

視体積交差法を用いた複数カメラからの人数推定に関する検討

A Study on People Counting from Multiple Cameras Using Visual Hull

田淵義宗¹ 高橋友和¹ 出口大輔¹ 井手一郎¹ 村瀬洋¹
 Yoshimune Tabuchi Tomokazu Takahashi Daisuke Deguchi Ichiro Ide Hiroshi Murase
 泉谷知範² 柏野邦夫²
 Tomonori Izumitani Kunio Kashino

名古屋大学¹ NTT コミュニケーション科学基礎研究所²
 Nagoya University NTT Communication Science Laboratories

1 まえがき

カメラを用いた人数推定は、デジタルサイネージの広告効果測定、セキュリティシステム、などのさまざまな応用で広く使われている。人数推定の手法としては人の顔など特定の形状を検出して計数する検出ベースの手法、画像特徴量（背景差分により得られた前景面積など）と人数の関係の回帰に基づく回帰ベースの手法 [1] がある。混雑時の人数推定では、検出ベースの手法は隠れにより形状の検出が困難となる場合が多いため、回帰ベースの手法がよく用いられる。

また、図 1(b) のような状況をカメラ 1 から撮影すると、得られる画像は図 1(a) のようになる。このように、単一カメラのみを用いる場合はオクルージョンの影響が大きく、人数推定を正しく行なうことが難しい。一方、カメラ 2 から得られる画像は図 1(c) のようになり、正しく人数推定を行なうことができる。このように視点が異なる複数のカメラを用いることにより、人数推定精度の向上が期待できる。しかし、既存研究のほとんどは単一カメラを用いて人数推定を行なっている。単一カメラでも、真上にカメラを設置することによりオクルージョンに対処する方法もあるが、真上にカメラを設置できる状況は限られる。

そこで我々は、回帰ベースで複数カメラを用いた人数推定手法を検討したので、報告する。

2 人数推定手法

背景差分法によって得られた 2 値画像から画像特徴を抽出し、得られた画像特徴と人数の関係を 2 次多項式で回帰する。これにより、人数推定を行なう。今回は画像特徴として、単一カメラから得られる重み付け前景面積、そして複数カメラを用いた視体積交差法により得られる観測体積を用いる。以下でそれぞれの詳細を述べる。

重み付け前景面積（単一カメラ）

背景差分により得られる前景の総ピクセル数を前景面積とする。カメラから離れた位置の人物ほど観測できる前景面積は小さくなっていくため、カメラからの距離により前景面積に重み付けを行なう。この、重み付けが行なわれた前景面積を特徴量とする。

観測体積（複数カメラ）

カメラ画像間の対応点 8 点を手動で入力し、8 点アルゴリズム [2] によりカメラ間の位置関係を求める。求められた位置関係をもとに、視体積交差法を適用

表 1 手法による人数推定誤差の比較

カメラ	使用する特徴量	誤差
単一	重み付け前景面積 [比較手法]	0.86
複数	重み付け前景面積 (カメラ 2 台分) ・観測体積 [提案手法]	0.61

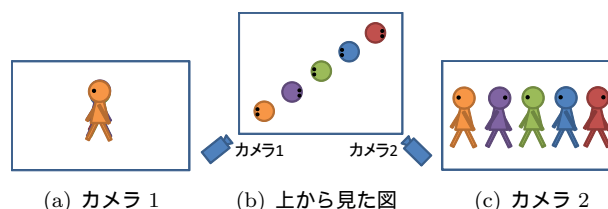


図 1 単一カメラでうまくいかない例

する。そして、視体積交差法により得られる物体の体積を特徴量とする。

3 実験および考察

複数カメラを用いた人数推定手法を評価するため、以下の実験を行なった。カメラ間の角度が約 60 度であり、注視点が同じである 2 台のカメラを用いた。そして、1 台のカメラあたり 1~20 人が写った画像 14400 枚（人数毎に 720 枚）を撮影し、実験に用いた。評価尺度は推定人数と正解の MAE(平均絶対値誤差)、評価方法は 5 分割交差検定法を用いた。比較手法として、使用する画像特徴量として単一カメラから得られる重み付け前景面積のみを利用するものを用いた。

実験結果を表 1 に示す。この結果より、単一カメラでの推定精度より複数カメラでの推定精度のほうが良くなっており、複数カメラから得られる特徴が有効であることを確認した。

4 むすび

視体積交差法を用いた複数カメラからの人数推定手法を検討した。実験の結果、複数カメラの利用が人数推定に有効であることを確認した。今後の課題として、複数カメラの統合方法のさらなる検討などが挙げられる。

参考文献

- [1] A. B. Chan and N. Vasconcelos, "Bayesian Poisson regression for crowd counting," IEEE ICCV, pp. 545-551, 2009.
- [2] R. I. Hartley, "In Defense of the Eight-Point Algorithm," IEEE Trans. PAMI, Vol. 19, No. 6, pp. 580-593, 1997.