

高視点撮影映像による歩行者交通量計数法の改良

An Improved Method for Counting Pedestrians
in the Image Sequence taken from the High Viewpoint山内 俊明† 関 靖夫†
Tosiaki Yamanouchi Yasuo Seki

1. まえがき

都市計画等で必要とされる歩行者の通行量調査は主に目視で行われているが、手間が大きく十分な場面での実施が制限されている。そこで、急速に発達してきたデジタル動画画像処理の技術を用いて、ビデオ映像から自動的に歩行者の人数を計測する研究が行われている[1][2][3]。対象が三次元空間を移動する歩行者であるため、その多くはステレオカメラを用いることにより近接した歩行者識別の精度向上やオクルーディングの回避を図っている[1][2]。

我々はオクルーディングの少なく、より実用性が期待される高視点カメラ映像から歩行者の交通量を計数するアプローチを検討してきた[4]。内田ら[3]も単一のカメラで高視点から撮影した雑踏の歩行者追跡を検討しているが、各フレームにおける歩行者の検出は単純な背景差分で済ませ、フレーム間の歩行者追跡に重点を置いている。一方、我々は各フレーム内で歩行者位置を精度よく推定することを目的としている。本稿では、トップダウンに定めた内部分布付き矩形歩行者モデル[4]を基本とし、歩行者の向きや影の影響を軽減する方法を検討する。その手法の詳細と実画像による実験結果について述べる。

2. 前処理

トップダウン手法を画像に適用する前の前処理として、背景を除去するための背景差分と差分結果に対するラベリングを行った。

2.1 背景差分

背景を除去するために、背景差分を行った。処理に必要な背景画像は、一連の動画画像から各ピクセルの RGB 成分ごとにモード(最頻値)を求めて推定した。

このようにして得られた背景画像と処理対象画像を用いて、以下の手順で背景差分を行った。

- (1)背景画像と処理対象画像について、同じ位置のピクセル間で RGB 成分を用いたユークリッドノルムを算出する。
- (2)上記ノルムに対して、閾値以上であればノルム自身の値を残し、閾値未満であれば 0 を当該位置の背景差分値とする。

なお、この背景差分はラベリングへの入力データとなるだけでなく、トップダウン手法に対してもラベリングの結果とともに入力データとなる。そのため、単純な二値化をせず、閾値以上のものについてはノルム自身の値をそのまま残している。

2.2 ラベリング

背景差分の結果が 0 でないピクセルを、通常の場合の 1 の値を持つピクセルと見なして処理を行った。得られた各

ラベルについてはさらに、外接する矩形を求め、当該矩形の幅と高さが閾値以下のものは雑音と見なして除去することにした。

3. 歩行者認識のためのトップダウン手法

直上に近い高視点からある一定の領域内を通過する人物を撮影した場合、得られた画像に含まれる人物の形状や大きさはほぼ一定と見なすことができる。我々はこの仮定のもとに、トップダウン手法を提案した[4]。同手法は、背景差分とラベリングの結果を相補的に用いて、「多値の背景差分の連結領域」を矩形モデルで探索するというものである。探索時には、矩形内の背景差分値とガウス分布形状の重み関数の積和をモデル適合度という指標として用いている。実画像を用いた実験結果からは、次のような問題点が明らかになっている。

- (1)矩形として検出された歩行者の位置がずれることがある。
- (2)影の影響により、過検出や未検出が発生することがある。
- (3)複数の歩行者が近接した状態にあると、過検出や未検出が発生することがある。
- (4)背景と似た色を有する歩行者については、未検出が発生することがある。

そこで、特に上記の(1)と(2)を解決するために、モデル適合度の算出手法を改良するとともに、従来手法で検出された歩行者位置の周辺を詳細に探索する処理を追加することにした。詳細を以下に示す。

3.1 影の影響を考慮したモデル適合度の算出

従来手法では、モデル適合度として単純に矩形内の背景差分値と重み関数の積和を算出していた。今回は、影の影響を排除するために、当該矩形内の背景差分の最大値に対してある割合(閾値)以下の背景差分値は 0 と見なし、モデル適合度算出時の積和に寄与しないようにした。

3.2 歩行者位置の詳細探索

位置ずれの要因として、次の二点が考えられる。

- (1)上から見下ろした歩行者の形状と矩形内重み関数の適合性が十分ではないため、特に歩行者の向きが斜めである場合にモデル適合度の極大値と歩行者位置の対応が成立しなくなる。
- (2)計算量を考慮して、探索時の矩形モデルのずらし幅は 1 ピクセル単位ではない。

