

論文内容の要旨

博士論文題目 弾性体操作における力覚情報の伝達に関する研究

氏名 箕輪 弘嗣

(論文内容の要旨)

近年、様々な分野において物体の操作時に得られる触感、特に力覚に関する情報（力覚情報）を伝達、共有することが望まれている。乳がんや前立腺がんの触診などがその例である。力覚情報は視覚とは異なり、対象に直接接触しなければ得ることができず、映像のように記録したり、伝送したりすることが難しい。そのため、力覚情報を空間や時間を越えて伝達する手法の開発が求められている。

本研究では、生体組織などの弾性体操作時に得られる力覚情報を、時間的、空間的制約を越えて伝達するための手法を提案する。

はじめに空間をこえてスケーリングした力覚情報の呈示方法について、光ピンセットの操作を例として述べる。すなわち、細胞などの小さな弾性体を操作したときに生じる微小な反力を、空間的制約を越えて、かつ操作者が知覚できるようにスケーリングして伝達する方法について検討した。実時間画像処理と力学計算に基づいて、光ピンセット操作時に発生した補足力を算出し、任意にスケーリングした反力を実時間で操作者に提示することが可能なシステムを開発した。

次に、たとえば医療における触診やメス操作などの技能伝達のモデルとして、教師による模範的操作の過程で生じた力を、時間を越えて学習者に伝達するための手法を検討した。力覚の伝達方法として、力を加えた位置とその際の反力を時系列情報として記録し、学習者へは、その記録した情報を呈示することのできるVRシステムを作成した。この際、教師の操作軌跡を正確に追跡しやすいように、拡張遠近法と誤差をあらわす円指標を組み合わせたインターフェースを考案した。評価実験によって、このインターフェースを用いれば、学習者は比較的正確に教師の軌跡をなぞることが可能で、対象弾性体からの力覚を追体験できることを示した。

氏名	箕輪 弘嗣
----	-------

(論文審査結果の要旨)

平成19年1月24日に開催した公聴会の結果を参考に、平成19年2月9日に本博士論文の審査を実施した。以下に述べる通り、本博士論文は、本学位申請者が情報工学の分野で開発研究活動を続けていくために必要な素養を備えていることを示すものである。

箕輪弘嗣は、本博士論文において、生体組織などの弾性体操作時に得られる力覚情報を、時間的、空間的制約を越えて伝達するための手法を、2つのシステムを作成することによって提案している。すなわち、1) 空間をこえてスケールリングした力覚情報の呈示方法について、顕微鏡の光ピンセット操作システムを例として、実時間画像処理と粘性抵抗の理論的計算に基づいて、光ピンセットに発生した補足力を算出し、任意にスケールリングした反力を実時間で操作者に提示することが可能なシステムを開発した。さらに、2) 教師による模範的操作の過程で生じた力を、時間を越えて学習者に伝達するための手法を検討し、教師が力を加えた位置とその反力を時系列情報として記録して、その情報を学習者へ随時呈示し追体験することのできるVRシステムを作成した。この際、教師の操作軌跡を正確に追跡しやすいように、拡張遠近法と誤差をあらゆる円指標を組み合わせた新しいインターフェースを考案した。

本論文の手法は、力覚の伝達における時間的あるいは空間的制約を軽減するための先駆的で基礎的な試みであり、研究対象にもその手段にも新規性があり、マルチメディアの中でも力覚の取り扱いに関する情報工学の発展に貢献するものである。

よって、本論文は、博士(工学)の学位論文としての価値があるものと認める。