

氏 名	とよ 豊 うら 浦 まさ 正 ひろ 広
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 289 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	情 報 学 研 究 科 知 能 情 報 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	3D Shape Reconstruction from Multiple Silhouettes for Objects in Rigid Motion (剛体運動物体に対する複数シルエットからの三次元形状獲得)
論文調査委員	(主 査) 教 授 美 濃 導 彦 教 授 松 山 隆 司 教 授 中 村 裕 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、物体が剛体運動をするという仮定のもとで複数台のカメラで得られるシルエットを空間的に統合して得られる3次元形状を時系列でも統合する3次元形状獲得に関する研究をまとめたものであり、全6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の概要と目的を述べ、全体の構成と各章の概要について説明している。

第2章では、シルエット抽出の手法を提案している。ランダムパターンと呼ばれる特殊なパターンを背景に用いることにより、物体色に依らないシルエット抽出を可能にする。ランダムパターンとは、矩形に区切られた小領域を多数持ち、それぞれの小領域が別々の色で塗り分けられたパターンである。ランダムパターンを背景として用いることで、少数のカメラでのみシルエット欠損が起こる状況を実現できる。複数のカメラから得られる物体表面色情報を併用すれば、この少数の欠損も修復することができる。多様な形状や色を持つ物体をランダムパターン背景下で観測し、実際に形状を獲得して定量的評価を行っている。

第3章および第4章はシルエット統合の手法を提案している。複数フレームで得られるシルエットを空間的に統合するためには、物体が剛体であるという仮定を置き、その運動を推定することが必要となる。

第3章では、物体の剛体運動を推定するために、表出点と名づけた3次元特徴点を用いることを提案している。表出点は、複数カメラで得られるシルエットから抽出され、物体領域に含まれることが保証されている点であり、物体とカメラの相対位置が変化しても継続して抽出される。実験では、シミュレーションデータと実環境データのそれぞれに対する結果を示し、獲得形状の精度を定量的に評価して有効性を確認している。また、物体のなめらかさに対する表出点抽出の限界を、観測画像と復元形状の解像度との関連で論じるだけでなく、多様な物体に手法を適用することにより実験的にも示している。

第4章では、推定された運動から複数フレームのシルエットを統合する手法について述べている。不完全なシルエットを統合して得られる3次元形状から推定される運動には誤差が含まれやすく、統合結果の形状は欠損することがある。運動推定の誤差は不可避であるが、表出点が突出部分に多く現れるという性質を利用し、突出部分が保存されるようなフレームだけを選択して形状を獲得することができる。これにより、シルエットが不完全でも物体形状の特徴を保存した形状を獲得することができる。運動推定誤差によって欠損の起こりやすい突出部分を持つ物体に対して提案手法を適用し、手法の有効性を示すとともに、手法適用が可能なシルエット精度についても言及している。

第5章は結論であり、本論文を総括しており、第6章で今後の課題を述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、物体が剛体運動をするという仮定のもとで複数台のカメラで得られるシルエットを空間的に統合して得られる3次元形状を時系列でも統合する3次元形状獲得に関する研究をまとめたものであり、得られた成果は以下の通りである。

1. 多様な表面色を持つ物体に対しても安定的にシルエット抽出を可能にするためにランダムパターン背景を用いたシル

エット抽出手法を提案した。ランダムパターンとは、矩形に区切られた小領域を多数持ち、それぞれの小領域が別々の色で塗り分けられたパターンである。これを背景として用いることで、少数のカメラでのみシルエット欠損が起こる状況を実現し、複数のカメラから得られる物体表面色情報を併用して、この欠損をも修復することができる。

2. 剛体運動を推定するために、シルエットから抽出できる表出点と呼ぶ、3次元特徴点を定義し、これを用いて剛体運動を推定する手法を提案した。表出点は、余分な領域を含む視体積の中にあって、物体領域に含まれることが保証されるだけでなく、物体形状の突出した部分に集中して現れる特徴を持ち、カメラと物体の相対位置が多少変化しても、安定して抽出されることが確認された。また表出点が抽出される条件を観測画像の解像度と3次元ボクセルの解像度との関係で明らかにしている。
3. 剛体運動推定の誤差によって、複数フレームのシルエットから獲得される形状は欠損することがある。この問題に対して、前述の表出点が突出した部分に集中して現れることを利用して、突出部分を保存できるようなフレームのシルエットを選択的に統合する手法を提案した。この手法により、多数のフレームのシルエットからでも、形状特徴を失わず、かつ、余分な領域の少ない形状を獲得することができるようになった。

以上のとおり、本論文はシルエット抽出とシルエット統合の両面から、複数フレームで得られるシルエットからの3次元形状獲得における精度向上と精度限界について議論しており、当該学術分野に対して寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成20年2月25日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。