

論文内容の要旨

博士論文題目

複数カメラ画像を用いた人体頭部の 3 次元モデリングとそのシステム化に関する研究

氏 名 藤村 恒太

(論文内容の要旨)

実物体の 3 次元情報は、映画、放送、ゲームなどの映像制作の現場で広く利用されている。特に人体・顔の 3 次元情報は、映像制作だけでなく生体認証、美容整形、立体造形など様々な応用展開が期待されている。現在このような分野で利用されている 3 次元形状計測機器の多くは、カメラと光学プロジェクタを使用したアクティブステレオ法を用いている。また全周囲の 3 次元情報を獲得するには、複数台の 3 次元形状計測機器を組み合わせるシステムを実現するのが一般的である。しかし、通常のアクティブステレオ法は、スリット光やパターン光などを投影して撮影した画像に基づき計測を行うため、物体表面の材質によっては計測不能もしくはノイズが発生するなどの課題がある。また実用化においては、プロジェクタの構造が複雑になり、カメラとプロジェクタの位置・姿勢関係の維持に高精度な機器が必要となることや、複数機器間の位置・姿勢のキャリブレーション及び計測データの統合に多大な労力と時間を要するなどの課題がある。本研究では、人体頭部を対象として、操作者と被写体の負担を軽減し、簡便でかつ実環境で安定した 3 次元モデリングが可能な実物体計測手法を提案し、実用的な 3 次元モデリングシステムを構築している。本論文は以下の 4 章から構成されている。

まず第 1 章では、既存の実物体 3 次元計測技術とその技術を実用化したシステム例、及び人体頭部への適用における課題について概観し、本研究の位置付けと方針について述べている。

第 2 章では、操作者と被写体の負担を軽減するために、複数台のデジタルカメラとスライドプロジェクタという簡易な構成で通常光とカラーパターン投影光の下で短時間撮影した 2 種類の画像を用いて、対象の表面材質と模様の有無に影響されないロバストな形状計測を可能にする Shape-from-Silhouette 法と一度の投影・撮影で計測が可能なカラーパターンを対象物体の特徴づけにのみ

使用するマルチカメラアクティブステレオ法を統合したハイブリッドモデリング手法について述べる。そして、マルチカメラアクティブステレオ法において、特徴点ベースステレオ処理の結果を初期条件として領域ベースステレオ処理を適用し、サブピクセルレベルでの高精度化を実現する 2 段階ステレオ処理手法を提案している。

第 3 章では、提案手法を用いたシステム化として、人体頭部全周囲と人体顔前面部のそれぞれを対象として、短時間自動撮影及び撮影画像のみによる全自動キャリブレーションと全自動モデリングを実現し、操作者と被写体の負担を軽減する 3 次元モデリングシステムの構築について述べている。そして、実際に人物をモデリングした結果を示し、提案手法の有効性を検証している。また、本システムの具体的な応用例を示し、実用面での有用性を確認している。

最後に第 4 章では、本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、対象を周囲から撮影した複数の画像を用いる Shape-from-Silhouette 法と対象へのパターン投影像を撮影するアクティブステレオ法を統合したハイブリッド型の 3 次元計測手法と人体頭部のモデリングを想定したシステム化技術について述べている。特に、ステレオ処理において特徴点ベースステレオの結果を初期条件として領域ベースステレオを適用する 2 段階処理方式に関して新規の提案を行うとともに、提案手法のシステム化に関して、具体的な応用展開を示し、システム開発を通して実用面での有用性を確認している。本論文の成果は以下の 2 点に要約される。

1. 人体頭部の 3 次元モデリングを目的として、操作者と被写体の負担軽減と実環境での安定動作が可能な 3 次元計測手法を提案している。具体的には、複数のデジタルカメラとスライドプロジェクタという機器構成で、通常光とカラーパターン投影光の下で短時間撮影した 2 種類の画像を用いて、対象の表面材質や模様の有無に影響されないロバストな形状計測を可能にする Shape-from-Silhouette 法と一度の投影・撮影で計測が可能なカラーパターンを対象物体の特徴づけに使用するマルチカメラアクティブステレオ法を統合したハイブリッド手法を提案している。この中で、アクティブステレオ法において、特徴点ベースステレオ処理の結果を初期条件として領域ベースステレオ処理を適用し、サブピクセルレベルでの高精度化を実現する 2 段階ステレオ処理を新規に提案している。また、提案手法の計測精度に関して定量的評価を行っている。

2. 提案手法のシステム化に関して、人体頭部 3 次元モデルの応用展開例を示すとともに、具体的な応用システムの例として、愛知万博におけるアトラクションのためのシステム構築事例を報告するとともに、システムの要求条件を満たすための工夫、稼動実績等について報告し、実用性を実証している。

以上述べたように、本論文では、人体頭部の 3 次元モデリングを目的とした 3 次元計測手法を提案するとともに、実利用システムの開発を通して手法の有効性・有用性を検証している。本研究は、3 次元計測分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容は、既に学会論文誌に掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。