

## 群衆の流れ計測に関する基礎検討

### A Study on Measuring Flow Vector of Moving Crowd

○渡邊純貴<sup>1</sup>, 富田賢志<sup>2</sup>, 布施威<sup>2</sup>, 清水雅夫<sup>3</sup>

\*Junki Watanabe<sup>1</sup>, Satoshi Tomita<sup>2</sup>, Takeshi Fuse<sup>2</sup>, Masao Shimizu<sup>3</sup>

Abstract: This study describes some approaches with image processing technique for measuring flow vector distribution of moving crowd. First we show two methods to estimate the optical flow of an image sequence. Second we show two results of foreground extraction. Experimental results depict that Farneback optical flow algorithm and a foreground extraction using Gaussian mixture provide good results.

#### 1. はじめに

防犯カメラなどで撮影した画像を使った, 群衆の混雑状況や移動方向と速度などの流れの解析は, 事件や事故の早期発見や, より安全な通路のレイアウトなどへの応用が期待されている. 本検討では, 日本大学理工学部船橋キャンパスにおいて 2014 年 9 月 18 日に行われた防災避難訓練が終了後に, 約 4400 人の群衆が解散した後の群衆の流れを撮影した動画画像を使って, オプティカルフローと前景 (移動物体) を求める手法を比較検討した. 使用したカメラは(株)エルモ社製 MS-1 で, 対角画角 135°, 画素数 1920×1080 [画素], フレームレート 60 [FPS]の動画画像を MP4 (H.264+ACC)で記録した. 記録した動画画像中の 1 フレームを, 図 1 に示す.



図 1 検討に使用した動画画像中の 1 フレーム

#### 2. オプティカルフロー

オプティカルフローは, 動画画像上の見かけの移動を表す. この移動は, フレーム間隔 (本検討では 16.7 [msec]) における画素単位の速度を表す. 画像中に既知の大きさの物体が撮影されていれば, 実寸での速度に換算することができる.

オプティカルフローを求める処理として, ブロックマッチング法と勾配法が古くから提案されている[1].

ブロックマッチング法は, 動画画像中の連続する 2 フレームを使って, 片方の画像から切り出した小領域に最も一致する領域をもう一方の画像中から探索する処理を画像全体で繰り返す. 勾配法は, 連続する 2 フレームでは対象の移動が微小 ( $\pm 1$  [画素]以下) と仮定すると, 画像中の各位置  $(x, y)$  において次の拘束式が成立することを利用している[1].

$$\frac{\partial I(x, y)}{\partial x} u(x, y) + \frac{\partial I(x, y)}{\partial y} v(x, y) + \frac{\partial I(x, y)}{\partial t} = 0$$

ただし,  $I(x, y)$  と  $(u(x, y), v(x, y))$  は位置  $(x, y)$  における画素値と速度ベクトル,  $\partial t$  はフレーム間の差分を表す.

この拘束式中には未知数が 2 個含まれるので, 古典的な手法では小領域における移動は一定と仮定する[2]. このような古典的な方法で求めたオプティカルフローを, 図 2 に示す.

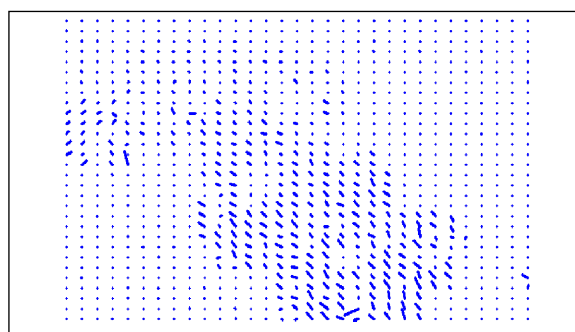


図 2 [2]の方法によるオプティカルフロー

いくつかの箇所で誤ベクトルが検出されているが, これは小領域内に前景 (移動する人) と背景 (固定された路面) が含まれたために, 小領域内の移動を一定とした仮定が成立しなかった領域である.

近年, 注目位置付近の画素値分布を多項式近似することで高精度なオプティカルフローを求める手法が提

1: 日大理工・院(前)・精機, 2: 日大理工・精機, 3: 日大理工・教員・精機

案された[3]. この方法で求めたオプティカルフローを、図 3 に示す.

