

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 谷川 智洋

現在、景観シミュレーションやデジタルアーカイブなど実環境と密接に関連する VR 環境の要求が非常に大きくなってきている。

実環境を積極的に用いた VR 環境は、多岐に渡る利用可能な実環境入力装置により実環境から得られる多岐に渡る様々な用途やデータに対処するため、VR 環境の膨大なデータ量の処理、必要とする操作など全てに対処する必要がある。一方、実画像から VR 環境を構築できると期待される IBR 手法は、写真的リアリティの高い VR 環境を構築できるものの画像が撮影された近傍でしか利用できない制限があり、利用者の品質や規模への要求を満たすものになっていないのが現状である。

本論文は、実環境を積極的に用いた VR 環境を構築するにあたり、体験者視点画像に基づき様々な VR 環境の統合を行う手法の提案を行い実証している。個別に構築された VR 環境を一つの VR 環境として統合することで、様々なデータ処理に対処でき IBR 手法の制約を受けない VR 環境の構築手法を提案している。体験者の入力に対し、個別に構築した VR 環境で体験者の視点の画像を生成し、生成画像を統合することで VR 環境の統合を実現している。

本論文は、6 章から構成されており、第 1 章序論で研究の位置づけを明確化した後、第 2 章で、従来の VR 環境構築手法及び実環境の入力技術について体系的に整理し、実現に必要な研究課題及び方針について整理している。

第 3 章では、体験者の要求に応じて VR 環境が変化する体験者を中心とした VR 環境を構築する手法について議論している。具体的には、VR 環境を構築するためには体験者の視点・操作に応じて適切な画像を提示すればよく、体験者の視点画像の合成により全く個別に構築された複数の VR 環境を統合することによる VR 環境の構築手法の提案がなされている。また、新たに VR 環境を構築する場合でも、対象とするデータや目的などに限定して構築すればよく、容易に拡張可能になるとの議論を展開している。

まず、VR 環境の統合に当たり、実環境と VR 環境の統合である AR 技術や CG と IBR の統合の研究例を検証し、体験者視点画像の合成による VR 環境統合の必要要件として、撮影条件と奥行きとの整合性が不可欠であることを示した。次に、実環境を用いた VR 環境の構築に利用する様々な IBR 技術を、空間を画像として近似する基準面の概念を提案し、写真的リアリティと自由度の制約について体系的に整理した。この整理に基づき、体験者に提示する画像の品質を維持する基準として、生成される体験者視点画像による VR 環境の品質評

価値基準を提案し、要求される視点位置・視線方向に応じて VR 環境を動的に切り替えることで、要素となる複数の VR 環境を体験者には一つの VR 環境として提示するための統合の実現手法を提案している。

画像の合成には、使用する各 VR 環境間の整合性を保つため、単純な画像の重ね合わせではなく、奥行き情報と VR 環境のモデルの精度とテクスチャの解像度から算出される各生成画像の信頼度を評価・使用している。各 VR 環境により生成された各画像に信頼度を導入することにより、VR 環境の切り替え・併用時にシームレスな接続をおこなうことを提案している。

第 4 章では、提案手法により、移動範囲の制限される IBR により構築された VR 環境を画像の合成により統合することで、移動範囲の制限を回避できることを確認している。実際に車載型画像収集システムを用いて取得された位置姿勢情報付き画像データを使用した都市 VR 環境の構築と、リモートセンシングデータや航空写真を用いて地球規模 VR 環境の構築を行った。

第 5 章では、更に、異なったモデリング・レンダリング手法を用い、データの座標系やスケールも大きく異なる複数の VR 環境を統合することにより、移動可能範囲やデータ利用など各 VR 環境の欠点や利点を互いに補完することができ、高度な VR 環境の構築および提示が可能になることを実験を通して明らかにしている。実験では、個別に構築した都市 VR 環境、地球規模 VR 環境、太陽系 VR 環境を提案手法により統合することを試みており、太陽系の構造が把握できるマクロな環境から生活環境のレベルまで一つの VR 環境として体験者に提示できることを確認している。

また、提案手法の具体的な実装として、環境マネージャにより個別に構築された VR 環境を管理し、視点情報の同期、生成画像の合成を行う構造を提案し、このような実装が様々な VR 提示装置へ適応や VR 環境の拡張に有効であることを示した。

最後に第 6 章では、本論文の主たる成果についてまとめ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、品質を維持しながら様々な要求や用途に対応可能な実用的な VR システムを構築するという困難な命題を、多岐に渡る実環境入力技術や画像に基づく VR 環境の構築手法の体系的な整理と統合の提案、VR 環境の統合手法として体験者視点の画像に基づく統合、VR 環境の品質として生成画像の信頼度理論を提案し実証したところに大きな功績があると考えられる。実際に様々なシステムを構築し、提案理論に基づき実証実験を行う非常に実証的な研究となっている。

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。