

大型移動体の全周囲映像生成に用いる カメラ間パラメータ設計の基礎検討

小野田 祐大[†] 福井 阜河[‡] 矢野 良和[§]
愛知工業大学[†] 愛知工業大学[‡] 愛知工業大学[§]

1 研究背景

近年、遠隔移動体の安全な操作のために、操作者への全天球映像の提供が期待される。死角ない映像提供のため移動体の左右前後に魚眼カメラを搭載する。隣接する画像を連結統合することで天地前後左右を確認できる全周囲画像が生成できる。しかし、離れた位置にカメラを取り付けるためシステムのモジュール化が困難であり、取り付け位置の経年変化に耐えるようカメラ間パラメータを動的に獲得する必要がある。我々は、日常走行環境の撮影映像をもとにキャリブレーションを実現する方法を検討する。

2 無限遠連結のための対応位置推定

移動体の前後左右に 180 度の視野角を持つ魚眼カメラを設置し、隣接する画像から得られる 90 度の重複領域を適切に統合することで画像連結を試みる。360 度全周囲画像の生成には、各カメラの内部および外部パラメータの推定が必要である。内部パラメータは福井らの手法 [1] で推定する。各魚眼画像を等距離投影画像へ校正し、経緯度画像へ展開する。これらを外部パラメータを用いて連結し、所望の画像を得る。カメラ間での視差により、近傍対象までの距離に従って対象の投影位置が変化する。画像連結時の物体消失を避けるため、福井ら [1] は画像特徴点ベースで無限遠方対象での画像連結できる外部パラメータを推定した。しかし、カメ

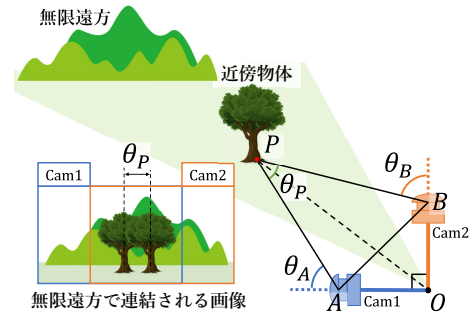


図 1: カメラ 2 台と近傍物体の位置関係

ラ間距離が離れると無限遠とみなす距離が長くなり、日常走行環境下での動的な推定は困難である。

我々は日常走行環境で撮影される街路樹等の近傍物体に生じる視差を推定し、対象が推定視差間隔になるよう位置合わせを行うことで、無限遠方で画像連結される外部パラメータを推定する方法を提案する。

図 1 に 2 台の魚眼カメラで撮影する様子を示す。各カメラの光軸は同一平面上で直交する。近傍物体の位置を点 P とし、Cam1 からの方位角を θ_A とする。カメラシステムを中心を点 O とし、Cam1 との距離を \overline{OA} とする。近傍物体の距離 \overline{OP} がわかると $\angle OPA$ が推定できる。同様に Cam2 側から $\angle OPB$ が推定でき、視差角 θ_P が得られる。この視差角は連結する経緯度画像上での X 方向の投影位置差を意味する。こうした関係を画像中から複数点で獲得し、無限遠での連結位置を推定する。

3 視差を利用したパラメータ推定実験

近傍物体に生じる視差を推定し、無限遠方で画像連結される外部パラメータの推定を試みる。図 2 に示すようにカメラシステムの隣り合う 2 つのカメラ間で外部パラメータを推定する。この装置に

A study on inter-camera parameter estimation with for large robots using environmental obstacles

[†] Yuudai Onoda, Aichi Institute of Technology

[‡] Koga Fukui, Aichi Institute of Technology

[§] Yoshikazu Yano, Aichi Institute of Technology

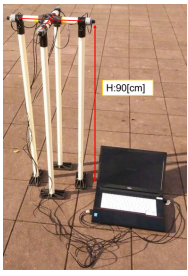
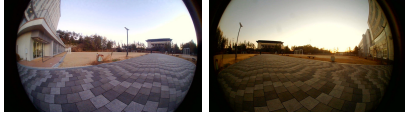


