

## 論文内容の要旨

博士論文題目

Imaging and Rendering Framework for Photorealistic Mixed-Reality World Exploration

(写実的な複合現実空間生成のための画像取得およびレンダリングフレームワーク)

氏 名 大倉 史生

(論文内容の要旨)

Google Earth等に代表される現実世界のバーチャル探訪を可能にするアプリケーションの普及とともに、現実世界とバーチャル世界をシームレスに融合することによる写実性の高い複合現実空間の構築が複合現実感分野において重要な課題となっている。拡張現実感応用では現実世界とバーチャル世界を実時間で合成する必要があるが、現状では、オフライン処理による合成に匹敵するだけの写実性の高い高品位合成の実現は難しい。本論文では、この写実性の高い複合現実空間構築のために、現実世界の映像取得と映像合成のためのレンダリングに関して新しい枠組みを提案している。具体的には、全方位カメラを用いた空撮による全天球映像の取得、およびオフラインレンダリングによる現実世界とバーチャル世界の高品位合成と自由視点映像生成からなるオンライン・レンダリングの枠組みである。本論文は以下の6章から構成されている。

まず第1章では、複合現実感分野における本研究の位置づけと本論文の構成について述べている。

第2章では、写実性の高い複合現実空間構築のための映像取得とレンダリングに関する関連研究の整理を行うとともに、本研究の当該分野への貢献を明確にしている。

第3章では、無人飛行船に全方位カメラを搭載した撮像システムを用いて全天球映像を取得する2つの方法を提案している。1つめは、飛行船の下部に全方位カメラを取り付け撮影した全方位映像から、飛行船本体の遮蔽により発生する空の死角領域を天空光モデルを用いて補完する手法である。2つめは飛行船の上下に全方位カメラを設置し、全天球を直接撮影するとともにハイダイナミックレンジ化を実現する手法である。

第4章では、幾何的整合性と光学的整合性を考慮した全天球映像に対する仮想物体のオフラインでの高品位合成と自由視点画像生成に基づくオンライン・フリスルーアプリケーションのためのレンダリング手法を提案している。

第5章では、前2章で提案した枠組みを用いて実際に複数のアプリケーションを開発し、一般公開実験等を通して、提案手法の有効性と有用性を検証している。

最後に第6章では、本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

## (論文審査結果の要旨)

本論文では、写実性の高い複合現実空間構築のために、現実世界の空撮による全天球映像取得法、および現実世界とバーチャル世界の高品位合成のためのオフラインレンダリングと自由視点画像生成を組み合わせたレンダリングに関して新しい枠組みを提案している。具体的には、全方位カメラを用いた空撮による死角のない全天球映像の取得、およびオフラインレンダリングによる現実世界とバーチャル世界の高品位合成と自由視点映像生成からなる複合現実空間探訪のためのオンライン・レンダリングの枠組みである。本研究は、具体的なアルゴリズムとプロトタイプシステムの開発を行い、一般公開実験等を通して有効性と有用性を検証しているところに特徴がある。本論文の主要な成果は以下の3点に要約される。

1. 複合現実空間構築のための現実世界の仮想化に全方位カメラが用いられることが多いが、カメラシステムの構造や治具による隠蔽によって死角が発生するという問題がある。この問題に対して、本論文では、飛行船を用いた全方位撮影における飛行船による隠蔽によって生じる空の死角領域を天空光モデルに基づいて補完することによって死角のない全天球映像を生成する手法を提案し、実験によって有効性を検証している。

2. 飛行船の上下に2台の全方位カメラを対称に設置し、全天球を直接撮影する手法を開発すると同時に、多重露光方式による全方位映像のハイダイナミックレンジ化を実現する方式を開発している。これによって、現実世界の照明環境を忠実に再現する全天球ハイダイナミックレンジ映像の取得を可能にした。

3. 現実世界と仮想世界の間の幾何的整合性と光学的整合性を考慮した全天球映像に対する仮想物体のオフラインでの高品位合成と自由視点画像生成に基づくオンライン・フリスルーアプリケーションのためのレンダリング手法を提案するとともに、「フリスルーMR 平城京」をはじめとするバーチャル歴史体験システムを複数開発し、一般公開実験および主観評価実験を通して、提案手法の有効性と有用性を検証している。

以上述べたように、本論文では、写実性の高い複合現実空間構築のための映像取得とレンダリングに関して新しい枠組みを提案し、プロトタイプシステムを用いた実験を通して、その有効性と有用性を検証している。本研究は、日本バーチャルリアリティ学会論文賞をはじめとする複数の学術賞を受賞するなど、学界での評価も高く、複合現実感分野において、学術と実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容については、学会論文誌に論文が掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。