

## 審査の結果の要旨

氏名 田口 裕一

本論文は、「LIGHT FIELD COMPRESSION AND CONVERSION WITH IMAGE-BASED RENDERING (自由視点画像合成に基づく光線空間情報の符号化と変換)」と題し、3次元視覚情報(光線空間情報)の取得・伝送・提示について体系的に議論し、特に、提示手法を考慮した機能的なデータ符号化手法の提案と、カメラアレイと2次元・3次元ディスプレイをリアルタイムデータ変換で接続する実践的な3次元視覚情報伝送システムの構築について論じたものであり、全体で9章からなり、英文で書かれている。

第1章は「Introduction (序論)」であり、3次元視覚情報伝送システムの概要と、そのようなシステムにおけるデータの符号化と変換の必要性について論じ、本論文の背景と目的を明らかにしている。

第2章は「Background (研究の背景)」と題し、3次元視覚情報伝送システムの要素技術について、①多視点画像群から構成される光線空間情報を用いて自由視点画像を合成するイメージベースレンダリング、②光線空間情報の符号化、③光線空間情報の変換という3つの観点から関連研究を概観し、本論文の位置付けを明らかにしている。

第3章は「Stereo Reconstruction with Mixed Pixels Using Adaptive Over-Segmentation (適応的なセグメンテーションを利用したステレオマッチング)」と題し、光線空間情報処理において本質となる3次元空間の幾何構造を推定するため、最も基本となるステレオマッチングの問題に取り組んでいる。提案手法では、左右2眼分の画像から、シーンの正確な奥行き情報に加えて、オブジェクト境界の各ピクセルの透過度を推定することができ、自由視点画像合成に適したデータ表現が可能となる。また、提案手法の奥行き推定精度は、対象領域において著名なベンチマークにより最先端の手法と同等であることが示されている。

第4章は「View-Dependent Light Field Coding Using Image-Based Rendering (自由視点画像合成を用いた光線空間情報の視点依存符号化)」と題し、高品質な画像合成が可能な視点範囲をデータ受信者の計算能力や帯域に応じて柔軟に変更することができる、視点依存スケーラビリティという機能性を持つ符号化手法を提案している。この符号化手法は、自由視点画像合成を符号化の前処理として利用することにより、出力ストリームが従来の2次元映像との互換性を持ち、ビットレートに応じて3通りの画像合成手法により利用できるという特徴がある。

第5章は「ROI-Based Light Field Coding for View-Dependent Scalable Streaming (光線空間内の参照局所性を利用した視点依存階層符号化)」と題し、遅延のあるネットワークを介した自由視点画像合成システムを対象として、第4章で提案した視点依存スケーラビリティをより柔軟に制御するための符号化手法について論じている。ここでは、ROI符号化という画像の一部を優先的に符号化する手法を、光線空間情報に適用する方法について考察し、そのROIの大きさを変更することにより、高品質な画像合成が可能な視点移動範囲を詳細に制御することができることを示している。

第6章は「Rendering-Oriented Decoding for a Distributed Multi-View Coding System Using a Coset Code (分散型多視点画像符号化システムにおける効率的な画像合成手法)」と題し、リアルタイム自由視点画像合成を前提とした場合、拡張性の高いシステム構成を保ちつつ、いかに符号化効率の良いデータ伝送とそのデータを用いた画像合成が行えるかについて議論している。具体的には、デコーダでのみ画像間の予測を行う Distributed coding という符号化手法に着目し、画像間予測を行わない従来手法よりも高い符号化効率を達成しつつも、従来手法と同程度の計算速度で復号と画像合成を行うことができる手法を提案している。

第7章は「Real-Time All-in-Focus Video-Based Rendering Using a Network Camera Array (ネットワークカメラアレイを用いたリアルタイム全焦点自由視点映像合成)」と題し、64眼のカメラアレイで取得した多視点映像を入力とし、高品質な自由視点映像を2次元ディスプレイ上にリアルタイムで提示する実践的なシステムについて述べている。提案システムでは、グラフィックスプロセッサ(GPU)上で視点位置に応じた奥行き推定と画像合成を行うことにより、CPUとGPUを並列に利用する効率的なデータ処理を実現し、高品質な自由視点映像を30fpsで合成することが可能である。

第8章は「Live Transmission of Light Field from a Camera Array to an Integral Photography Display (カメラアレイからインテグラルフォトグラフィディスプレイへのインタラクティブな3次元映像提示)」と題し、第7章で述べたカメラアレイと、裸眼立体視可能な多眼式3次元ディスプレイを用いた、裸眼立体ライブ映像システムについて論じている。このシステムでは、異なる入出力デバイスを接続するための実時間光線空間情報変換に加えて、3次元空間のどの部分を鮮明にディスプレイ上に再生するかという、ディスプレイの特性を考慮したインタラクティブなパラメータ操作が可能となっている。このデータ変換手法は、どのようなカメラアレイと多眼式3次元ディスプレイの組み合わせに対しても適用することができ、3次元視覚情報伝送システムの基盤となる技術である。

第9章は「Conclusions (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、3次元視覚情報伝送のための効率的・機能的なデータ符号化手法を提案するとともに、カメラアレイと2次元・3次元ディスプレイを用いた実践的な実時間光線空間情報変換システムの構築を行ったものであって、3次元映像符号化・コンピュータグラフィックス・コンピュータビジョンなど、電子情報学の各分野の今後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(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。