

複数の魚眼カメラを用いた 俯瞰画像の合成に係るレンズおよび設置歪みの自動補正手法

鬼頭 優[†] 近藤 真史^{††} 渡部 皓太[†] 山内 仁[†] 河本 崇幸^{†††} 石原 洋之^{†††} 佐藤 洋一郎[†]
[†]岡山県立大学 情報工学部 ^{††}川崎医療福祉大学 医療技術学部 ^{†††}株式会社システムズナカシマ

1. はじめに

近年、万引きの対策として監視カメラが急速に普及しているが、商業施設では陳列棚などによる死角を排除できない。この問題に対して筆者らは、天井へ複数の魚眼カメラを格子状に配置し、それらから得られた画像を俯瞰(見下ろし)画像として合成・表示するシステムを開発している^[1]。しかし、魚眼カメラのレンズ歪み、カメラ設置時の位置のずれや傾き(以下、設置誤差という)を手動で補正し、合成画像を目視で確認しており、多くの時間を要している。そこで本研究では、画像合成に係る魚眼カメラのレンズ歪みと設置誤差の自動補正手法を提案する。

2. 自由視点型俯瞰画像合成システム

筆者等が開発している俯瞰画像合成システムでは、ネットワークカメラとして魚眼レンズ VR220 を搭載した Raspberry Pi3 を使用しており、各カメラは撮像した魚眼画像から指定される視線画像を抽出してサーバ PC へ転送する。これを受けたサーバは、各視線画像を合成し、俯瞰画像と自由視点画像を生成・表示する(図 1)。俯瞰画像の合成には、OpenCV の Sticher 関数を利用しており、画像間の特徴点を基にオーバーラップ領域を算出して合成している。

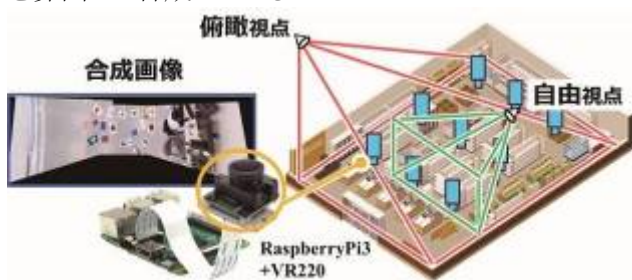


図 1. 俯瞰画像合成システムと合成例

3. レンズ歪みと設置誤差の補正手法

本研究では、上述のレンズ歪みと設置誤差を段階的に補正する手法を検討する。

レンズ歪み: レンズの内部パラメータについては、既に OpenCV にも関数レベルで実装がされていることから、Zhang のカメラキャリブレーション手法^[2]に則り、画像合成に先立って補正を施す。

設置誤差: 一般的には、カメラの位置・姿勢を表す外部パラメータを推定・補正すればこの種の誤差は軽減できる。しかし、俯瞰画像合成システムでは、それに加え

て各カメラの相対的な位置関係も補正する必要がある。これを実現するために、各カメラに写り込むようにフロアの床に一枚のチェッカーボードを配置し、これを用いて PnP 問題を解くことで各カメラの外部パラメータを補正する方針をとる。具体的には、各画像内に写り込んだチェッカーボードの交点に基づき、画像座標系と世界座標系の対応から、各カメラの共通の世界座標系を基準とした外部パラメータを算出する。そして、得られたパラメータからそれぞれの位置関係を算出し、それを基に設置誤差を補正する。

以上のようにして、補正されたカメラの内外パラメータを用いて、世界座標系と画像座標系の対応を基に魚眼画像を平面展開した上で、位置補正された各カメラの視点画像を抽出し、歪みのない画像合成を実現する。

4. 画像の合成結果

本研究の補正法を実装し、9 台のカメラを用いて俯瞰画像の合成を行った結果を図 2 に示す。図左の補正された 9 枚の直下画像に対して、図右の通り歪みのない良好な俯瞰画像の合成を確認した。また、自由視点画像についても良好な生成を確認している。

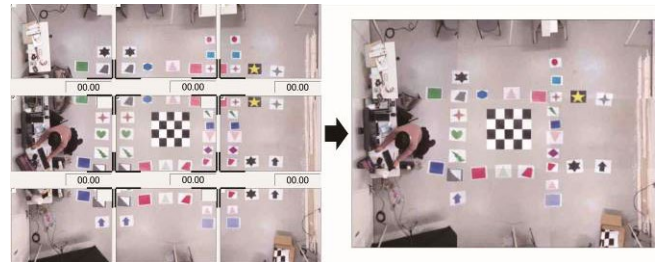


図 2. 補正後の俯瞰画像合成結果

5. まとめ

本研究では、自由視点型俯瞰画像合成システムに対するカメラの内外パラメータの推定手法を提案し、システム実装を通じてその有効性を確認した。今後は、人物追跡機能などシステムの高性能化を図る予定である。

参考文献

- [1] 鬼頭 優, 他, “複数の魚眼カメラを用いた自由視点型俯瞰画像システムの開発”, FIT2019, pp.245-246 (Sept. 2019)
 [2] Zhang, “A exible new technique for camera calibration”, IEEE Trans. PAMI, vol.22, no.11, pp.1330-1334(2000)