekleştirmek amacıyla yeni bir yaklaşım geliştirdiler.



 Carnegie Mellon Üniversitesi

parçası olarak giyilebilir bir nabız oksimetresi için kullanılan hastaya özgü, yumuşak bir sensörü üç boyutlu baskı ile yazdırmaya çalışıyordu. Kaliteli bir baskı elde edene kadar yönlendirdiği pek çok parametreyi takip etmenin bir yolunu bulmak istiyordu. Abdollahi, bir

hesaplama programı ile elektronik bir tablo oluşturdu ve bu tabloda bütün parametrelerle ilgili yaptığı değişiklikleri kaydetti, sonuç olarak ise ayrıntılı bir veri seti ortaya çıktı.

Abdollahi, "Her ne kadar baskıların pek çoğu düşük kaliteye sahip olsa

Uzman rehberliğinde optimizasyon yöntemi sıvı polidimetilsiloksan elastomer reçinesi kullanmaktadır

da ya da bünyelerinde basit hatalar barındırsalar da daha sonraki iterasyon adımları içerisinde aynı hataları yapmaktan imtina etmek için kullanmış olduğum parametrelere başvurabilmekteyim," diyor.

Abdollahi, yumuşak malzemelerin üç boyutlu baskılarını gerçekleştirmede kullanılan parametrelere ilişkin daha akıllıca kararlar almak amacıyla verileri kullanmak için bir yol bulmada mühendislik ve kamu politikası yardımcı doçentlerinden Alex Davis ile iş birliği yaptı.

Nihayetinde, Abdollahi ve Davis birlikte karar alma ya da verme sürecine "uzman görüşlerini" de dâhil ederek uzman rehberliğinde optimizasyon stratejisini geliştirdiler.

Davis, "Uzman rehberliğinde optimizasyon yönteminin amacı, hem uzman bilgisi hem de geleneksel arama algoritmalarını açık bir şekilde birleştiren etkili bir arama algoritması meydana getirmektir,"

diyor ve "Öğrenen makinaların tipik olarak büyük/fazla veri için yararlı olduğunu düşünüyoruz, ancak uzman rehberliğinde optimizasyon yöntemi çok az veriye sahip olduğumuz veya elimizde hiç verimiz olmadığı zaman ve uzman görüşünü temel almamız gerektiği zaman işe yaramaktadır, daha sonra arama algoritmalarının ve uzmanların bilgilerinin bir araya getirilmesiyle birlikte nihayet küçükten büyük veriye etkili bir şekilde geçiş yaparız," diye ekliyor.

Abdollahi de "Bir mühendis için bu çalışmanın belki de en yenilikçi yanı, karar bilimi alanından ödünç alınan bir kavram olan uzman müdahalesinin bir üretim sürecinin optimizasyonuna dâhil edilmesidir," diyor. "Bu yaklaşım, bir bakıma bir önceki dağıtım olarak hizmet veren uzman bilgisiyle bir optimizasyon problemini çözmek için Bayesçi istatistik tekniği kullanmaya benzetilmektedir," diye de ilave etmektedir.

Uzman rehberliğinde optimizasyon, sıvı polidimetilsiloksan elastomer reçinesinin üç boyutlu baskısının düzenlenmesi ve optimizasyonunun yapılması için geliştirilmiştir. Polidimetilsiloksan, giyilebilir sensörlerde ve tıbbi cihazlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışma için araştırmacılar, yumuşak, hassas malzemelerin destekleyici bir jel banyosu içerisinde basıldığı serbest-biçimli tersinebilir yerleştirme adı verilen bir baskı yöntemi kullanmıştır.

Uzman Rehberliğinde Optimizasyon üç adımdan oluşmaktadır:

1. Başlangıç parametre alanı, faktörleri ve faktör seviyelerini seçmek için uzman taraması yapın ve algoritma aramak için gerekli sınırları oluşturun.
2. Bu sınırlar içinde arama yapmak için en iyi parametrelerin "yerelde optimum" olan bir kombinasyonunun elde edilmesini sağlayan bir tepeye tırmanma algoritması etkinleştirin.
3. "Yerelde optimum" olan çözümü iyileştirmek için yeni faktörleri veya yeni parametreleri sınırlar içinde denemek için daha fazla uzman görüşü gerekmektedir. Daha gelişmiş bir çözüm elde edene kadar bu işlemi yineleyin.

Ekip, algoritmayı, çok faktörlü bir puanlama sistemine göre değerlendirilen iki kalibrasyon nesnesine, içi boş bir silindire ve beş taraflı içi boş bir kübe uyguladı. Daha sonra optimum baskı ayarları, bükümlü bir vazo, su damlası, ayak parmağı ve kulak gibi üç boyutlu karmaşık PDMS ve epoksi nesnelere daha önce elde edilemeyen bir ayrıntı ve doğruluk seviyesinde basmak için kullanıldı.

Geleceğe Yönelik Olasılıklar

Uzman rehberliğinde optimizasyon, birleştirip yığarak modelleme, stereolitografi ve toz yatağı bazlı eklemeli imalat prosesleri de dâhil olmak üzere çok çeşitli tekniklerde üç boyutlu baskının optimizasyonunun yapılması için çok uygundur.

Aynı zamanda, sistematik olduğu için, yeniden üretilen, yüksek kaliteli, alışılmadık dışında malzemeler sağlayan en önemli parametrelerin keşfedilmesi bakımından da bir potansiyele sahiptir.

Abdollahi, "Örneğin beş taraflı küp için baskı oryantasyonunun kritik öneme sahip olması gerektiğini tespit ettik ve böylece puanlarda 15'ten 20'ye bir artış gerçekleşti. Buna ek olarak, uzmanın yeni bir parametre alanına girmesinin sağlanması diğer optimizasyon yöntemlerine kıyasla uzman rehberliğinde optimizasyon yöntemine özgüdür ve bu üç boyutlu baskı yapılmış parçaların doğruluğunun teminiyle ilgili önemli gelişmeler sunabilir," diyor.

Her ne kadar Abdollahi uzman rehberliğinde optimizasyon yönteminin gelecekte nasıl kullanılacağı konusunda herhangi bir tahminde bulunmamış olsa da, "daha önce akla gelmeyen pek çok alanda uygulanacağını görmeyi umuyorum, çünkü geniş bir şekilde ele alındığında uzman rehberliğinde optimizasyon yöntemi ortak bir hedefe ulaşmak için insan ve makinalar tarafından sağlanan girdilerin birbirinin iç içe geçmesini içermektedir. Uzman rehberliğinde optimizasyon yöntemini diğer üretim süreçlerinin hepsine uygulandığını ve henüz iyi anlaşılmamış, hakkında çok az bilgi mevcut olan sistemlerin optimizasyonuna yardımcı olmada yararlı olduğunu görmek isterim," diye ekliyor. ◀◀