

## 審査の結果の要旨

論文提出者 片山 昭宏

本論文は、「実画像を利用したVR環境の構築と実時間描画に関する研究」と題し、従来のバーチャルリアリティ（以下、VRと略す）システムの欠点を補う新しい試みとして、実写画像を活用した写実的なVR環境を生成・描画する方法を体系的に論じたものであって、全体で8章からなる。

第1章は「序論」であり、現在のVRシステムに利用される従来のコンピュータグラフィックス（以下、CGと略す）手法の限界、即ち、実時間描画を制約条件にした場合に複雑な形状を持つ物体を写実的に表現することが困難である問題を指摘するとともに、本研究の対象領域の明確化することにより、本論文の背景と目的を明らかにしている。

第2章は「写実的なVR環境の実現方式」と題し、本論文の主題である実時間対話可能な写実的VR環境の構築に関してその構想を述べている。また、従来の生成的なCG手法に対して、実写画像を活用し所望の画像を得る意義と、実写を利用して写実的なVR環境を構築する際の課題について論じている。この方法は、イメージベーストレンダリングと総称される手法の一つであり、明示的な幾何形状情報を持たずにVR環境を実現するものである。

第3章は「実写多視点画像によるVR環境の構築と描画」と題し、第2章の課題を受けて、離散的に撮影された実写画像から任意の視点位置の画像を生成する手法、即ち、幾何情報を利用しないタイプのイメージベーストレンダリングの基本となる手法を提案している。具体的には、カメラによる撮影あるいは撮影された画像の補間によって生成された画像群を光線の集合として捉え、光線追跡の考え方を応用して任意視点画像を再構成する手法と、この手法を用いて実写画像のみでVR環境を構築したHoloMediaシステムに関して述べている。

第4章は「光線空間データと幾何モデルデータとの融合によるVR環境の実現」と題し、第3章で提案した手法の一般化に相当する光線空間理論を活用した手法に関して論じている。その第一段階として、光線空間表現された物体とCGデータとを融合する方式とその実時間描画方式を提案している。また、VRシステムの要件であるウォークスルーや物体の操作を実現するための基礎的な検討を行ない、本手法を組み込んだCyberMirageシステムについて述べ、その有効性を明らかにしている。

第5章は「共有VR環境の実現」と題し、第4章のシステムの拡張として、VR環境を遠隔地の複数のユーザとネットワークを介して共有する手法と、この手法を組み込んだプロトタイプシステム"Collaborative CyberMirage"について論じている。また、本システムをヒューマンインタフェースの観点から捉え直し、その設計方針と実装、実際にATMを介して2地点間で行ったVR環境通信実験に関する考察や得られた知見などについて述べている。

第6章は「光線空間を利用した物体の陰影表現」と題し、写実的表現の機能拡張として、光線空間表現された物体の陰影表現について論じている。一般に実写画像を利用する光線

空間表現手法では撮影時に陰影が決定されるが、本章ではあらかじめ様々な照明条件下で獲得された陰影画像を利用して、VR空間中に配置された光線空間データの陰影を照明環境に応じてダイナミックに変更する手法に関して論じている。

第7章は「実時間描画を考慮した光線空間データの圧縮と実装」と題し、前章までに達成した方法を実用的にするための光線空間データの高能率圧縮手法に関して論じている。具体的には、垂直視差を省略した光線空間データに対して実時間システムを構成する上で圧縮手法に要求される条件の整理と、その条件を満足する圧縮方式として、実時間ランダムアクセスが可能な階層型離散コサイン変換ベクトル量子化方式を提案している。また、実際に提案手法を第4章で述べた"CyberMirage"システムに組み込み、その有効性を検証している。

第8章は「結論」であり、本論文の主たる成果をまとめるとともに今後の課題と展望について述べている。

以上を要するに、本論文は、写実的かつ実時間対話可能なVR環境の実現に向けて、実写画像を活用する上で必要なデータ取得・補間・再構成・圧縮・陰影付加手法を提案し、これらを利用したVR環境の構築手法に関して体系的に論じたものであって、今後の電子情報通信工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。