

大型移動ロボットの遠隔操作のための 複数魚眼画像の結合による全周画像の合成

三浦 唯広[†] 田中 啓太[‡] 福井 皐河[§] 矢野 良和[¶]
愛知工業大学[†] 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、遠隔移動ロボットの安全な操作のために、操作者への全周映像提供が期待される。移動ロボットが車両などのように大きい場合、全方位カメラユニットを天井面に設置すると近傍周辺領域の視野を自身で遮る。死角が生じないように前後左右に複数のカメラを設置し、撮影した画像を統合する方法がある。しかし単純な連結では、注目すべき近傍の対象物体（以降、近傍物体）はカメラ間の視差を起因とする二重化や消失を生ずるため、対象の視認性を下げる。本研究では、消失や二重化が発生しない全周映像の生成を試みる。移動体の前後左右に配置した魚眼カメラより得られる映像から外部パラメータを推定し、複数カメラ映像を合成する。その際、カメラ間の映像の重複領域において近傍物体を抽出し、合成した背景映像へ投影した映像を生成する。

2 提案手法

本研究では、周辺情報の取得に魚眼レンズのカメラを複数用意し、全周画像となる経緯度画像の生成を試みる。魚眼カメラを移動体の前後左右に設置し、それらを統合する。画像合成のため、各カメラの外部パラメータおよび内部パラメータを推定する。各カメラは離れた位置に設置される。外部パラメータを適切に設定しても、奥行きが異なる近傍

物体が撮影される場合、連結合成において近傍物体が二重化や消失する。

我々は無限遠での画像連結を行い背景画像を生成し、近傍物体を別途抽出して背景画像へ重畳する方法を提案する。広角度の魚眼カメラを用いることで、カメラ間で重複する視野領域が得られる。この領域で一致しない部分が近傍対象となる。結合において一致しない部分では背景を採用し、近傍物体を消すよう合成する。前後左右の画像を合成することで無限遠背景画像を得る。近傍物体は無限遠背景画像との差分で抽出でき、適切な位置に描画する。

各カメラの内部パラメータは Fukui らの手法 [1] で推定し、各魚眼画像を等距離投影画像にし、経緯度画像へ展開する。無限遠にて連結することでカメラ間距離を無視でき、外部パラメータとして方位角のみを推定する。無限遠対象が映る画像範囲から特徴点を抽出し、特徴点ベースで位置合わせを行う。4方向の経緯度画像を連結し、全周画像を得る。

3 実験

本実験では、図 1 に示すようにカメラを設置した。対角のカメラ間の距離を 37.4[cm] とし、地面から高さ 90[cm] の位置にカメラ設置平面を用意した。

魚眼レンズカメラとして GENIUSPY-GS-A15WDCM-1.5MM を利用し、画像は 1280 × 720[pixel] で得られる。各カメラで得られる画像を図 2 に示す。このカメラは 180 度以上の視野範囲を持つ。極の領域は撮像素子外に投影されるため上下が切れた画像となっている。

得られた各方向の画像に対し、レンズ歪みを補正

Spherical panorama image synthesis with integration of multiple fisheye images for remote control of huge mobile vehicles

