

レーザスキャンニング技術が3Dプリンティングを強化

骨、靭帯、腱を持つロボットハンドは、まるでSF映画に出てくるもののように聞こえる。しかし、それは実際、本物である。それはスイス連邦工科大学チューリッヒ校 (ETH-Zurich) の研究者チームと、米マサチューセッツ工科大学 (MIT) のアディティブ・マニュファクチャリング・スタートアップ企業のインクビット社 (Inkbit) のエンジニアのお陰である (図1)。

共同研究チームは、Vision Controlled Jetting (VCJ) と呼ばれるレーザスキャン技術を開発した。これはレーザと高フレームレートカメラを使用してプリント面を連続的にスキャンするインクジェット蒸着プロセスである。

従来、3Dプリンターはオブジェクトをレイヤーごとに構築する。その後、

各層は紫外線 (UV) ランプ下で即座に硬化される。各硬化ステップ後、表面の凹凸が削り取られるが、これはポリアクリレートなどの速硬化性材料でのみ機能する。硬化の遅いポリマーは、固化に時間がかかるため、プリンティングプロセスを妨げる。

チオールエンやエポキシなどの低硬化ポリマーは、従来の速硬化ポリマーよりも最終的に堅牢で耐久性があり、UV光や湿度に耐性があり、より高度な弾性特性があるので、研究者によると、例えば医療用インプラントや臓器チップ (organs-on-a-chip) などの生物学医学製品に極めて有望である。

ETH-Zurich のソフトロボティクスラボの研究者、トーマス・ブフナー氏 (Thomas Buchner) の説明によると、

図1 研究者たちは、独自のレーザスキャンニング技術を利用して、さまざまな硬質および弾性ポリマーから、骨、靭帯、腱を備えたロボットハンドを、すべて単一のより効率的なプロセスで3Dプリントした



VCJアプローチにより、プリントされた層をリアルタイムでスキャンし、硬化プロセスの前に表面の凹凸を即座にチェックできる。しかも、プリンティングプロセスを遅らせることなく実行される。VCJはスキャンデータを使用し、連続する各層の平坦度を非接触で補正する。従って、「機械式平坦化装置を使用する従来の接触式インクジェットプリンターでは目詰まりするUV安定性や弾力性などの有利な機能を備えた」材料の使用が可能になる、とブフナー氏は話している。

VCJのお陰で、柔らかく、弾力性があり、硬い材料を3Dプリントして、繊細で複雑な構造を構築できる。骨、靭帯、腱などの多面的な機能を備えたチームのロボットハンドは、その最たる例である (図2)。また、硬化の遅いプラスチックは寿命が長い。VCJシステムによるプラスチックのプリントは「研究や商業用途には重宝である」と同氏は話している。

背景

VCJシステムの開発は、約8年前にACM Transactions on Graphicsに掲載された研究から始まった。この最初の研究では、MITのチームが開発した初期プリンターの拡張の一部として、フルフィールド光干渉断層撮影 (OCT) セットアップを使用した。インクビット社のエンジニアリングディレクター、アーロン・ウェーバー氏 (Aaron Weber) によると、そのオリジナルのスキャナーは技術的要件を満たしていたが、最終的には商用3Dプリンター

