

平成 22 年度研究開発成果概要書
「革新的な三次元映像による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」

(1) 研究開発の目的

平成 22 年度末においては、昨年までの研究成果を、ボリュームベース遠隔触覚協働環境構築に集約させ、JGN回線を使って、遠隔3地点間（東京・大阪2地点）でハプティックレートのボリュームベース遠隔触覚協働環境システムを実現し、オンラインリメッシュ型胆嚢・肝臓ボリュームモデルを用いて、複数人による低侵襲手術シミュレータのプロトタイプによる基本手術手技の試行実験を行い、通信パラメータ同期精度、変形精度、触覚提示精度を評価し、システムの性能と有効性等を検証する。この実験により、医学的見地から「視覚と触覚の一致」に関わる操作性、品質、対話性、リアルタイム性等を評価・検証する。プロトタイプの検証結果に基づいて、低侵襲手術シミュレータの機能および視触覚インタフェースの仕様を設計する。

(2) 研究開発期間

平成 21 年度から平成 22 年度（2 年間）

(3) 委託先企業

学校法人立命館 立命館大学＜幹事＞、滋賀医科大学、(株)アイネット

(4) 研究開発予算（百万円）

平成 21 年度	7
平成 22 年度	6

(5) 研究開発課題と担当

課題オ：超臨場感コミュニケーションシステム

課題オ-4「「どこでも高度医療」実現のためのボリュームベース遠隔触覚協働環境構築の研究開発」

1. 「どこでも高度医療」実現のためのボリュームベース遠隔触覚協働環境構築の研究開発（立命館大学）
2. シミュレータのプロトタイプを用いた基本手術手技の試行実験と検証（滋賀医科大学）
3. 低侵襲手術シミュレータ構築と仮想力覚情報高速通信の研究開発（(株)アイネット）

（６）これまで得られた研究開発成果

（22 年度）138 件

特許出願	国内出願	4
	外国出願	0
外部発表	研究論文	17
	報道発表	0
	その他研究発表	116
	展示会	1
	標準化提案	0

具体的な成果

課題オ-1. 「どこでも高度医療」実現のためのボリュームベース遠隔触覚協働環境構築の研究開発

1. 多地点遠隔触覚協働の手術訓練の技術

実時間で計算可能な剥離・摩擦モデルを開発し、インタラクティブな穿刺・剥離シミュレーションを実現した。柔軟物の変形情報はデータ量が多く、低遅延・高レートでの通信に課題がある。また遠隔多地点インタラクションでは、各地点の計算機のスペックの違いにより同時性の共有が困難である。そのため、省パラメータ・P2P 方式の遠隔触覚共有手法を開発した。さらに、シミュレーションタイム差に基づいて、低周期に同期パケットを交信することにより、各地点の同時性を共有できる。

2. 非一様柔軟物モデリング・シミュレーション技術

手術シミュレーションにおいては、幾何学的な非線形性が無視できない大きな変形が発生する。さらに柔軟物に触れた際の力覚提示を行うには、高い更新レートで変形シミュレーションを行う必要があり、計算コストが課題である。そのため、連続体力学ベースかつ非線形に対応し、適応的四面体格子表現に基づくオンラインリメッシュ型変形モデルを開発した。また、生体や臓器等は多様な形状を有し、物性が非一様であるため、対象物体の表面形状および内部の非一様性に対して、適応的に四面体格子を生成する手法を世界ではじめて開発した。加えて、剥離面などの動的に生じるサーフェスを、オンラインで適応的にモデリングする手法を開発した。

3. ボリュームデータの可視化と解析の技術

医用シミュレーションのユーザインタフェースとして、人体内部の見えない部位や 3 次元的な立体構造を可視化することが重要である。そこで、(1) CT や MRI

で取得した人体のボリュームデータをリアルタイムに可視化できる GPU レンダリング・エンジン、(2) 人体臓器群や手術器具などを高精細かつ立体感を伴って半透明表示できる粒子ベースレンダリング法、(3) 「曲率フィルタ」を利用した人体内部の立体構造の強調可視化法を開発した。また、肝臓データに対して、剥離・大変形に適したメッシュフリー構造解析技術による応力解析を実現した。

課題オ-2. シミュレータのプロトタイプを用いた基本手術手技の試行実験と検証

1. 市販の手術シミュレータの技術動向利用状況調査（滋賀医科大学）

シミュレータは普及し始めたが、施設内の設置台数も少ないことや、医師不足の現在では指導医が教育に十分時間をとることができないなどの理由から教育活用が十分ではない。さらに、市販シミュレータは単独動作のみであり、低価格で効率のよい集団教育に適したシステムが必要である。

2. 腹腔鏡シミュレータプロトタイプの作成と初期評価（滋賀医科大学）

腹腔鏡シミュレータプロトタイプを作成し、外科医による評価を行った。その結果を受け、改善点を総括し、必要性が高く短期に修正可能な点について改良を行った。さらに1対多を想定した、2台構成、3台構成のシステム化とその評価を並行して行った。未だ手術訓練に有効であるかの評価を行える段階ではないが、その有効性は十分に期待でき、それに向けての多岐にわたる改善点もあげられた。

課題オ-3. 低侵襲手術シミュレータ構築と仮想力覚情報高速通信の研究開発 発覚協働環境構築の研究開発

1. 低侵襲手術シミュレータ構築（(株) アイネット）

低侵襲手術シミュレータ構築のため、描画シミュレーションの高品質化、干渉および反力シミュレーションの高精度化、作業台プロトタイプのハード設計・開発を行った。描画シミュレーションの高品質化としては、手術シミュレーションの視覚的な高臨場感実現のために、内臓表面の光沢感や影、立体視などが不足していたため、弊社のサーフェスベース 3D レンダラ製品である「REMO」を使用することで実現した。干渉および反力シミュレーションの高精度化としては手術シミュレーションの変形および力覚的な高臨場感を実現させるために、臓器の表面レベルにおいて干渉判定を行い、表面ポリゴン単位での強制変移を計算するモジュールを新規に開発した。作業台プロトタイプとしては様々な試行錯誤が容易にできるように、また、最終的な成果物を見越して今後複数の種類の術式にも対応できるように、柔軟性の高い設計を目指し設計・開発を行った。