

動き履歴画像を用いた人数計数システム

宮原浩二[†], 嶺岸則宏[†], 藤本仁志[†], 脇本浩司[†][†]三菱電機 (株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

大型商業施設等の集客施設におけるマーケティングに役立てるため、来訪者数や通過人数をカウントする各種の自動人数計数システムが開発されている。これらのシステムには、特殊な装置を使用するものや、歩行者モデルを構築して画像処理を行なうものがある。本稿では、「通常の単眼カメラで動作すること」、「リアルタイムで動作すること」、「計数だけでなく移動方向もわかること」を指向した人数計数システムについて述べる。画像の動き情報を蓄積した動き履歴画像 (Motion History Images, 以下, MHI と表記する) をカメラ映像から生成し, MHI を処理することによって, 画像上に定義した仮想的なラインを通過した人数を計数する。

2. 動き履歴画像

本システムでは, 人数を計数するために MHI を用いている。MHI は, Bobick らによって提案^[1]された画像であり, 過去の動き情報の履歴を記録した表現形態となっている。通常のカメラからの画像例を図 1 に, 同じフレームに対応する MHI の例を図 2 に示す。



図 1. カメラ画像



図 2. MHI

図 2 に示したように, MHI は複数のフレームを時間的な推移に応じて濃淡をつけながら重ね合わせた画像となっている。MHI は, 以下のステップで生成される。

- (1) 動画における t 番目のフレーム画像上の座標 (P_x, P_y) の画素値を $I(P_x, P_y, t)$ とする。
- (2) $I(P_x, P_y, t)$ を 2 値画像 $D(P_x, P_y, t)$ に変換する。この時, 以下とする。

$$D(P_x, P_y, t) = 1 \quad : \text{前景部}$$

$$D(P_x, P_y, t) = 0 \quad : \text{背景部}$$

- (3) $D(P_x, P_y, t)$ を MHI 画像, $H(P_x, P_y, t)$ に変換する。この時, 以下とする。

$$H(P_x, P_y, t) = C \quad : D(P_x, P_y, t) = 1 \text{ の場合}$$

$$H(P_x, P_y, t) = \max(0, H(P_x, P_y, t-1) - 1) \quad : D(P_x, P_y, t) = 0 \text{ の場合}$$

ここで, C は定数であり, 過去の動き履歴を保持するフレーム数である。なお, 2 値画像 D は, 背景画像モデル化^[2]等によって背景部と前景部とを分離することによって得ることができる。

3. アルゴリズム

本方式では, MHI 上に「計数ライン」と「補助ライン」の 2 本の仮想的なラインを定義し, 補助ラインの方向から来て計数ラインを横切った人数をカウントする。

計数ライン上で, $H(A_x, A_y, t) = C - 1$ となる点 A が存在した場合に, 計数ラインを人が通過した可能性があると見なし, A を出発点とし補助ライン上の点 B を終点とする直線上の MHI 値を走査する。その MHI 値の変化状態によって, 計数ラインを人が通過したか否かの判定を行なう。これを補助ライン上の全ての点に対して行なう。以上の処理を新たな画像フレームが入力される毎に, MHI を更新しながら繰り返す。

なお, 判定のトリガーとして, 着目フレームで動きのあった箇所である $H(A_x, A_y, t) = C - 1$ を使用したのは, C に比して $C - 1$ の方が, 複数人が重なって通過した際, 個々の人に応じて領域が分かれている可能性があると考えたためである。

点 A から点 B に向かって MHI 値が以下の条件を満たすように変化した場合に人が通過したと見なす。

- (a) MHI の値が, 一様に減少しながら点 B に達した。
- (b) MHI の値が, 一定数以上, 一様に減少した後, $H(Z_x, Z_y, t) = C$ となる点 Z が点 B に達するまでに存在した。

上記(a)は, AB 上に他の人がいなかった場合に対応し, (b)は AB 上に他の人がいた場合に対応する。

さらに, 人が通過した場合には, 二重に計数

People Count System based on Motion History Images

Koji Miyahara[†], Norihiro Minegishi[†], Hitoshi Fujimoto[†] and Koji Wakimoto[†]

[†]Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corp.

されることを防ぐため、判定に使用した AB 上の画素の連結領域 (L_x, L_y) をリセット ($H(L_x, L_y, t) = 0$) する。

以上の方式に従い、カメラから入力されたフレームに対して人数が計数される様子を図 3～図 5 に示す。図 3 が N-1 フレーム、図 4 が N フレーム、図 5 が N+1 フレームに対応する。図 4 では、計数ラインと補助ラインを使用して人がカウントされたことを示し、図 5 では計数に使用された MHI 値がリセットされたことを示している。

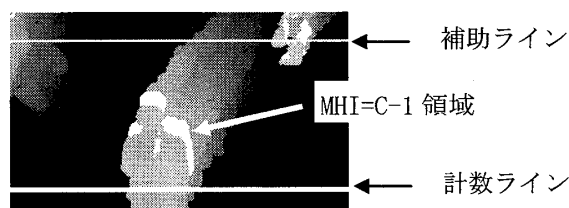


図 3. N-1 フレーム

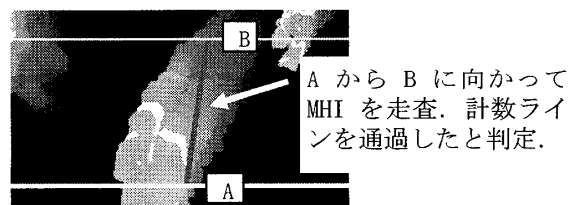


図 4. N フレーム



図 5. N+1 フレーム

図 4 の例では、計数ラインと補助ラインの間に誰も人がいない例であったが、連続して人が通行した場合の例を図 6 に示す。



図 6. 連続して通行した場合の計数例

4. 評価と考察

サンプル映像を用いて本手法の評価を行なった。サンプル映像の諸元を表 1 に、評価結果を表 2 に示す。表 2 に示すように、12.9%の通行人に対して計数漏れがあった。これは、その殆ん

どが、激しいオクリュージョンのあった場合である。一方、複数回、計数された人が 10.5%となった。これは、一人の人であっても、MHI 値が C-1 である領域が分離され、これら複数の領域毎に計数が行なわれたことが主たる要因である。例えば、同一人の足元と頭部でそれぞれ計数されてしまうことがあった。これらの問題点に対応するため、 $H(x, y, t) = C$ である領域の面積や形状情報を利用する等の工夫が必要と思われる。

表 1. 評価映像諸元

時間	10 分間
解像度	VGA (640x480)
フレームレート	5 fps
通過人数	124 人

表 2. 評価結果

	人数	割合
通過人数	124	100%
正しく計数した人数	95	76.6%
複数回、計数した人数	13	10.5%
見逃し人数	16	12.9%

また、Pentium D(3.2GHz)を搭載したパソコンに USB カメラ (VGA サイズ) を接続して、リアルタイムで映像を入力しながら本手法の速度について評価したところ、9~10fps で人数計数ができることを確認した。

5. まとめ

MHI を用いた人数計数システムについて述べた。今後は、実証実験を通じて本手法の評価を行ない、精度向上のための検討を継続する。

謝辞

本研究の一部は総務省「ユビキタス・プラットフォーム技術の研究開発」の一環として実施したものである。総務省および研究参加機関関係者のご支援に感謝する。

参考文献

- [1] Bobick, et al., "Real-time Recognition of Activity Using Temporal Templates", IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, December 1996.
- [2] Porikli, "Human Body Tracking by Adaptive Background Models and Mean-Shift Analysis", IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance, March 2003.