課題番号：LR003
助成額：129百万円

ライフ・イノベーション

理工系

平成23年2月10日
～平成26年3月31日

力覚触覚提示装置を用いた脳外科手術シミュレータの開発

近野 敦　北海道大学大学院情報科学研究科　教授
Atsushi Konno

専門分野
ロボット工学

キーワード
知能ロボット／ロボティクス／医用ロボット／情報機器・知能機械システム／ディジタルヒューマンモデル

WEBページ
http://scc.ist.hokudai.ac.jp/research/brainsurgery/brainsurgery-j.html

研究背景

脳神経外科手術では正常部位を傷つけず病変部のみを摘出する高度な技術が要求される．そのため手術訓練や手術計画立案を目的として手術シミュレータの開発が期待されているが，これまでの脳外科手術シミュレータは，病変部の部分モデルを用いていたり脳の変形を計算していないなど，訓練や手術計画立案には不十分であった．

研究目的・研究の特色

本研究では，全脳モデルを用い，手術時の手術器具と脳の接触に伴う脳の変形，手術器具への反力を忠実に計算し，仮想手術者に視覚的・力覚的にフィードバックする脳外科手術シミュレータを開発する．腫瘍摘出手術の一部を再現し，訓練・術前計画への応用が可能なシミュレータを目指す．

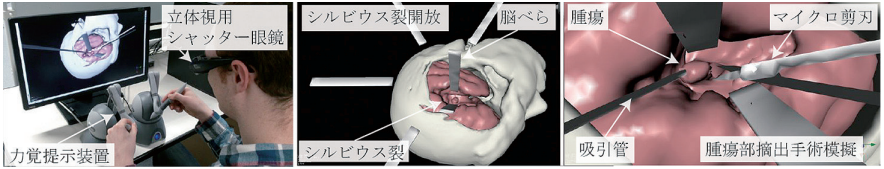
実績

代表論文：Journal of Robotics and Mechatronics, 23(4), 589-597, (2011)
受賞：杜の風賞，NECソリューションイノベータ株式会社東北支社（2014年7月25日）
特記事項：David Kirk氏によるGTC Japan 2014基調講演でCutting-edge research in Japanとして紹介(2014年7月16日)

研究成果

大規模モデル実時間シミュレーション技術の確立

9,126ノード，34,401要素，12,608表面三角要素からなる全脳モデルを作成し（図左），頭蓋骨と脳の接触判定（図中），複数の術具との同時多点接触判定，接触に伴う変形，脳組織の切断と破断，術具への反力を，ほぼ実時間（700 ms）で計算するシミュレーション技術を確立した．複数GPGPUの活用で，更なる高速化を目指している．従来のほとんどの脳外科手術シミュレータは病変部のみのモデルを用いていたため，術具に発生する脳組織からの反力や脳全体の変形を忠実に再現できていなかった．全脳モデルを用いた例もあるが，高速計算技術が十分に確立されていなかったため，計算1ループに数時間を要していた．
本シミュレータは，MRI画像，CT画像などから作成する患者個人の脳モデルを用いて医師が実際の手術の前に手術計画の立案や確認を行うことなどへ活用が期待される．



図左：脳外科手術ハプティックシミュレータ／図中：シルビウス裂開放模擬／図右：腫瘍部摘出手術模擬

2030年の応用展開

稀な症例や難手術が予想される場合，本手術シミュレータで十分な手術計画立案と手順の確認を行うことで，手術の安全性を高めることが期待される．また本技術を，実際の手術中の過大な力発生予測，脳組織破断予測，それに伴う警告など，手術支援システムへ応用することも期待できる．