

VR 血流シミュレーションで心臓血管インタベンション改善

デューク大学バイオメディカルエンジニアは、巨大な流体力学シミュレータを開発している。これは、全身動脈系を流れる血流を細胞以下の分解能でモデル化できる。その取組の目的の一つは、医師に処置計画のガイダンスを提供することである。これは、医師が患者の特別な脈管構造をシミュレートし、ステントの設置、導管挿入、他の血流代替のための形状変更などの決定が、手術結果にどのように影響するかを正確に予測することによって行う。



図1 研究者 Harvey Shi は、新しい仮想現実(VR)インターフェースを実証。医師は、これを使って、患者毎にステントをどこに設置するかなど、医学的決定に直ちに役立てることができる。

しかし臨床採用のための最大の障壁の一つは、ユーザインターフェースの開発である。コンピュータサイエンスの専門家を必要とすることなく、医師が簡単にオプションを検討できるようにするためのユーザインターフェースである。どんなプログラマーでも言うように、どんなタイプのバックグラウンドの人でも素早くマスターできる滑らかで直感的なインターフェースの設計は、途轍もない課題である。

Computational Science に発表された論文で、デュークの研究者は、HARVEY と言う血流シミュレーションツール用にユーザインターフェース作製を報告した。これは、研究チームの新分野への初の進出である。チームは、標準のデスクトップディスプレイから没入型仮想現実経験まで様々なインターフェースを検討した。ユーザが楽に標準マウスとキーボードを使い、同時にインターフェースの中には、さらに将来的なものが

普及するカギとなるようなものもあると判断した。

「HARVEY には、現在、C コーディングとコマンドラインインタフェースの知識が必要であり、したがって、実際にプログラムを使える人は限られる」とデュークのパイオメディカルサイエンス准教授、Alfred Winborne と Victoria Stover Mordecai は話している。「この論文は、だれでも Harvey を使えるように、われわれが開発した Harvis という GUI を紹介している。ステントの最適設置を探っている外科医、新しいタイプのステントをいっしょに設計しようとしている生体医学研究者たちのいずれでも使える」。

Randles は、約 10 年前から HARVEY を開発している。当時、HARVEY が患者特有の大動脈や、他のもっと長い管形状を通る血流を正確にモデル化できることを同氏は実証した。さらに、そのプログラムが、全身規模で、3D 血流をモデル化できることも示した。

HARVEY を機能させることで、Randles は、研究者の脳動脈瘤ステント治療や動脈瘤発達の理解を手助けした。同氏は、末梢動脈障害の迅速、非侵襲的な検査方法を開発し、循環するガン細胞がどのように多様な組織に付着するかについて理解を深めた。コードの計算能力の着実な進歩と実世界アプリケーションにおける実証された有用性により、Randles は現在、他の者がその能力を確実に活用できるように取り組んでいる。

「米国では、死因の No.1 は、引き続き心疾患であるので、治療計画と結果の改善力は大きな課題である。VR/AR デバイスの成熟と有効性により、われわれはこれらの技術が、そのようなデータとの相互作用で果たす役割を理解する必要がある。この研究は、心疾患と闘う将来のソフトウェア開発のために、必要性が高いステップである」。

新しい研究では、Randles と生体医用工学のメンバー、研究助手 Harvey Shi、院生 Jeff Ames は、開発中の Harvis インタフェースをテストした。医学生と生体医学研究者に 3 つの異なる状況をシミュレートするように依頼した。2 つの血管の間に導管を設置、血管のサイズを拡大または縮小し、あるいは血管内にステントを設置する。テストユーザは、標準マウスまたはコンピュータスクリーンのいずれかを利用してこれらのタスクを実行した、“Z-space”半没入型 VR デバイス、または HTC Vive ディスプレイデバイスを用いた完全没入型 VR 経験のいずれかである。

結果が示しているのは、大半のケースで定量的、定性的に、学生と研究者は、標準マウスとキーボードインタフェース、完全没入型 VR インタフェースを同等に使えたという

ことである。しかし、半没入型ディスプレイは、基本的にモニタと 3D グラスをともなう特殊ポインティングツールであり、これは他の 2 つのデバイスの下にランクされた。独特のハードウェア設定と制御に調整する際にユーザがいくつかの問題を感じたからである。

研究は、他のシミュレートされたワークフローのために一般化可能な設計も提示し、似たようなプラットフォームに拡張できる Havis の設計原理に詳細な説明を展開した。

研究は、品質と効率で最も没入感が高いインタフェースと最も没入感が少ないインタフェースとの間に大きな差を見出せなかったが、Randles は、装置に対するユーザの反応に大きな差を認めた。

Randles の計画では、その 3D 血流インタフェースにより、医学生が、現在の標準よりも重要な知見を維持することに役立つかどうかを実験する。将来、このようなツールが、より直感的な VR インタフェースを使うことでステントの設置など、治療計画を支援できるようになる。