

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 遠藤 隆明

本論文は、広域にわたる実環境の映像情報を計算機に入力し、計算機内に写實的に再構成する「広域環境入力再構成技術」について体系的に論じている。通常、街並みのような広域環境の記述と表示には幾何形状モデルに基づくコンピュータグラフィックス(以下、CG)技術が用いられている。しかし、幾何形状モデルに基づく手法には、実時間性と写実性の両立が困難であるという大きな問題が存在する。このような現状を踏まえて、本論文では広域環境を撮影して得られる実画像にイメージベースレンダリング(以下、IBR)の手法を適用するという方針で検討を行い、実時間性と写実性の両立を実現している。

本論文は7章から構成されており、第1章序論で研究の位置付けを明確化した後、第2章で従来手法について概観し、「広域環境入力再構成技術」の実現に必要な研究課題および方針について整理している。

第3章では、系統的かつ効率的な広域環境入力方式を提案している。まず、広域環境における映像情報の取得方法としては、複数台のカメラによる全天周の同時撮影が最適であることが示されている。そして、視点移動を地上のウォークスルーに限定する場合には、自動車を移動ベースに使用した効率的な撮影が可能であることが指摘されている。また、屋外環境における絶対位置・姿勢の計測方法について検討されている。これらの議論を踏まえて、自動車の屋根上に複数台のビデオカメラと各種位置・姿勢センサを配置したデータ収集システムを試作し、位置・姿勢データと共に全周の画像を系統的かつ効率的に収集することを可能としている。ここでは、タイムコードを手がかりとして画像と位置・姿勢データを対応付ける手法が提案されている。

次に第4章では、収集した画像から歪みの無い補間画像を生成する方式が提案されている。広域環境において観察者の視点位置に応じた画像を再構成するには、比較的離れた地点で撮影された画像を基に補間画像を生成することができる Image Morphing の手法が適していることが指摘されている。そして、データ収集システムを運用して取得した位置・姿勢データ付き画像を基に、Image Morphing に基づく補間手法を適用して画像再構成が試みられている。予め2枚の基画像を、正規化するか、光軸が一致するように回転させておくことにより、歪みの無い補間画像の生成を可能としている。そしてそのような補間を2段階で適用すれば、平面上の任意視点位置における歪みの無い画像が生成可能であることを示し、さらに補間を3段階で適用すれば、視点位置が平面上に限定されなくなることを指摘している。また、基画像を観察者の視点位置・視線方向に応じて切り替えることにより、原理的に広域環境内の任意視点における任意方向の画像が生成可能であることが示されている。さ

らに、基画像をレイヤ画像に分割することでオクルージョンに対応する手法について論じている。そして、位置・姿勢データ付き画像に提案手法を適用することによって、自由な視点位置における全周画像が再構成可能であることを実証している。

また第 5 章では、広域にわたる視点移動と局所的に自由な視点移動の両立方式を提案している。歪み無し補間手法のみを用いた広域環境の構築は、作業量が膨大となるため現実的ではないことを指摘している。そして、自由な視点移動は不可能であるが撮影経路に沿って広域にわたる視点移動が可能な全周画像切替手法を提案している。自由な視点移動が期待される地点では歪み無し補間手法を適用し、それらを繋ぐ移動経路では全周画像切替手法を適用すれば、広域にわたる視点移動と局所的に自由な視点移動の両立が可能であることを示している。これらの議論を踏まえて広域ウォークスルーシステムを構築し、実時間で動作することを確認している。

さらに第 6 章では、単一視点からの同時刻全天周画像の生成方式を提案している。画像再構成の基となる画像データベースの形式としては、単一視点からの同時刻全天周画像が理想的であることを指摘しつつ、カメラ配置の工夫やミラーの使用などの方法では、そのような全天周画像を撮影することは物理的に不可能であることが示されている。そして、後処理でそのような全天周画像を生成する手法について検討している。具体的には、全天周に向けて配置した超多眼カメラによって撮影される画像を基に、補間に引き続いて画素の選択を行う手法と、対応画素を直接推定する手法を提案し、CG 画像を用いてアルゴリズムの妥当性を検証している。さらに、対応画素の直接推定手法を実際に超多眼カメラで同期撮影した実画像に対して適用し、理論どおりに全天周画像が生成されることが示されている。

最後に第 7 章では、本論文の主たる成果についてまとめられると共に今後の課題と展望が示されている。

以上のように本論文では、広域にわたる実環境の映像情報を計算機内に写實的に再構成するという、システム工学的に重要な課題を、系統的かつ効率的な広域環境入力方式、歪みの無い補間画像の生成方式、広域にわたる視点移動と局所的に自由な視点移動の両立方式、そして単一視点からの同時刻全天周画像の生成方式、という各方式を実現することによって解決したところに大きな功績があると考えられる。

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。