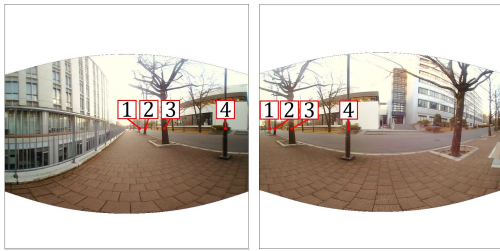
図 2: 実験装置



(a) cam1 (b) cam2
図 3: 近距離対象の撮影画像



(a) cam1 (b) cam2
図 4: 無限遠対象の撮影画像



(a) cam1 (b) cam2
図 5: 視差推定に用いる経緯度画像

において \overline{OA} は 190[mm] である。カメラ設置平面は高さ 900[mm] に設定した。魚眼画像の解像度は $1280 \times 720[\text{px}]$ のため、本システムでは 75[m] より遠方を無限遠方とみなす。なお、視差推定検証に特化するため、予めカメラ間の光軸が同一平面上で直交するよう取付時の傾きを校正した。そのため経緯度画像を平行移動することで画像連結を適用することができる。また、無限遠を近距離に設定できるようにカメラ間距離を短くした。

近傍物体を含む風景を撮影した画像(図 3)を経緯度画像へ展開した(図 5)。各経緯度画像を $900 \times 900[\text{px}]$ にしたため、1 画素は 0.2 度となる。図 5 に示す 4 つの近傍物体を用いて、連結位置を推定した。対象の距離はカメラ単体での単眼ステレオでも計測できるが、本稿では簡単化のため LIDAR(RPLIDAR-A1M8) で計測した。各近傍物体までの距離を表 1 に示す。各近傍物体での視差情報をもとに連結位置を推定し、図 6 に示す連結画像を得た。

得られた連結パラメータの妥当性を検証する。ここでは無限遠を撮影した画像を連結し一致度を評価する。検証に用いた撮影画像を図 4 に示す。推定時と同様に経緯度画像へ展開し、推定された連

表 1: 各近傍物体の測定距離

	1	2	3	4
距離 [mm]	18976	11840	4984	2396



図 6: 近距離対象風景での連結画像

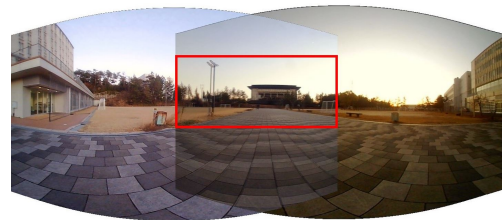


図 7: 無限遠対象風景での連結画像

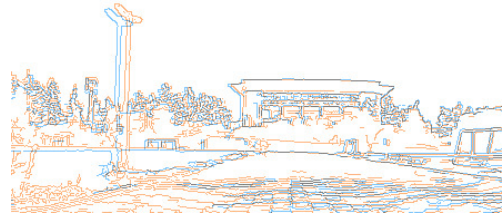


図 8: エッジでの連結画像 (緑:Cam1, 橙:Cam2)

結パラメータで画像連結した。図 7 に合成結果を示す。図 7 の赤枠部を各画像ごとにエッジ抽出し重ね合わせたものを図 8 に示す。無限遠対象の対応エッジでの位置差はおよそ 1[px] となり、無限遠位置での連結が適切にできた。推定した外部パラメータは十分に妥当であると言える。

4 まとめ

本稿では近傍物体に生じる視差をもとに外部パラメータを推定した。今後は 4 台カメラによる全周合成を行い周回性から誤差を抑え込む。

参考文献

[1] 矢野, 福井, "遠隔運転支援のための複数魚眼カメラによる全天球映像システムの構築", 第 28 回画像センシングシンポジウム (SSII2022).