

ビデオ画像処理による車両認識のBWIMへの適用

呉工業高等専門学校 正会員 河村進一

1. はじめに

橋梁や路面の損傷度を把握する上で、外力である車両の重量を知ることが重要であるが、交通荷重の実態はほとんどつかめていない。交通荷重の実態をリアルタイムで推定するシステムとして研究されているのが BWIM(Bridge Weigh-In-Motion)システムである。これは、重量既知の車両が橋梁を通過したときのひずみ影響線をあらかじめ算出しておき、通過した車両によって得られる動ひずみから逆解析をすることによって車両重量を推定するものである。しかし、多くの BWIM システムでは橋梁上を走行する交通量の速度が一定であることを前提としていることが多い。このようなシステムでは、橋梁の端に信号機が設置されている箇所や渋滞が発生する場合には、車両の速度を特定できず、重量推定精度が極端に低下する。そこで、本研究では車両位置を画像処理を用いてリアルタイムで検出し、BWIM への適用可能性を検討する。

2. 画像処理の概要

画像処理できる基本的な画像処理プログラムは対話方式で結果を確認しながら画像解析ソフト NI Vision で処理を自動化し、LabVIEW プログラムとして保存し、画像収録と画像処理のプログラムを組合せ、処理を一貫して行えるようにした。以下に車両位置検出の流れを記す。

- 1) **画像収録**…車両が走行しているビデオ動画から、指定した時間ごとに画像スナップ（一回収録）を行い、静止画像を取得する。
- 2) **前処理**…観測した画像をその後の処理（背景差分や2値化など）に都合のよい画像に変換する。トーンカーブを使い、濃度値が低く暗い画素はさらに暗く、濃度値の高い明るい画素はさらに明るくし画像のコントラストを上げる。
- 3) **背景差分**…車両以外の路面や建物を削除するために、車両通過中の画像と車両が通過していないときの背景画像の各ピクセルの濃度値で絶対差を計算し、車両領域だけを抽出する。
- 4) **二値化**…車両を抽出するためにある濃度値（閾値）を設定し、その濃度値以下の画素は全て0（黒）、その濃度値以上の画素は全て1（赤）というように2つの値（2色）で表現する。
- 5) **粒子化・粒子解析**…車両位置を特定するためには粒子としてラベリングし解析しないといけない。そのため、オブジェクトを単純化し車両を粒子で取り出すように処理を行う。その後、粒子解析により、ピクセル単位で各粒子の外接長方形左端のx座標、下端のy座標、右端x座標や重心の座標を求める。

3. 二値化閾値の検討

図2に示す6つの画像を用いて、車両占有率が違う閾値を一定にする方法と閾値を変動させる方法の2通りについて検討した。閾値一定では6枚の画像についてすべて同じ閾値で処理を行い最適な閾値が存在するかどうか検討した。また、閾値を変動させる方法では道路上の画像における車両占有率に連動させて閾値を変動させることを考えた。図3は背景差分後の画像の輝度のヒストグラムを示し



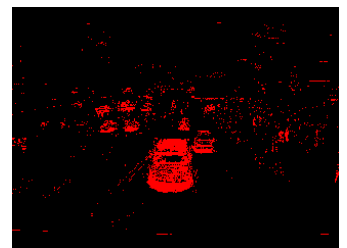
1) 集録画像



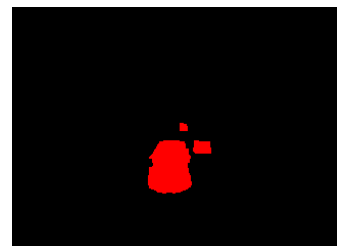
2) 前処理



3) 背景差分



4) 二値化



5) 粒子化・粒子解析

図 1 画像処理の概要

ている。背景差分後の画像では、車両が存在する部分の輝度が高く（白く）なる。

正解率を算出するために6枚の画像から目視で理想の二値化画像を作成し、それを正解二値化画像とした。その正解二値化画像と画像処理で作成した二値化画像の各ピクセルが一致している割合を正解率とした。

図4は閾値を30～200まで変化させて二値化した場合の正解率を示している。正解率が最も高い閾値は車両占有率ごとに変化していることが分かる。このことから、閾値一定で6枚の処理を行った場合、車両占有率の違う画像をうまく二値化できないことになる。