[†] Tadahiro Miura, Aichi Institute of Technology

[‡] Keita Tanaka, Aichi Institute of Technology

[§] Koga Fukui, Aichi Institute of Technology

[¶] Yoshikazu Yano, Aichi Institute of Technology

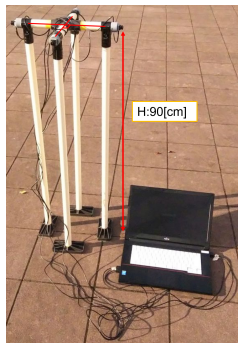


図 1: 実験装置

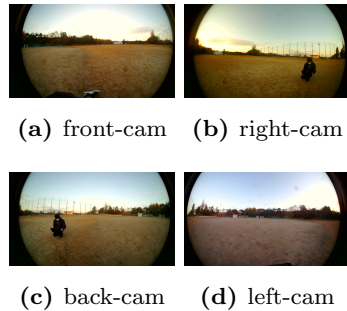


図 2: 魚眼カメラでの撮像画像

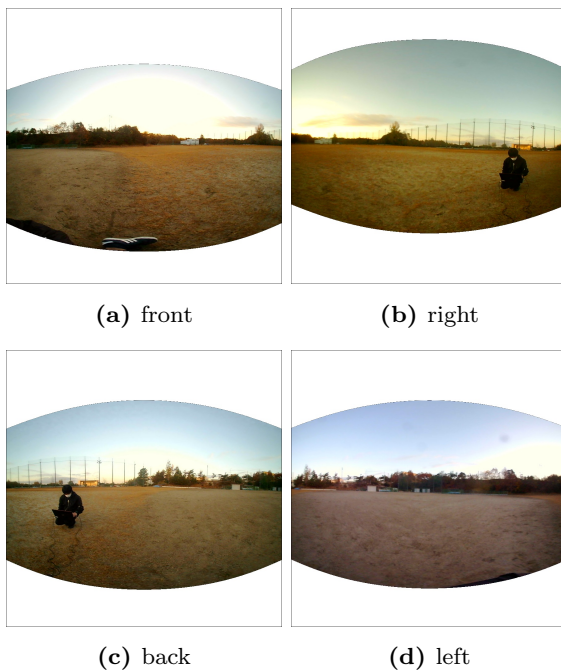


図 3: 生成した経緯度画像

し経緯度画像に変換したものを図 3 に示す。各画像は光軸方向を中心に経緯度で ± 90 度の範囲になるよう展開した。各画像の解像度は 900×900 [pixel] としたので、1 ピクセルが 0.2 度に相当する。隣接カメラ間の距離が 26.4cm であることから本計測システムでは 75m 程度で無限遠とみなせる。無限遠を撮影するため、実験はグラウンドで撮影した。

各画像の赤道付近に無限遠対象の物体が投影される。この領域から抽出される特徴点を用いて画像を連結パラメータを得る。特徴点の抽出には AKAZE を用い、対応する特徴点ペアの選択には RANSAC を用いる。4 カメラ分の合成を行った画像を図 4 に示す。画像のサイズは、 $1800 \times$

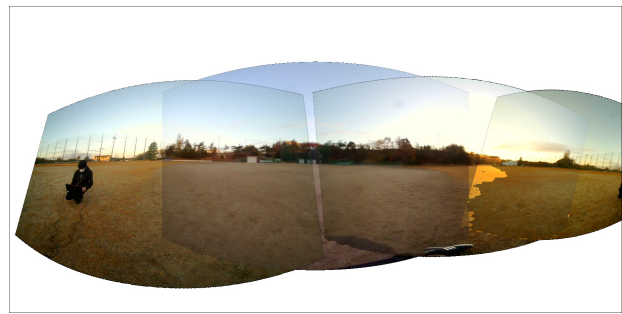


図 4: 合成画像

900[pixel] である。図 3(d) を基準にして左右に図 3(c) および 図 3(a) を連結し、図 3(a) に 図 3(b) を連結した。本結果では特徴点で連結されるよう変形したため、各経緯度画像の経緯度軸が変形して不適切な経緯度の関係となった。また、地平線付近にある特徴点以外での特徴点ペアを得ることが難しく、類似する形状が多いことから得られる特徴点ごとの特徴量差異が明確にならず、不適切な特徴点ペアが得られたことが確認できた。そのため不適切な射影変換が最適になる状況であった。外部パラメータの推定として射影変換パラメータの推定を行ったが、経緯度画像の連結においては投影方向への変形は不適切な事例を生じる。以上から、経緯度画像の特性から平行移動と回転に制限した変形画像での連結が適切と考える。

4 まとめ

本研究では、4 方向で固定した魚眼カメラで撮影した映像の合成を行った。射影変換による連結の不具合を示し、連結方法に対する改善案を述べた。適切な連結後に前景物体の除去を行い、背景と分離するとともに、視差から距離測定を行うことで観測位置に応じた任意の 3 次元空間上に描画することを目指す。

参考文献

- [1] Koga Fukui, Yoshikazu Yano, “Validation of Calibration Method for Fish-eye Lens using Equiangular Markers -Aiming for Remote Car Driving-”, Proc. IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics, 2021.