

加算のみに帰着した高速射影変換法に基づく パノラマ画像合成システムの開発

田所 勇生[†] 近藤 真史^{††} 大坪 浩次^{†††} 瀬島 吉裕[†] 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 ^{†††}山陽電研株式会社 電子応用技術部

1. はじめに

近年、監視カメラの世界市場は急速な成長を遂げている^[1]。特に商業施設では魚眼カメラの導入が積極的に図られているが、陳列棚などで生じる死角を完全に排除することは困難である。この問題に対して筆者らは、多数のカメラを用いた俯瞰画像合成システムの開発に着手している。本システムでは、カメラモジュールに再構成型集積回路(FPGA)を用いることによる画像合成の高速化を想定し、合成で用いる射影変換に含まれる乗除算および初期値を関数近似と漸化式表現により加算のみに帰着する手法を提案している^[2]。そこで本稿では、俯瞰画像合成への応用の次段階として、これに基づくパノラマ画像合成システムの実装について報告する。

2. 再帰的近似手法に基づく射影変換の高速化

幾何学変換の一つである射影変換は、直線性を維持しながら矩形を任意の四角形に変形することで、画像に遠近感を持たせる変換である。変換後の x 座標に係る逆変換式は $x=f_x(u,v)=(Au+Bv+C)/(Du+Ev+1)$ として与えられる(u,v は変形前の座標, $A\sim E$ は変換係数)。ここで, v を固定して上式を双曲線関数と見なすと, 一次関数 $f_x=au+b$ で近似することで除算, さらにこれを漸化式 $f_x(u,v)=f_x(u-1,v)+a$ と表現することで乗算がそれぞれ排除され, 単に a の加算のみに帰着できる。さらに, 漸化式の初期値を新たな座標平面と見なすと, 上述の関数近似と漸化式表現を再帰的に繰り返すことで初期値の総数が収斂され, 初期値のメモリ参照に係るオーバーヘッドの軽減効果を期待できる(図 1)。

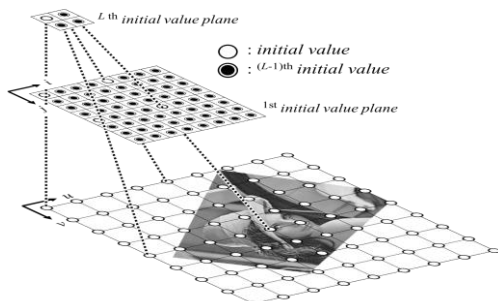


図1. 射影変換における再帰的近似手法^[2]

3. システム構成

提案システムは, 撮像を担う IP カメラをクライアント, 合成を担う汎用 PC をサーバとするサーバクライアントモデルで実現し, 構成の詳細は以下の通りである。

クライアント: 組み込みプロセッサ(ARM)内蔵型 FPGA ボード Zybo であり, USB カメラ(OV7725)で撮像した画

像に 2.の高速射影変換法を施し, サーバに無線で送信する。本稿ではソフトウェア処理を前提としているため, ARM 部に OS (Xillinux)を搭載し, 2.以外の汎用処理は画像処理ライブラリ OpenCV を用いて実現している。

サーバ: 各クライアントから受信した射影変換済み画像を一枚のパノラマ画像に合成・表示する。画像の合成には, OpenCV のパノラマ合成関数(Stitcher)から射影変換関数以外の特徴点抽出関数(SeamFinder), 露出補正関数(Compensator), 合成関数(Blender)を抽出し, さらに各関数を汎用 GPU 基盤 CUDA で書き下してグラフィックボード(GTX1060)による高速化を図っている。

4. 合成結果

開発したパノラマ画像合成システムを用いて 3 枚の画像合成を行った結果を図 2 に示す。各画像の解像度は 320×240 であり, 画像端 $1/4$ の領域が重複するように, 中央のカメラを基準として左右のカメラは垂直方向にそれぞれ $\pm 30^\circ$ の射影変換を施している。CPU/CUDA の瞬間フレームレートは 16.5fps/18.0fps であり, 高速かつ良好なパノラマ画像の合成を確認できる。



図 2. パノラマ画像合成システム

5. おわりに

本研究では, 加算のみに帰着した高速射影変換法を FPGA-ARM 部に実装し, それと CUDA を併用したパノラマ画像合成システムを開発した。今後は 2.の手法をロジック部に移植して更なる高速化を図る予定である。

謝辞 本研究の一部は, ウェスコ学術振興財団「平成 29 年度学術研究費助成」の支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] 森健一郎, “監視カメラの世界市場に関する調査結果,” 矢野経済研究所プレスリリース (Aug. 2015)
- [2] 田所勇生, 他, “自由視点防犯カメラへの応用を前提とした射影変換における再帰的近似手法,” 電子情報通信学会技術研究報告 ICTSSL, Vol.117, No.401, pp.45-50 (Jan. 2018)