

Title	画像処理による物体の運動と形状の3次元復元に関する研究
Author(s)	鎌田, 洋
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3155583">https://doi.org/10.11501/3155583</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	鎌 田 洋
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 2 2 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 10 年 12 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	画 像 処 理 に よ る 物 体 の 運 動 と 形 状 の 3 次 元 復 元 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 白 井 良 明 (副 査) 教 授 浅 田 稔 教 授 北 橋 忠 宏

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、コンピュータビジョンの主要課題である、画像処理による外界の物体の運動と形状の3次元復元問題について、剛体である物体の2次元画像上での特徴を求める研究と、求めた特徴情報から得られる対応点情報を用いた3次元復元の方式とシステムに関する研究をまとめたものであり、以下の6章より構成されている。

第1章では、本研究の歴史的背景、意義、目的、具体的な研究課題、および関連研究との関係について論じている。

第2章では、画像上の特徴線の抽出処理の高速化方式について述べている。画像の任意点から候補直線群を求める従来のHough変換を、物体画像の任意の2点から候補直線群を求めるように変更することで高速化している。さらに、移動車の無人走行による実験検証を示している。

第3章では、正射影画像中の対応点情報を用いた物体の運動と形状の3次元復元について述べている。従来は、3画像間の対応点情報を2組の2画像間の対応点情報として方程式化し、観測外の情報を用いる復元解が一意的である条件と、観測外の付加情報ごとの復元解の線形解法が示されているのに対し、本方式では、3画像間の対応点情報を行列として方程式化したことにより、観測情報のみを用いる復元解が一意的である条件と、復元解が一意的である場合に、観測情報のみを用い統一的に適用できる復元解の線形解法を明らかにしている。

第4章では、中心射影画像中の対応点情報を用いた物体の運動と形状の3次元復元について述べている。カメラの既知の運動条件を用いることにより、従来方式に比べて少ない対応点により3次元復元できることを示している。カメラの運動条件153通りが既知である場合を対象とし、座標変換手法により17通りの運動条件の場合と等価であることを示し、カメラの平行移動ベクトルと回転行列の直積行列の運動条件がない場合には線形独立である9個の未知要素を、運動条件を用いて最少個数の線形独立な別変数に展開することにより、13運動条件の場合に従来方式よりも少ない対応点で復元できる線形復元解法、および最小2乗解法を示した。

第5章では、3次元復元方式を応用して、実世界のビデオ映像からCGモデルを簡易に生成できる対話形物体3次元復元システムについて論じている。人間による特徴点指示により、任意環境で入力した画像から3次元物体を復元する方法を述べ、実画像による実験例を示している。

最後の第6章では、本論文の成果と意義について論じている。

## 論文審査の結果の要旨

ロボットや自律走行車などの機械の高機能化のためには、視覚情報から環境の状況や機械の運動を知ることが重要な課題である。従来の多くの視覚システムは、ステレオ視によって得られる距離情報や、時系列画像から得られるオプティカルフローを用いていた。いずれも画像内に多数の特徴点がない場合には、十分な情報が得られない。本論文は、できるだけ少ない特徴を用いて物体の3次元情報を得るとともに、画像を得るカメラの3次元運動を推定する研究を述べたもので、その主な成果は次のとおりである。

- (1) 画像の特徴として、直線を高速に求める方法を提案している。画像の特徴点を通る直線を用いる従来の Hough 変換法は計算量が多い。そこで、画像の任意の2点から候補直線を求めるように変更することで計算量を削減している。さらに、この高速化した手法を移動車の無人走行に適用し、実時間走行ができることを実証している。
- (2) 3つの異なる場所を入力された正射影画像中の対応点から剛体の運動と形状の3次元復元するため、従来は、非線形方程式を立てる方法、多数の対応点から線形方程式を立てる方法、画像以外の情報を用いる方法などがあるが、ここでは、3画像間の4対応点から連立線形方程式を導き、この方程式だけから復元解が一意的である条件と、復元解が一意的である場合に、復元解を得る方法を提案している。
- (3) 中心射影画像中の対応点情報を用いた物体の運動と形状の3次元復元に対しては、カメラの運動条件が既知である場合に従来方式に比べて少ない対応点により3次元復元する方法を提案している。まず153通りのカメラの運動が17通りの運動と等価であることを示し、カメラの平行移動ベクトルと回転行列の直積行列の要素を、運動条件を用いて最少個数の線形独立な別変数に線形展開することにより、従来方式よりも少ない対応点で復元できる線形復元解法、および最小2乗解法を示している。
- (4) 実世界の画像から対話的に特徴点指示することにより、3次元復元法を適用して3次元のCGモデルを生成する方法を提案している。種々の環境の実画像を用いた実験により、3次元物体の復元が可能であることを示している。

以上のように本論文は、少ない特徴を用いて物体の3次元情報とカメラの3次元運動を推定する方法を提案するとともに、一般の環境認識研究に大きな示唆を与えており、パターン情報処理の発展に寄与することが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。