

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	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
研究機関・部局・職名	北海道大学・大学院情報科学研究科・教授
氏名	近野 敦

【研究目的】

本研究では、仮想現実技術を用い、視覚・力覚・触覚情報を術者に提示する脳外科手術シミュレータを開発する。術者はモニタまたはヘッドマウントディスプレイに映し出される脳のCGモデルを見ながら、力覚・触覚提示装置（ハプティックデバイス）に取り付けられた術具（手術器具）を用いて、仮想環境内の脳のモデルに手術操作を行う。術具と脳組織との接触で生じる力が実時間で計算され、力覚・触覚提示装置で術者に提示される。本研究で開発する脳外科手術シミュレータは、症例の少ない難手術のトレーニングや、手術手順の確認や開頭部位の決定などの術前計画へ応用することにより、脳外科手術の安全性を飛躍的に高める効果が期待される。

脳外科手術の術技は多岐にわたる。そのなかで比較的共通に行われる基礎技術である、鋭的剥離（鋭利な術具を用いた切開を伴う病変部剥離）、鈍的剥離（切開を伴わず術具の押しつけによる病変部などの剥離）、腫瘍除去の模擬が可能なシミュレータを開発する。これらの基礎術技において、脳組織の変形やそれによって発生する反力を実時間で計算し、力覚・触覚提示装置で術者に力覚や触覚を提示する。またそのときに発生する応力や変形を視覚提示する。具体的な手術例として、シルビウス裂の奥にある島部に腫瘍がある状況を想定し、シルビウス裂の開放による病変部術野確保（鈍的剥離）、腫瘍剥離（鈍的剥離）、腫瘍摘出のシミュレーションを行い、開発するシミュレータの有効性を検証する。

本研究で開発する脳外科シミュレータは、鋭的剥離、鈍的剥離、病変部摘出といった脳外科手術に必要な基礎術技を、視覚、力覚、触覚を提示しながら模擬するもので、手術者の技術の向上に役立てることができる。特に病変部の鈍的剥離は、術具を押しつけて病変部と周囲の境界部に応力を集中し破断して剥離しようとする手技であるが、その際、過大な応力を作用すると正常な部位まで損傷させる危険性がある。手術模擬中の力覚・触覚情報を、視覚的にかつ実際の力覚・触覚情報を術者に提示することにより、術者は現在脳組織に作用している力を知ることができ、より安全な手術のための手技のトレーニングが可能となる。このように術者が手術模擬を通して充分にその術技を向上させることにより、脳外科手術の安全性を飛躍的に高める効果が期待される。

【総合評価】	
	特に優れた成果が得られている
	優れた成果が得られている
○	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】	
① 総合所見	
<p>研究環境の大きな変化にもかかわらず、研究申請書にあった所期の研究計画を一応一通り実行したことは評価できる。ただし、シミュレーション開発の初期段階から指摘していた臨床現場関係者との密接な連携の下で行われたとは言いがたい。最終的な評価実験は北海道大学で開発したシステムそのものではなく、簡易版のハプティックデバイスを組み込んだシステムを用いて東北大学で行われたことは理解に苦しむ。北海道大学の脳外科の医師に依頼すればすむことだと思われる。本課題のやり方では正しい評価実験がなされているとは言えない。評価実験が少ないので、実際の手術との操作感の違いが、力覚・触覚提示装置とそのシステムに起因するのか、脳組織のモデル化に問題があるのかも判然としない。複雑な脳組織の内部構造までを正確にモデル化するのは、相当の困難を有することは理解できるが、硬膜、くも膜までを入れた正確な全脳モデル作成が本研究の有用性を左右するので、今後の一層の努力を期待したい。</p>	

② 目的の達成状況	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 所期の目的が <p>(<input type="checkbox"/>全て達成された ・ <input checked="" type="checkbox"/>一部達成された ・ <input type="checkbox"/>達成されなかった)</p> <p>研究申請書の計画書と実施報告書を見る限り、一応所期の目的は達成されていると見なせる。しかし、実施報告は計画の一部を省略することで行われたり、実際に開発したシステムそのもので行われてはいなかったりするので、どの程度の完成度なのかは不明である。実用化レベルでの成果が期待されている研究プロジェクトなので、今後はこの研究成果を生かす意味でも、医師等の連携を深めるなどしてさらなるレベルアップが望まれる。</p>	

③ 研究の成果	
<ul style="list-style-type: none"> ・ これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が <p>(<input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が <p>(<input type="checkbox"/>創出された ・ <input checked="" type="checkbox"/>創出されなかった)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 当初の目的の他に得られた成果が <p>(<input type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない)</p> <p>精緻な全脳モデル、手術器具の仮想実装システム、巨大シミュレーションの高速演算法など、実際に使用に耐えうる物であれば、先進性・優位性が認められる。それを</p>	

確認するためには他の脳外科手術シミュレータとの定量的比較も必要であろうし、なるべく多くの医師の評価実験がなされる必要もある。現時点では先進性・優位性の判断は困難である。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(■見込まれる ・ □見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(■見込まれる ・ □見込まれない)

既存の脳外科手術シミュレータに対する具体的な優位性が不明確であり、関連分野への波及効果については現時点では判断ができない。ただし、方法論的には普遍性があるので、所望の目的が達成されれば、医師の技能レベルの向上に寄与することはもちろん、他の分野にも応用が期待できる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (■行われた ・ □行われなかった)

震災や人事異動などの研究環境の変化にもかかわらず研究計画に従って、一通り実施されたことは、総合的に見て研究実施マネジメントが適切に行われたことを示している。ただし、本研究課題のように学際的な研究では、医療関係者との連携が密接に行われることが望ましい。その点では、異動先の北大の医療関係者との連携が行われても良かったと思われる。

研究・開発の途中であることもあり、論文発表、会議発表は必ずしも多くはないのは理解できる。ただし、知財に関しては現在のところ取得されていないが、今後の展開を鑑みれば積極的に取得されることを望みたい。

国民との科学技術対話も適切に実施されたと評価できる。