

審査の結果の要旨

論文提出者 運天 弘樹

本論文は、「実物体の仮想化のための3次元幾何モデルのテクスチャリング手法」と題し、実物体を観測することにより得られるカラー画像及び3次元幾何モデルを用いて、簡便に現実感の高い仮想現実感モデルを生成する手法を提案するとともに、実際に仮想現実感モデルを生成しその有効性を確認した研究をまとめたものであり、5章で構成されている。

第1章「はじめに」では、本研究の枠組みであるカラー画像を3次元幾何モデルに貼り付けるテクスチャリングの手法について述べ、研究の目的がテクスチャリングの手法を用いた簡便な仮想現実感モデル生成手法の開発にあることを示している。また、テクスチャリングの問題を大きく、(1)幾何学的問題、(2)光学的問題に分類し、それぞれの従来の研究について紹介している。幾何学的問題に関しては、観測されたカラー画像、3次元幾何モデルの特徴をそれぞれ抽出し、最適化の手法を用いてカメラパラメータを決定する手法が存在するが、初期位置、収束性等の問題が発生する場合がある。一方、光学的問題に関しては、カラー画像撮影時の光源環境を考慮せず、各カラー画像間の平均を用いてテクスチャをつなぎ合わせる手法が一般的であり、画像撮影時の光源環境が異なる場合への適用が困難であるという問題がある。そこで、本研究では、上記の問題を解決するため、キャリブレーションの手法を用いたテクスチャリングシステムの開発及び光源環境を考慮した色調補正手法の開発を行っている。

第2章は「テクスチャリングシステム」と題し、テクスチャリングにおける幾何学的問題をキャリブレーションの手法を用いて簡便に解決するシステムの開発について述べている。本システムは、カラー画像及び3次元幾何モデルの計測及び両者間のカメラパラメータの推定を行い、カラー画像を3次元幾何モデルの幾何学的整合性が取れた位置に貼り付けるシステムである。また、開発したシステムを用いて国宝である東大寺戒壇院の広目天像のテクスチャ付き3次元幾何モデルを実際に生成することによりその有効性を確認している。

第3章は「クロマティシティに基づく色調補正手法」と題し、第2章のシステムにより得られるテクスチャ付3次元幾何モデルに残された光学的問題を解決する手法であり、テクスチャリングに用いるカラー画像の陰影情報を考慮し3次元幾何モデル上に各カラー画像をつなぎ目なく貼り付けるための色調補正手法について述べている。本提案手法では、撮影されたカラー画像から

光源環境に依存しない擬似 albedo 画像を推定し、3次元幾何モデルに貼り付けることにより、簡便に画像間のつなぎ目のない仮想現実感モデルを生成している。

第4章は「光源球に基づく色調補正手法」と題し、第3章の手法での光源環境に関する制約や物体の反射率に関する制約を取り除き、光源環境を多数の点光源基底で近似し、陰影画像を各基底光源下で3次元幾何モデルをレンダリングした基底画像の線形結合であらわすことにより、各入力カラー画像の擬似 albedo を推定する手法について述べている。さらに、本手法における Ill-posed, Ill-conditioned の問題について考察を行い、本手法の目的である擬似 albedo 推定に対しては、影響を与えないことを示した。

第5章は「結論」であり、本論文の成果を要約するとともに今後の課題が示されている。

以上これを要するに、本論文では、仮想現実感モデル生成に対して、テクスチャリングの枠組みを用いた一連のモデリング手法に関する取り組みがなされており、幾何学的側面に関しては、簡便にテクスチャ付3次元幾何モデルを生成するシステムを開発し、光学的問題に関しては、クロマティシティに基づく手法、光源球に基づく手法の2つの相補的な手法を提案しており、文化財のデジタル保存等を行うための仮想現実感モデリングに必要となる技術の基盤となることが期待され、電子情報学上貢献するところが少なくない。よって博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。