The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	実時間画像の空間的統合に基づく拡張現実感手術支援システムに関する研究
Author(s)	中本, 将彦
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43537
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名	中本将彦（なかもと まさひこ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　17122　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	**実時間画像の空間的統合に基づく拡張現実感手術支援システムに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　田村　進一 （副査） 教　授　橋本　昭洋　　教　授　竹村　治雄

論文内容の要旨

本論文は、筆者が大阪大学大学院基礎工学研究科（情報数理系専攻ソフトウェア科学分野）在学中に行った実時間画像の空間的統合に基づく拡張現実感手術支援システムに関する研究をまとめたものである。

計算機によって画像を空間的に統合した合成画像を提示する拡張現実感システムが手術支援のための体内透視技術として注目されている。手術支援システムにおいては幾何学的に整合性の高い統合が要求されるため、画像の空間情報を計測する3次元位置センサはシステム内で重要な役割を果たす。本研究では、拡張現実感手術支援システムにおける3次元空間情報の解析という観点から、(1)システム構築による実証(2)手術環境に応じたセンサ統合(3)システムの空間誤差解析を行うことを目的としている。

第一に、3次元位置センサによって手術中に獲得する超音波画像とビデオカメラの実写画像を統合するシステムを開発する。形状が既知の模型を用いた実験によって、超音波画像から再構成した模型の3次元モデルと実写画像内の模型とが臨床的に許容できる誤差内で重なることを示した。このシステムを乳癌切除手術に適用し、その有効性を確認した。第二に、特徴の異なる光学式センサと磁気式センサとを統合しそれぞれのセンサの短所を補うことにより、センサ単体では高精度な計測が困難な内視鏡手術のような手術環境に対応できる3次元位置センサを提案する。手術室内での実験により実際の手術を想定した配置において臨床適用可能な精度を達成できることを示した。また、この提案手法を用いた内視鏡手術支援システムを開発し、検証実験により臨床適用の可能性を示した。第三に、手術支援システムの精度保証を目指し、シミュレーションによるシステムの空間誤差解析を行う。これまでにもシステムの誤差解析は行われていたが、本研究ではその考えを推し進め、誤差解析によるシステム設計支援を試みている。解析の結果、本研究で提案したシステムの設計と誤差の関係が明らかになり、誤差解析がシステム設計に有用であることを示した。

論文審査の結果の要旨

手術支援は仮想現実感技術の代表的応用分野である。手術支援においては、他分野に比べて対象の表現・再現精度が厳しく問われる。本論文は、実時間画像の空間的統合に基づく拡張現実感手術支援システムに関する研究成果につ

いて述べたものである。本研究では、まず実際に乳癌を対象として臨床適用可能な手術支援システムの構築を行い、評価を行っている。このシステムでは手術中に3次元超音波画像を獲得することによって、これまで困難であった軟部組織の拡張現実感表示を実現しており、その精度は臨床適用に十分であることを示している。

また、多様な手術環境において手術支援システムを適用可能にするために、新たな3次元位置センサの統合方法を提案している。提案手法は、光学式3次元位置センサにおける視線遮蔽の問題と磁気式3次元位置センサにおける精度低下の問題を、両者を相補的に組み合わせることにより改善するものである。従来の統合方法と比較して、手術室内での校正が不要であり、計測範囲が広いという特長がある。この提案手法により医学的に手術支援の要請が強い内視鏡手術に上記のシステムが適用可能になり、実際に肝癌手術を対象としたシステムを構築し、評価を行っている。

さらに、このような拡張現実感システムの誤差解析をシミュレーションによって行っている。従来からもシステムの誤差解析は行われていたが、本研究ではその考えを推し進め、誤差解析によるシステム設計支援を試みている。上記で提案したセンサ統合方法を解析した結果、要求精度が1mmのとき、磁気式センサ単体と比較して計測範囲が2.5倍になることを示しており、誤差解析によって設計とシステム性能の関係が定量的に把握可能になったといえる。

以上のように本論文は、実時間画像の空間的統合に基づく拡張現実感手術支援システムの構築を行うとともに、誤差解析に基づくシステム設計という新しい枠組みを提案したものであり、複合現実感システムの発展に寄与するところ大であり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。