(1)については、従来手法で用いていたガウス分布形状の重み関数に対して、矩形中央を中心として回転させたものを用いることにした。具体的には、90 度~90 度の範囲に対してある角度刻みで回転させた重み関数群を用意し、当該矩形内で背景差分値と積和した結果の最大値をモデル適合度として採用することにした。

(2)については、従来手法で検出された歩行者位置の周辺一定範囲を 1 ピクセル刻みで探索することにした。なお、

† 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

当該範囲内におけるモデル適合度の極大値は複数存在する可能性があり、次の手順で絞り込みを行う。

(a)すでに検出済みの歩行者位置から所定の距離(閾値)内にあるものは除外する。従来手法の近接排除ルールと同じである。

(b)(a)で絞り込まれたものの中で、モデル適合度の極大値が最大であるものを歩行者位置とする。

4. 実験

建物の高所から真下に人通りのある地点を撮影して得た画像を用いて、本手法の有効性を検証する。検証のための画像は、建物の出入り口を高所から無作為に撮影した30枚である。これは、従来手法[4]の評価に用いたのと同じのものである。従来手法の評価では、個々の画像ごとにパラメータを調整して、手法の妥当性を検証した。しかし、今回は実用性を考慮し、すべての画像について同じパラメータを用いることにした(表1)。その結果、全画像の約6割で歩行者を正確に検出することができた。

まず、図1に影の影響を排除することに成功した例を示す。画像から、階段部分に5人の歩行者が近接しているために、比較的大きな影が存在することが伺える。このような画像に対して、従来手法ではモデル適合度の極大値としてすべての歩行者を正確に検出することはできない。しかし、提案手法ではモデル適合度に対する影の影響は低く抑えられるため、歩行者すべてを検出することができた。図2に示すように、歩行者検出の位置ずれも提案手法では大きく改善されていることがわかる。

5. むすび

本稿では、従来手法の問題点である「影の影響」と「検出結果の位置ずれ」を解決するために、トップダウン手法の改良案を提案した。具体的には、前者に対してはモデル適合度算出時に閾値を設け、後者に対しては「歩行者の向き」を考慮した重み関数を用いた詳細探索を追加することにした。実画像を用いた実験により、提案手法の有効性が示唆された。

参考文献

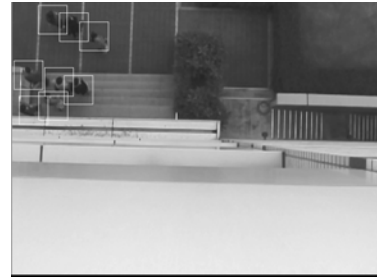
- [1]寺田, 吉田, 大恵, 山口, “ステレオカメラを用いた通行人数の自動カウント”, 電学論C, Vol. 120, No. 6, June, 2000, pp. 850-856
- [2]吉田, 村木, 田中, 古田, 西田, 藤巻, “ステレオビデオカメラを用いた交通量算出システムに関する研究開発”, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 6, June, 2006, pp. 1708-1716
- [3]内田, 三浦, 白井, “雑踏における複数歩行者の追跡”, システム制御情報学会論文誌, Vol. 14, No. 4, Apr., 2001, pp. 180-185
- [4]目黒, 曲山, 山内, 関, “高視点撮影映像における歩行者カウントの検討”, FIT2004(第3回情報科学技術フォーラム), Sep., 2004, pp. 197-198

表1 使用したパラメータ

名称	値
背景差分の閾値	20
ラベリングの閾値	幅 10[ピクセル] 高さ 10[ピクセル]
矩形モデルのサイズ	幅 51[ピクセル] 高さ 51[ピクセル]
影排除のための閾値	0.2
詳細探索の範囲	幅 102[ピクセル] 高さ 102[ピクセル]
近接排除ルールの閾値	水平方向 34[ピクセル], 垂直方向 34[ピクセル]



(a) 従来手法による歩行者検出結果

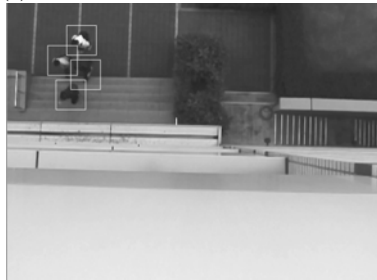


(b) 提案手法による歩行者検出結果

図1 影の影響を排除することに成功した例



(a) 従来手法による歩行者検出結果



(b) 提案手法による歩行者検出結果

図2 歩行者検出の位置ずれ改善例