

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 平行光源を用いた既知形状鏡面の位置姿勢計測   |
| Author(s)    | 青木, 伸也  |
| Citation     |   |
| Issue Date   |   |
| Text Version | ETD   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/11094/403">http://hdl.handle.net/11094/403</a> |
| DOI          |   |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | 青木伸也   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(情報科学)   |
| 学位記番号      | 第 23914 号  |
| 学位授与年月日    | 平成22年3月23日   |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>情報科学研究科コンピュータサイエンス専攻                   |
| 学位論文名      | 平行光源を用いた既知形状鏡面の位置姿勢計測                                  |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 八木 康史<br>(副査)<br>教授 井上 克郎 教授 増澤 利光 教授 楠本 真二 |

### 論文内容の要旨

視覚システムの様々な応用において、特殊な視野範囲を実現するために、鏡面での光線反射をカメラで観測する、反射屈折撮像系が用いられることがある。反射屈折撮像系を用いて撮影画像の幾何的な解析を行うためには、カメラと鏡面の相対位置など、撮像系のパラメータを校正する必要がある。本論文では、反射屈折撮像系の校正のために、撮像系に含まれる鏡面の位置および姿勢を推定する手法を提案する。

提案手法は、撮像系に対して平行光線を照射する光源、すなわち平行光源を使用し、平行光源からの光束の下で撮像系の姿勢を変化させながら平行光源を観測することによって、鏡面の位置・姿勢を推定する。

撮像系から観測される平行光源の光像位置は、撮像系が平行移動しても不変であるという特徴を持つ。このため、校正において推定に現れる未知パラメータから、撮像系の平行移動成分を除くことが出来る。そのため提案手法では、平行光源でない特徴点を使用する従来手法に比べ、推定に現れる未知パラメータの個数を減少させることが出来る。これにより、本来は推定する必要がない未知パラメータに含まれる誤差の影響が除かれ、求めたい鏡面の位置・姿勢の推定精度が向上する。

反射屈折撮像系の校正に関する既存の手法では、鏡の位置と形状に強い仮定をしているものもあるが、提案手法は鏡の位置・形状を限定しない手法である。

本論文では反射屈折撮像系の校正に関して、2種類の手法を提案する。第1の手法では、平行光線の照射下で、撮像系を2軸ターンテーブルを用いて回転させ、撮影された光像とターンテーブルの回転角を用いて、鏡面の位置・姿勢を推定する。

第2の手法では、平行光源のペアを使用し、それら両方からの平行光の下で撮像系を自由に回転させて、光源を観測する。二つの平行光の光線ベクトルのなす相対角は撮像系の位置姿勢に関わらず不変である、ということを拘束条件として、鏡面の位置・姿勢の推定を行う。

それぞれの提案手法について、シミュレーションと実画像を用いた実験を行い、精度評価を行った。その結果、提案手法は従来手法よりも鏡面の位置・姿勢に関する推定精度が向上することが示された。

## 論文審査の結果の要旨

視覚システムの様々な応用において、特殊な視野範囲を実現するために、鏡面での光線反射をカメラで観測する、反射屈折撮像系が用いられることがある。反射屈折撮像系を用いて撮影画像の幾何的な解析を行うためには、カメラと鏡面の相対位置など、撮像系のパラメータを校正する必要がある。

本論文では、平行光源を用いることにより、反射屈折撮像系に含まれる鏡面の校正（位置および姿勢）を高精度に推定する方式をまとめたものである。成果としては、

第一に、校正方法として、

撮像系に既知回転量を与えることで、1 平行光源から校正を行う方法と、

互いに独立な 2 平行光源下において、二つの平行光の光線ベクトルのなす相対角は撮像系の位置姿勢に関わらず不変であるということ幾何拘束を利用した校正方法

を提案した点が挙げられる。これらの方法では、撮像系から観測される平行光源の光像位置は、撮像系が平行移動しても不変であるという特徴を利用し、校正において推定に現れる未知パラメータから、撮像系の平行移動成分ならびに校正に用いるターゲットの奥行き成分をなくした、定式化を行っている。それにより、鏡面の校正の高精度化を実現している。また、反射屈折撮像系の校正に関する既存の手法では、鏡の位置と形状に強い仮定をしているものもあるが、提案手法は鏡の位置・形状を限定しないという利点もある。

第二に、上記方法を実現する校正システムという観点から、

2 軸ターンテーブルと偏心放物面鏡を用いた 1 平行光源からなるシステムと、

偏心放物面鏡を用いた 2 平行光源からなるシステム

を試作した点が挙げられる。

さらに、それぞれの提案手法について、従来手法よりも鏡面の位置・姿勢に関する推定精度が向上していることを、シミュレーションと実画像を用い示している。

以上のように、本論文はコンピュータビジョンの基本問題の一つであるカメラ校正技術の進展に重要な成果を挙げた研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。