



Title	計算機合成ホログラムにおける光線追跡法を用いたレンダリング手法に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	市川, 翼
Citation	北海道大学. 博士(情報科学) 甲第11304号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/55557
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Tsubasa_Ichikawa_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 市川 翼

審査担当者 主査 准教授 坂本 雄児
副査 教授 山本 強
副査 教授 荒木 健治
副査 教授 長谷山 美紀

学位論文題名

計算機合成ホログラムにおける光線追跡法を用いたレンダリング手法に関する研究
(Study on Rendering Techniques with the Ray Tracing Method for Computer Generated Hologram)

近年,3次元表示技術への注目が高まってきており,様々な方式の3次元ディスプレイが開発されている.ホログラフィは理想的な3次元表示技術と言われており,実物体と同様の光波を再現することで自然な3次元映像視聴を可能とする.

本論文の研究対象である計算機合成ホログラム (Computer-Generated Hologram: 以下 CGH) とはホログラフィの記録過程における仮想物体からの光波の伝搬,干渉を計算機によってシミュレートすることで作成されるホログラムである.しかしCGHにおいてCGのような写実的な再生像を表示するためのレンダリング技術が未確立であるということやCGH計算に膨大な時間を必要とするという問題点がある.そこで本研究ではCGHにおけるレンダリング技術に着目し,上下左右両方の視差を持つリアリスティックな3次元像を表示する高速CGH計算法を提案している.

ホログラフィでは視点の移動に伴う運動視差の表現が必要となる.本研究ではホログラム面を複数の要素ホログラムと呼ばれる小さなホログラムに分割し,それぞれの要素ホログラムの中心より光線追跡法を用いて領域ごとに要素ホログラムの点光源集合を生成することで視差の移動に対応した隠面処理を表現している.要素ホログラムごとに正しい奥行きを持った像が再生されるため自然な3次元像の観察を可能としている.光線追跡法を用いているため反射特性や多重反射による映り込み,屈折,透過処理などの複数のレンダリングをCGHに同時に適用することを可能としている.これまでCGHにおいて個々のレンダリングを表現するための手法は提案されていたが,それらを組み合わせて同時に用いることは出来なかった.また本研究では視野の拡大を目的としてフーリエ変換光学系を基とした表示システムを用いた.また本表示システムではCGHのフルカラー再生のために時分割表示システムを採用している.

本論文は以下に示す9つの章によって構成されている.

第1章では3次元ディスプレイ技術とそれを取り巻く状況,立体視要因,さらに本研究の研究背

景と目的について述べている。

第2章ではホログラフィによる3次元像の記録・再生原理について、またCGH計算の原理についても述べている。

第3章ではCGHの再生像に反射特性を付与するために、FDTD法を用いて物体表面での反射光を厳密に求める手法について述べている。FDTD法を用いることで材質の違いや複雑な表面構造での光の反射を厳密に計算している。表面構造は原子間力顕微鏡を用いて実物の表面を測定し、材質毎に正しい反射特性が現れていることをコンピュータシミュレーションおよび光学再生実験により確認している。

第4章では写実的な画像をレンダリングするために必要な要素を紹介し、またそれらの効果について述べている。

第5章では光線追跡法を用いてCGHへ隠面処理などの各種レンダリング技法を適用する方法について述べている。隠面処理を実装するために要素ホログラム毎に光線追跡法により得られた点光源群より光波伝搬計算を行い、上下左右の視差を持つCGH計算法を提案している。これでは、屈折・反射といった表現は透過・反射先の輝度値情報のみならず、光路長を考慮することで正しい奥行きを再現している。

第6章では表示デバイスとして用いたフルカラーホログラフィックディスプレイについて述べている。まず、フーリエ変換光学系の構成とその原理について説明し、フーリエ変換光学系において正しい位置に再生像を表示させるためのCGH計算法を理論化した。また、両眼視を行うにあたり、左右に表示されるCGHへと視差を付与するための視差補正計算についても理論化している。

第7章ではGPUを用いた本研究の高速計算手法について述べている。本研究ではCGH計算の殆どをGPUによる計算により高速化が図られ、短時間でリアリスティックな3次元像を表示するCGH作成に成功している。

第8章では光学再生実験の結果を載せ、本研究の有効性を示している。特に反射・屈折表現については、本手法が反射像や透過物体を通して屈折した像の輝度値だけでなく奥行きの表現についても成功していることを示した。また各種レンダリング表現技法を組み合わせることで複雑なシーンによるCGH動画生成を行い、本研究によるCGH計算法が汎用的でかつ高速であるという優位点を示している。

第9章では本研究を通して得られた結果と今後の展望について述べている。

これを要するに、著者は、計算機合成ホログラムにおいて、光線追跡法を用いたCGHにおけるレンダリング表現計算法を提案し、再生像のリアリティ向上を実現したものであり、情報メディア学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める。