

超広角魚眼レンズカメラの固有値最小化法による高精度な校正 High Accuracy Calibration of Ultra-Wide Fisheye Lens Cameras

by Engenvalue Minimization

中村遼平 丸茂哲平 金谷健一

Ryohei Nakamura, Teppei Marumo, Kenichi Kanatani

岡山大学大学院自然科学研究科

Department of Computer Science, Okayama University, Japan

E-mail: {nakamura,marumo,kanatani}@suri.cs.okayama-u.ac.jp

1 目的

魚眼レンズカメラは広い視野が同時に観測できるため、監視カメラとして広く用いられているほか、車両に搭載して道路上の障害物を検出したり、俯瞰画像（自車を上方から見下ろしたような画像）の作成など種々の用途に用いられている。しかし、画像に大きな歪があるため、対象物とカメラとの相対位置を計算するには、画像をまず透視投影画像に変換し、それからコンピュータビジョンの種々の技法を適用する。このためにはユーザーが参照板を用いて校正を行う必要がある。

2 背景

従来から参照板の位置や参照パタンの形状の知識を画像と対応させて校正する方法が主であったが、本研究で考える視野が 180 度以上の超広角魚眼レンズではどんな大きい参照板を用いても画像を平面パタンの像で覆うことはできない。Devernay ら [1] は 2001 年に同一直線上のあるべき点列（画像上では曲線状）が同一直線上にあるよう補正すること（共線条件）により、参照板の位置や参照パタンの形状を知る必要がなく校正ができることを発表して話題を呼んだ（実はこれは小野寺ら [3] が 1992 年に発表した）が、あまり知られていない。駒形ら [2] はさらに平行であるべき点列が平行であり（平行条件）、直交すべき点列が直交する（直交条件）という条件を加えた。しかし、パラメータ空間で目的関数を素朴な探索によって最小化させている。また、過去のさまざまな研究では精度の不足を補うために、光軸に垂直方向にあるシーン点の画像上の位置を求めるなどの付加情報を加えている。

3 提案法

本論文では駒形らの共線条件、平行条件、直交条件を用い、画像上の直線当てはめが固有値の最小化に帰着し、最小化が固有値問題の摂動定理によって導出されるという「固有値最小化法」（これも小野寺ら [3] が指摘している）によって、今日最も優れているとされるレーベンバーグ・マーカート法を導く。そして、大型ディスプレイに複数方向の帯パターンを表示し、これ

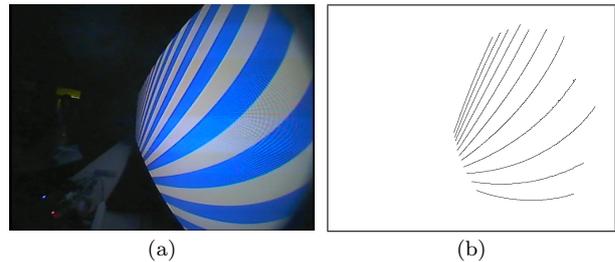


図 1 (a) 帯パターンを撮影した魚眼レンズ画像。(b) 検出したエッジ。



図 2 (a) 市街地の魚眼レンズ画像。(b) 変換した透視投影画像。

を撮影した画像からエッジ検出を行ってデータとする。そして、直交条件を含めなければ偽の解が存在して校正ができないことを示す。偽の解の存在は従来の研究では知られていなかった新発見である。本研究では直交条件を含めることによって何らの付加情報なしに高精度な校正ができることを示し、その評価を行う。

図 1 は撮影して帯状パターンとそのエッジ画像の一例を示す。図 2 は車載カメラで撮影した屋外シーンの魚眼レンズ画像と校正結果から透視投影画像に変換したものである。

参考文献

- [1] F. Devernay and O. Faugeras, Straight lines have to be straight: Automatic calibration and removal of distortion from scenes of structured environments, *Machine Vision Appl.*, **13**-1 (2001-8), pp. 14-24.
- [2] 駒形英樹, 石井郁夫, 牧野秀夫, 高橋章, 若月大輔, 魚眼カメラ内部パラメータの幾何学的キャリブレーション法, 電子情報通信学会論文誌 D, **J89-D-1** (2006-1), 64-73.
- [3] 小野寺康浩, 金谷健一, カメラの位置決めのにらない画像の幾何学的補正法, 電子情報通信学会論文誌 D-II, **J75-D-II-5** (1992-5), 1009-1013.