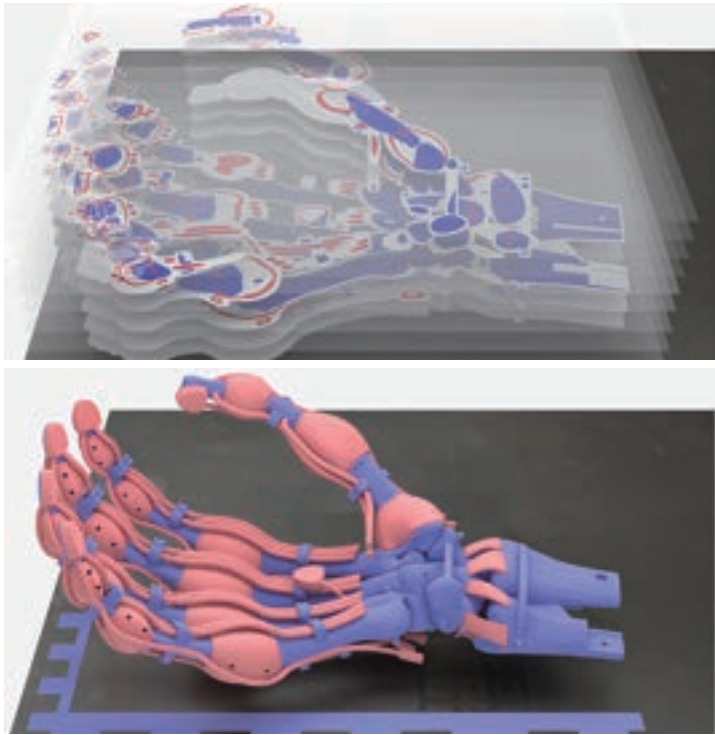


図2 3Dプリントされたロボットハンド全体の概略図

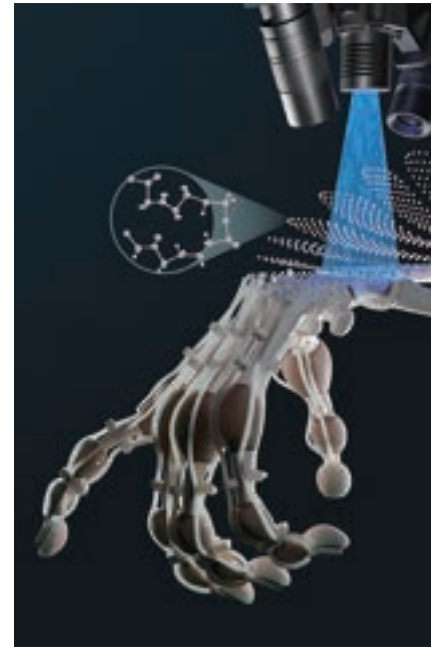


図4 VCJレーザスキャン技術により、研究者は複雑なロボットを3Dプリントすることができる

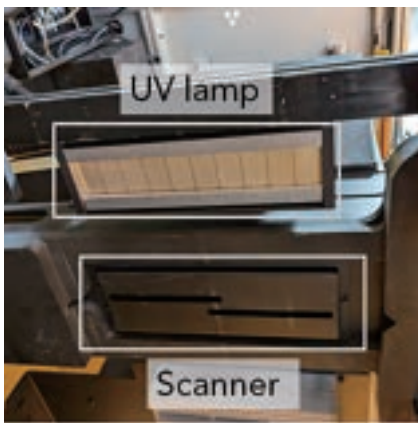


図3 VCJスキャナーシステムを備えたインクビット社の3Dプリンターモジュール

に実装するにはコストがかかりすぎた。セットアップもかなり遅かった。

その技術をさらに発展させることで、チームは3Dスキャンシステムを従来の三角測量に基づくものに変更することができ、より費用対効果の高いアプローチをとることができた(図3)。

「コスト、速度、分解能の要件は、カスタムメカニカルパッケージに搭載された既製の部品を慎重に選択することで達成できた。今では、スキャン

グアーキテクチャ全体を変更することなく、材料特性の変化に合わせて個々のコンポーネントを柔軟に交換できるようになった」と、ウェーバー氏は、話している。

2020年にETH-Zurich チームが参加した。「技術的には、2021年からマルチマテリアルをプリントし、大規模にプリントできるようになった。われわれは共に、VCJ技術を現在の状態に押し上げたのである」と、ブフナー氏はコメントしている。

ETH/インクビット社チームの次の課題は、ロボティクスアプリケーションに焦点を当てることである(図4)。ブフナー氏によると、ビジョン制御プリンティング技術によって実現されるカスタマイズされたソリューションの開発にチームは取り組んでおり、柔軟かくて硬い構造が生体細胞のスcaffo

ールドをどのように提供できるかを調査する予定である。

同氏は、調査すべき他の分野として人工知能(AI)、仮想現実(VR)、メタバースを挙げている。3Dプリンティングの進歩により、デジタルのアイデアが現実のものになる。生成AIは3Dオブジェクトの作成を開始できる。これは、VCJが関与する3Dプリンターは「マテリアルボクセルの配置がどれほど複雑であっても」実現できる、とブフナー氏は話している。

「今では、カスタマイズやパーソナライズされた製品をより迅速に構築できるようになった」と同氏は付け加えている。「プロトタイピングは最終製品に近づけることができ、組み立て時間は完了時に最小限に抑えられ、機能システムは単一のプロセスでプリントできる」。(Justine Murphy)

参考文献

(1) P. Sitthi-Amorn et al., ACM Trans. Graph., 34, 4, 129, 1?11 (Jul. 27, 2015); <https://doi.org/10.1145/2766962>.