人検出の精度向上とそのデータ活用 Human detection and mapping application

○学 松倉 広宜（新潟大院） 正 大矢 誠（新潟大）

Yutaka ABE, Niigata Graduate School, Ikarasiniotyoku8050, Niigata-city, Niigata
Makoto OYA, Niigata University, Ikarasiniotyoku8050, Niigata-city, Niigata

Key Words: Image Processing, Human detection

1. 緒言

人検出処理とは、ビデオカメラ等で撮影された映像の中から画像処理技術を利用して人領域のみを検出するものである。その手法としては、映像データに対して閾値処理を行い、形状特徴によって求める領域を特定するのが一般的である。これについては、近年では映像記憶ハードが著しく進歩した結果、様々な分野での応用が期待されている。例えば、サッカー選手 22 人の走行距離やダッシュの回数の計測あるいは、スーパーなどで消費者がどのような行動を取るかといったデータを集めてマーケティングに反映させる、というような用いられ方もされている。

しかし、これらのハードの進化に対して、ソフト面での進歩が遅れを取っているのが現状である。さらに既存の人検出処理では、混雑レベルが非常に高くなった場合や、高速で人が動く場合、また背景が暗い場合などでは精度が著しく落ちる傾向があり、検出の正しさが求められるなど、様々な問題にも対処する必要がある。これらの問題を踏まえ本研究では、人検出処理の精度向上と応用分野の開発を目的として研究を行った。

2. 撮影条件

本研究で使用する映像データは、新潟大学工学部学生玄関 2 階のデッキから見た入口付近の映像である。撮影条件は午前 10 時から 5 分間行い、照明は点いておらず天気は晴れである。撮影した映像データを 1 秒当たり 30 コマの静止画像に等間隔に切り取り処理を行った。画像の解像度は、640×368 ピクセルである。画像の一例を図 1 に示す。

Fig.1 Image

3. 移動体領域の抽出

撮影した画像をコンピューターに取り込みながら、人検出の前段階として必要となる移動体領域の抽出を行う。

処理の流れを図 2 に示す。本研究では、移動体の検出方法としてオプティカルフローを用いた。オプティカルフローとは、2 枚の連続する画像間の動きに関する情報を輝度値に置き換える処理である。その後、オプティカルフローで得られた画像に閾値処理を行い、移動体である可能性が高い領域のみを残す。さらに、穴埋め処理による補正、領域ラベリングを行い、不要な微小領域をノイズ除去処理で除くことで、人と思われる移動体領域のみを抽出することができる。

Fig.2 Flow of moving area abstraction

4. 人領域の特定

移動体領域から人領域を特定する際に、複数の領域が結合している場合があるので、最初にこれを分割する処理を行っておく。その後、移動体領域の中から人間の形状特徴の中でも有効性の高いと思われるものを用いて人領域のみを特定した。人領域の特定処理の流れを図 3 に示す。次節以降に各処理について述べる。

Fig.3 Flow of specifying human area

4-1 距離変換処理

次節の分割処理を行うために必要となる距離変換処理について述べる。2 値画像は、領域の存在を「1」と「0」の 2 つの値で区別する 2 次元配列と考えられる。そして、ある形状を「1」の集合によって表現するものである。このとき、領域境界から領域内のある画素までの距離を求め、その値をその画素の値に置き換える処理が距離変換処理であり、領域の中心部に近いほど大きな値を取る。これによって、領域の形状の骨格の様子を知ることができる。

なお、距離値は縦横に走査して求めた最短値であり、斜めの距離は求めていない。

4-2 領域分割処理

複数の移動体領域が結合した領域を分割し、個々の移動体領域として認識する処理について説明する。本研究では、領域分割を行うために用いた分水嶺アルゴリズムは、画像の輝度勾配を山の嶺として、山の高い(=輝度値の高い)位置から水の流れ込む区域をひとつの領域として分割するアルゴリズムである。このアルゴリズムを距離変換処理によって得られた画像に対して用いることで、結合した領域の境

界線が判明する。この境界線の画像と、閾値処理で得られた画像で交差領域の算出処理をすることで、個々の移動体に分割された画像が得られる。サンプル画像に領域分割を行った結果を図4に示す。オプティカルフローは処理から得られた左側の画像では、赤で示された領域は2人が結合した状態であるが、領域分割によって各々の人物に分離されたことが分かる。

Fig.4 Region division image

4-3 縦横比による判別

前節までの処理で得られた移動体の画像から、人領域だけを抽出していく。そのために、人の形状特徴の一つとして、縦横比を用いる。縦横比であれば、奥行きによる影響を受けることはなく、また人間の形状特徴の中でも値の範囲をある程度絞ることができるので、有効性が高いと考えたからである。

このための前処理として、得られた移動体領域データをラベリングされた領域ごとに直方体の形状に変換する。ここでは、各領域を座標軸に平行な最小外接矩形に変換する。次に、変換後の形状を用いて、それぞれの直方体領域データごとの縦横比を計算する。

サンプル画像に縦横比の計算を行った画像を図5に示す。

Fig.5 Aspect ratio image

こうして得られた各領域の縦横比に基づいて、領域を限定する。本研究では、

$$1.1 < \text{縦横比} < 4.0$$

を満たす領域を人領域の可能性のあるものと判断する。図5の場合、赤枠で表示されている領域の縦横比は1.15なので、除去されないことになる。このような不要領域を除去するために、領域の大きさが一定値以下のものを除去するよう、面積による領域限定処理を行う。

5. マッピング

得られた人領域データを活用し、人の移動に関する知見を得るための方法として採用したマッピングについて述べる。マッピングは、得られた領域データを追跡し、用意したマップ上にその座標データを順次表示していくものである。マップを等間隔の格子状に分割しておけば、各格子の通過回数を知ることができるので、その分布を様々な目的に利用することが可能になる。映像データから得られた人領域を半径1.5pixelの円に形状変換してマップ上に表示するだけでは、人の動きに関する知見を得ることは容易ではない。よって、視認性を良くするためにこれらのデータを加工し、人の動きの情報を捉えやすくする工夫が必要である。そこで、以下の条件に従って色分けし、各格子の通過人数の分布を示すような分布図を作製した。分布図の一例を図6に示す(この際、見やすくするため周囲を黒枠で囲っている)。

<条件>

領域数が1未満：白色

領域数が1から3未満：青色

領域数が3から5未満：緑色

領域数が5以上：赤色

Fig.6 Distribution map

6. 結言

様々な用途での使用が考えられる人検出処理に関する手法の検討を行った。本研究で提案する画像処理方法は、オプティカルフローによる移動体検出を行った後、領域分割処理を行い、さらに人間の形状特徴を考慮して人領域の特定を行うものである。また、人領域の検出結果のデータ活用方法についても検討した。

結果として、オプティカルフローから得られたデータを元にして、そこから分水嶺アルゴリズムと、より効果的な特徴量による人領域の特定方法によって、高い精度での人領域の検出ができた。また、格子状のマップを利用したマッピングにより、応用面である程度の知見を得られることがわかった。しかし、人検出においては、最適閾値の決定自動化という課題が残り、マッピングの方法もさらに工夫する必要がある。