閾値を変動させる方法については、

$$\text{車両占有率} = (100 - X) / 100$$

となるX値を設定して検討した。正解率が最も高いときのX値は車両占有率によって異なり、車両占有率が高いほど最適なX値が小さくなっていることが分かる。これらのことから、画像を1度仮の閾値で二値化し、概略の車両占有率から道路占有率を算出した後、それをX値として、再度ヒストグラムから閾値を決定し二値化を行う方法が最適であると考えられる。

4. 車両検出実験結果

決定した最適な2値化閾値の決定法に基づいて1秒1回の画像処理により10分間の車両位置検出実験を行った。その結果107台のうち97台の検出ができた。検出できなかった10台は車両の色が道路の色に近い乗用車であった。トラックがすべて認識されていることを考えると、BWIMへ適用可能であると考えられる。なお、画像処理に必要な時間はIntel Mobile Pentium4 (2.2 GHz) 搭載のNI PXI-8186組み込みコントローラを使用して、1画像あたり0.2秒以下であり、BWIMの車両認識に十分な速度であると言える。

表 1 検出結果

計測時間	10分
目視による 車両通過台数	107台
検出台数	97台 (91%)

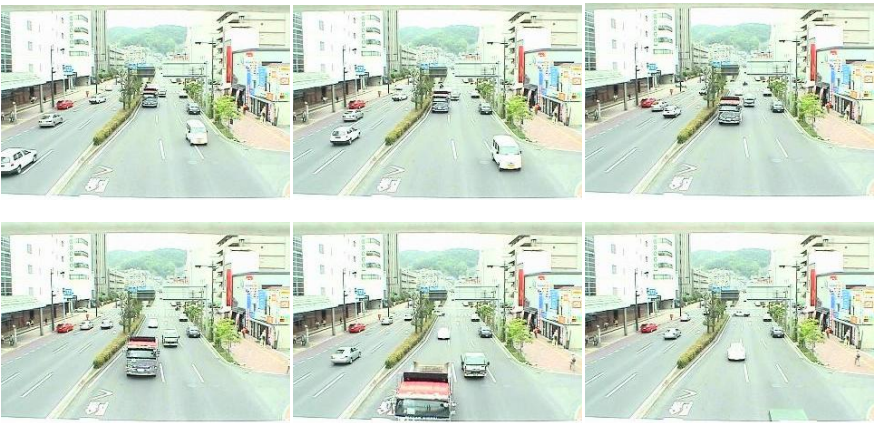


図 2 比較画像

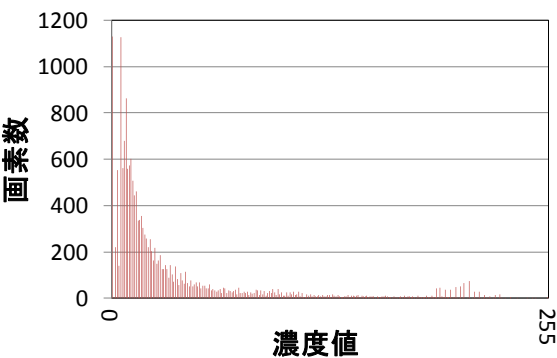


図 3 ヒストグラムの例

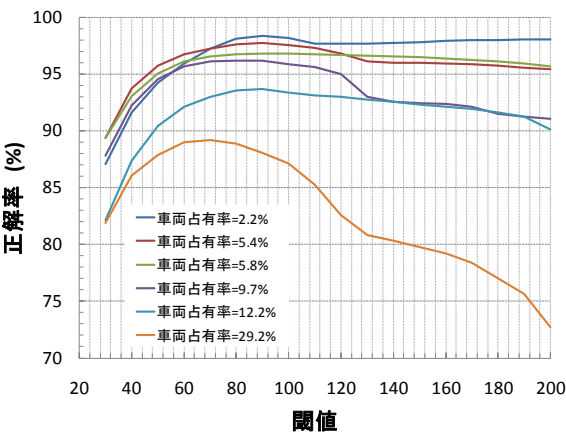


図 4 閾値一定における正解率

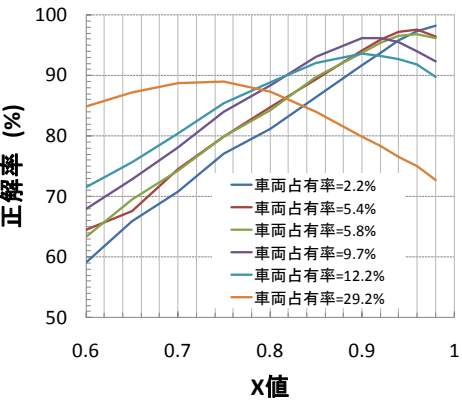


図 5 閾値変動における正解率