

(第3号様式)(Form No. 3)

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏名 (Name) 山岡 正和

論文名: 力覚を有するレオロジー物体シミュレーションの表現力向上に関する研究
(Dissertation Title)

コンピュータによって現実世界を再現するバーチャルリアリティ(virtual reality : VR)は、日々の生活を豊かにする技術として注目されている。エンタテインメントでは、映画やゲームといったコンテンツにおいて、キャラクタ・道具・地形が計算機上に生成されて仮想的な世界が構築され、我々を楽しませている。教育分野では、コンピュータグラフィックスと実写の両方を映像に登場させることができるバーチャルスタジオにおいて、コンピュータ上に表現された三次元の物体を教材にする方法が考えられている。スライドやディスプレイによる二次元表現では説明の困難な情報でも、コンピュータグラフィックスで表現された立体的な教材を採用すれば視覚的にわかりやすく教えられる。教育に娯楽的要素を取り入れた研究として、立体形状の操作を伴う遊びである“ハノイの塔”が計算機上に再現されており、コンピュータ上に存在する物体に触れたときの感触(力覚)が装置から感じられる。

このようなVRの応用分野では、いかに物体を計算機上に構築するか、すなわち仮想物体の表現が非常に重要となる。仮想物体の表現においては、まず第一に変形させることができる物体を構築する必要があるものの、VRの先行研究では変形しない剛体を扱う場合が多い。一方、仮想物体に触れたときの感触を伝えることで高い現実味を得られるが、従来のコンテンツでは視覚・聴覚のみを採用したものが大多数である。そのため、誰もが簡単に表現力の高い仮想物体を作り出せるわけではない。仮想物体における変形の表現は、形状を変えることができるレオロジー物体を計算機上に構築することで実現され、さらに物体に触ると感じる力覚の提示によって現実味のある仮想物体を表現することが可能である。

レオロジー物体とは、変形する物体の一種であり、仮想物体として構築することで幅広い種類の物質を再現できる。仮想物体の変形を実現するために従来から研究されてきた物体は、弾性体や塑性体であるが、レオロジー物体のように多彩な変形動作を表現できない。なぜなら、弾性体は変形させた形状を維持する性質を全く持っておらず、逆に塑性体は元の形に戻ろうとする特

性がないからである。レオロジー物体は形状の維持・復元どちらの性質も持ち合わせており、形が変わっても自律的にある程度だけ元に戻る。そのため、計算機上にレオロジー物体を構築できれば、表現できる仮想物体の種類が増える。

一方、物体に触れたときに感じる力覚の提示により、仮想物体が現実存在するかのような感覚を得ることができる。なぜなら、力覚提示によって、柔らかさ、重さといった視覚だけでは捕らえられない情報が伝わるため、その感覚が物体の現実味を増すからである。さらに力覚の精度が高いほど、その現実味も感じやすくなる。力覚を提示することで仮想物体とのインタラクティブ性が向上する。

しかし、様々な種類の仮想物体を構築するのは簡単ではない。レオロジー物体は剛体と違い変形動作に関する設定があり、構築に手間がかかる。また、人間が正確に知覚可能な力覚を提示するには、更新周期1000Hz以上での高速計算が要求される。そのため、仮想物体の情報量が多くなるほど計算に負担がかかり、力覚を提示することが容易ではない。高い表現力を持つ仮想物体を作り出すには、レオロジー物体の構築作業に多大な時間を費やし、情報量の多い仮想物体でも力覚提示を実現可能な方法を用意する必要がある。

本研究では、レオロジー物体を簡単に作成することができる手法を考案し、計算の負荷を抑えて力覚を提示しやすくすることで、現実に忠実な変形特性ではないものの多彩な種類の物体を再現可能な、表現力の高い仮想物体の容易な構築を目指す。目的を達成する方法として、レオロジー物体を簡単に構築する手法と、仮想物体の情報量が多くとも力覚を提示可能にする手法を考案した。

本研究により、レオロジー物体構築と力覚提示を実現することで、表現力のある仮想物体を構築しやすくなるという結論が得られた。