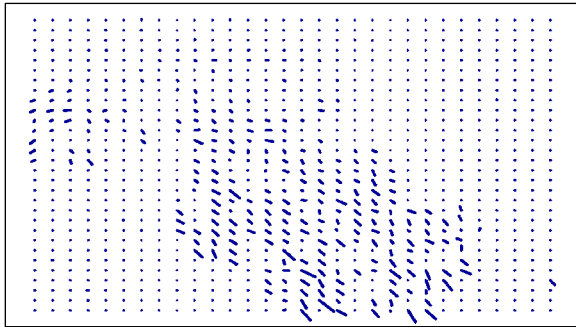


図 3 [3]の方法によるオプティカルフロー

図 2 の結果と比較すると、誤ベクトルが減少していることがわかる。しかし、本検討で使用した動画像には、移動する人間（前景）と固定した路面（背景）で構成されているので、小領域の移動を多項式近似するよりも前景と背景を分けた方が高精度に計測できる可能性がある。

### 3. 前景抽出方法

動画像中から移動領域を抽出する方法には、連続する 3 フレームを用いたフレーム間差分法や、背景の画素値の揺らぎを確率で表した統計的背景差分法がある [1].

フレーム間差分法は、1 フレームと 2 フレームの差分画像と、2 フレームと 3 フレームの差分画像をそれぞれ 2 値化してから論理積を取ることで 3 フレーム間での移動領域を抽出する。この方法で求めた前景（移動領域）を、図 4 に示す。

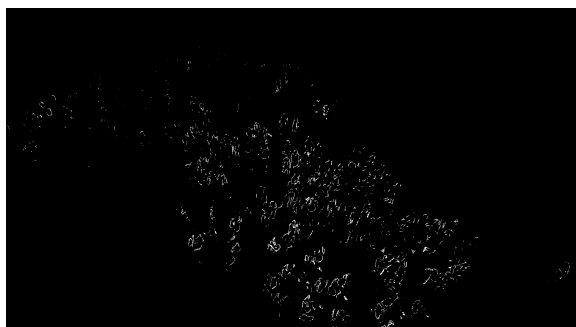


図 4 フレーム間差分法による移動領域

フレーム間差分法では、画素値のゆらぎを最初に 2 値化してしまうため、検出される移動領域が小さくなる傾向がある。

一方、近年提案されている統計的な手法では、画像上の各位置ごとに画素値の揺らぎを確率密度分布として混合ガウス関数で近似し、この確率密度分布から現在の画素値が前景なのか背景なのかを出力する[4]. この方法で求めた前景（移動領域）を、図 5 に示す。

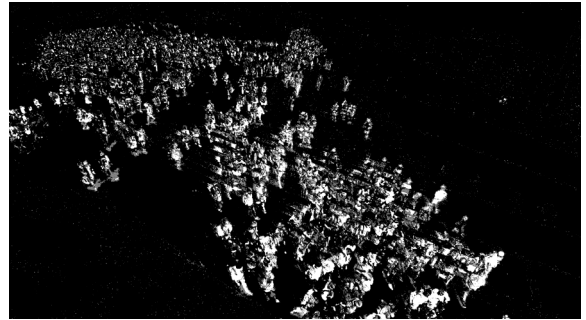


図 5 [4]の方法による移動領域

図 4 の結果と比較すると、移動する人の領域がより高精度に抽出されている。しかし、よく観察すると、服とアスファルトの色が近いときや影の領域で前景の誤検出も含まれている。

### 4. まとめ

今後、[3]の方法によるオプティカルフローと[4]の方法による前景領域抽出を組み合わせ、移動領域だけに対するオプティカルフロー計測を行う。さらに、路面の横断歩道領域の形状を測定してキャリブレーションに使い、実際の群衆の移動速度ベクトルに換算する。

### 5. 参考文献

- [1] 奥富, 清水他編『デジタル画像処理』, 2004.
- [2] 安藤, “画像の時空間微分算を用いた速度ベクトル分布計測システム”, 計測自動制御学会論文集, 22(12), 1986.
- [3] G. Farneback, “Two-Frame Motion Estimation Based on Polynomial Expansion”, Image Analysis, Vol. 2749, 2003.
- [4] Z. Zivkovic “Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction”, Proc. of the 17th International Conference on Pattern Recognition 2004.