

審査の結果の要旨

氏 名 高 橋 桂 太

本論文は、「多眼画像を用いた全焦点自由視点画像の実時間合成に関する研究」と題し、従来の自由視点画像合成手法の欠点を補う新しい試みとして、合焦判定の考え方を導入し、合成に基づく分析というパラダイムの中で実践的な手法を実装するとともに、信号処理・コンピュータグラフィックス・コンピュータビジョンの各分野を横断する理論を体系的に論じたものであって、全体で9章からなる。

第1章は「序論」であり、従来のコンピュータグラフィックス分野における自由視点画像合成手法の問題点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「研究の背景」と題し、本論文の主題である、多視点画像を用いた自由視点画像合成について、画像通信の高度化、コンピュータグラフィックスにおけるイメージベースレンダリング、動空間を対象とした自由視点画像合成システム、多次元信号処理という4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「自由視点画像合成におけるサンプリングと被写界深度の理論」と題し、多眼画像を用いる自由視点画像合成において、被写体空間を一枚の平面で近似する最も基本的なケースを想定し、鮮明に合成できる奥行き範囲、すなわち被写界深度について考察している。特に、被写界深度とサンプリング条件（多眼カメラのカメラ間隔や画素間隔）の間に成り立つ定量的関係の導出している。この議論は、自由視点画像合成における平面モデルの限界を示すものであり、本論文で目指す、全焦点合成のための理論的基盤となるものである。

第4章は「全焦点自由視点画像合成のための多眼ステレオ法の最適化」と題し、実時間で全焦点自由視点画像を合成するという目的に対して、奥行き推定の手法である多眼ステレオ法を最適化している。具体的には、所望の視点位置に対する合成に必要な十分な範囲に処理を限定することで、コストの削減を図っている。また、自由視点画像合成のための奥行き推定に求められる4つの基本的な条件を挙げ、それらを満たす奥行き推定手法を提案し実装している。

第5章は「合焦判定法に基づく全焦点自由視点画像合成 - 空間領域における検討」と題し、合成画像の各画素に対して最適な奥行きレイヤを割り当てるための新たな方法論を導入している。これは、ある奥行きに設定された単一の平面モデルに基づいて合成された画像を分析することで、各画素に対するその奥行きの妥当性を評価するものである。合成画像上で鮮明な部分を判定する処理であることから、本論文ではこれを“合焦”判定と呼んでいる。これは、「合成に基づく分析」という新しいアプローチであり、奥行き推定手法の枠組みを大きく広げるものである。また、この手法を用いた自由視点画像合成手法を実装し、その有効性を確かめている。以上の議論は、すべての議論は空間領域で展開されている。

第6章は「合焦判定に基づく全焦点自由視点画像合成 - 周波数領域における検討」と題し、第5章で導入した“合焦”判定法について周波数領域で議論している。本章の議論は、理想的な多眼カメラアレイ入力に限定されるが、第5章と等価な結論を導くものである。本章の議論は、奥行き推定というコンピュータビジョン分野の問題に多次元信号処理の理論(plenoptic sampling 理論)を適用している点に特色が

ある．また，CGシーンをを用いた実験により，合成画像の品質を定量的に評価し，提案手法の有効性を検証している．

第7章は「合焦判定に基づく全焦点自由視点画像合成法の実システムへの適用」と題し，第5,6章で検討した“合焦”判定に基づく全焦点自由視点画像合成法を，レンズアレイを用いた実時間システムLIFLETに適用している．そして，提案する画像合成手法により，動空間を対象とした実時間合成が可能であることを確認している．

第8章は「多次元信号処理から見た合焦判定法と多眼ステレオ法」と題し，多次元信号処理の観点から，自由視点画像合成のための奥行き推定に関する理論を体系的に論じている．第4章で検討した多眼ステレオ法は入力多眼画像を分析する手法であり，第5-7章で検討した“合焦”判定法は合成画像を分析する手法であった．本章の議論では，多眼ステレオ法が“合焦”判定法の特殊なケースとして，共通の枠組みの中に位置づけられることが示されている．

第9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，写実的な自由視点画像合成を実時間で行うために，合焦判定の考え方を導入し，合成に基づく分析というパラダイムの中で実践的な手法を実装するとともに，信号処理・コンピュータグラフィックス・コンピュータビジョンの各分野を横断する理論を体系的に論じたものであって，今後の電子情報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（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる．