

IV-149

画像処理による微分成長法を用いた車両抽出

宇都宮大学 正会員 本橋 稔

宇都宮大学 正会員 古池 弘隆

新東京国際空港公団 清水 貴史

1. はじめに

本研究は、画像データから車両を抽出し、コンピュータに車両を認識させ、必要なデータを算出する交通流計測システムを開発することを目的とする。画像データを用いた交通流計測には、既に幾つかの報告がある。ある地点の道路における画像データから交通諸量を計測するには、その地点の画像からできるだけ正確に車両を抽出することが必要である。我々は今回、今までに研究例のない、車両が複雑な挙動を示す交差点においても、かなり正確に車両を抽出することのできる手法を開発したので以下に報告する。

2. 車両抽出

画像内に移動している車両があるとき、画像データの輝度レベルの差を取ると移動している車両の一部が残る。これを元の車両の形に成長させていく。

短時間（1/30秒）離れた連続した画像間で輝度レベルの差の絶対値をとる。この絶対値差分画像からマスクパターンを作成し、原画像にマスクを掛ける。これによって移動している車両及びその周辺の背景を取り出し、以下マスク内の画像を処理する。マスク作成法の説明は省略する。

図1のa画像とb画像は短時間離れた2枚の原画像である。a, b画像間の絶対値差分を取り2値化することにより、残差であるc画像を作る。c画像は路面と車の輝度差を検出したものである。d画像はb画像を強調し微分して2値化したものである。画像強調とは横軸が輝度レベルのヒストグラムを平坦化し、コントラストを強調する処理である。微分は図2の微分オペレータを8方向について処理し、その最大値をとった。従って、輝度差のある境界で、最大その輝度差の3倍の輝度レベルが取り出される。e画像はb画像を強調した画像からc画像を引いたものである。引算をしてマイナスの値になったピクセルは0として処理している。f画像はe画像を微分して2値化した画像。g画像はf画像からd画像を引いた画像で、車の成長部分を取り出した画像である。このg画像を残差であるc画像に加えることによって一回り成長したh画像を得る。足し算によって最大輝度レベルを越えたピクセルには最大輝度レベルを入れる。i画像はb画像を強調した画像からh画像を引いた画像で、これを微分、2値化した画像がj画像である。k画像はj画像からd画像を引いた成長部分であり、これをh画像に加えることによって、更に成長した画像がl画像である。以下同様に微分、成長部分取り出し、成長を繰り返すことによって、残差は次第に成長し元の車の形に近付いていく。

最後に、最終的に成長した画像から、a画像を強調して微分し2値化した画像を引き、1ピクセル拡散して、穴埋めを行いラベリングして車を抽出する。実際の画像では残差は、フロントガラス等の輝度差の

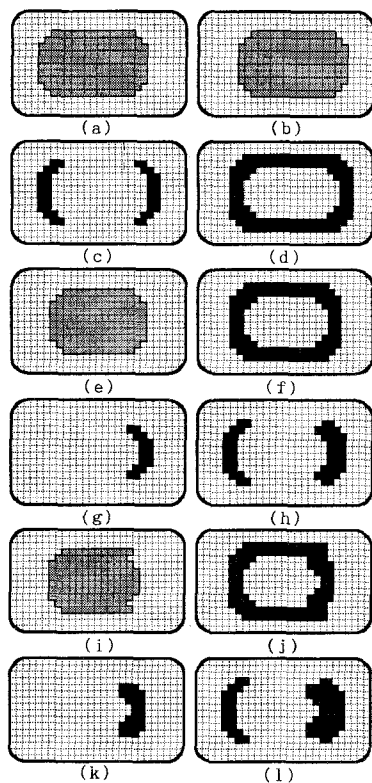


図1 微分成長法

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

図2 微分オペレータ

あるところにも現れ、車の内部からも成長して行くことが多い。

3. 車両認識

抽出された車の重心を算出する。データはフレーム単位で表1の様式でコンピュータに蓄えられる。Fはフレーム番号、Nは抽出された車の台数、X、Yは車の重心の座標である。表1は $m+1$ 枚の画像、即ち $m/30$ 秒間の画像を処理した結果である。フレーム番号 F_1 は F_0-F_1 間で車両抽出し、抽出台数が N_1 台で $(X_{11}, Y_{11}), (X_{12}, Y_{12}) \cdots$ と N_1 組の座標が並ぶ。この表からは、車が如何なる速度で如何なる軌跡を経て画像内を通過したのか判らない。そこで簡単な車両認識処理を行い、表2のような様式にファイル整形を行う。IDは車の通し番号で1番からの連番、X、Yは重心の座標である。FSは画像内に車が最初に進入したときのフレーム番号で、FS₁は (X_{11}, Y_{11}) に対応している。FEは車が画像外に出て行くときのフレーム番号で、FE₁は (X_{11}, Y_{11}) に対応している。表2から車の総通過台数、各車の挙動、速度、加速度等が計算できる。また、表1と共に密度を計算することもできる。

車両認識を行う上で前提となっていることは、画像間の時間が非常に短いために、車は、その幅及び長さよりはるかに短い距離しか移動しないということである(最大移動距離)。図3のように、画像内に進入してくる車か、あるいは出て行く車かを判定するために、枠を仮想的に設ける。枠の大きさは、その地点を通過するであろう最大の車から計算される重心の位置より僅かに内側に設ける。次に車両認識の手順を示す。

① 最初のフレーム内で抽出された車の台数、重心の座標を読み込み、枠内に重心のある車にID番号を付ける。ここで、FSとそれに対応する最初の座標(X,Y)を決定する。

② 次のフレーム内の台数、座標を読み込み、これらの座標と①で決定された各IDの車の座標間との距離をそれぞれ算出し、最大移動距離内で最小距離の位置に各IDの車が移動したとする。

③ 移動した位置が枠内から枠外の時、その車の処理を打ち切りFEとそれに対応する最後の座標(X,Y)を決定する。対応のとれなかった車で枠内に存在するものは、その位置で停止しているものとする。枠外に存在するものは処理を打ち切る。

④ ②で読み込んだ車の内、対応のとれなかったもので枠外に存在するものは、これから進入して来る車と見なし、ID、FS及びそれに対応する(X,Y)を決定する。枠内に存在するものは雑音と見なし無視する。

4. 瞬間速度計測実験 及び まとめ

JR宇都宮駅前大通りに面した、8階のビル屋上より撮影した交差点の映像を使用した。任意に画像を選び自動計測した速度を抽出速度、手動で計測した速度を観測速度とし、両者の比較を行った。図4は実験結果で比較的良好な相関が得られた。

微分成長法は、従来の手法に比べ、かなり車両の形を正確に捉えることができるため、交差点あるいは車両密度の高い場所等においても、交通流計測に応用可能であると考えられる。

参考文献

本橋、古池、高野：画像処理装置を用いた交通流解析システムの研究、土木学会第46回年次学術講演会講演概要集4部pp.242-243

表1

F_1	N_1			
$X_{11} Y_{11}$	$X_{12} Y_{12}$	$X_{13} Y_{13}$	$X_{14} Y_{14}$	
$X_{15} Y_{15}$	$X_{16} Y_{16}$			
F_2	N_2			
$X_{21} Y_{21}$	$X_{22} Y_{22}$	$X_{23} Y_{23}$	$X_{24} Y_{24}$	
$X_{25} Y_{25}$	$X_{26} Y_{26}$	$X_{27} Y_{27}$		
.....				
F_m	N_m			
$X_{m1} Y_{m1}$	$X_{m2} Y_{m2}$	$X_{m3} Y_{m3}$	$X_{m4} Y_{m4}$	
$X_{m5} Y_{m5}$	$X_{m6} Y_{m6}$			

表2

ID ₁	FS ₁	FE ₁		
$X_{11} Y_{11}$	$X_{12} Y_{12}$	$X_{13} Y_{13}$	$X_{14} Y_{14}$	
$X_{15} Y_{15}$	$X_{16} Y_{16}$			
.....		$X_{1i} Y_{1i}$		
ID ₂	FS ₂	FE ₂		
$X_{21} Y_{21}$	$X_{22} Y_{22}$	$X_{23} Y_{23}$	$X_{24} Y_{24}$	
$X_{25} Y_{25}$	$X_{26} Y_{26}$			
.....	$X_{2k} Y_{2k}$			
.....				
ID _i	FS _i	FE _i		
$X_{i1} Y_{i1}$	$X_{i2} Y_{i2}$	$X_{i3} Y_{i3}$	$X_{i4} Y_{i4}$	
$X_{i5} Y_{i5}$	$X_{i6} Y_{i6}$		$X_{iD} Y_{iD}$	

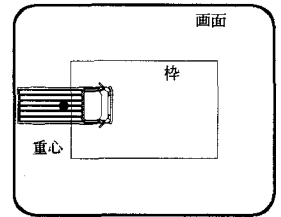


図3 枠の設定

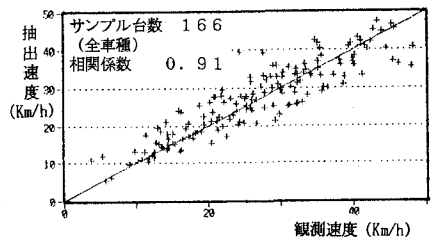


図4 瞬間速度計測実験結果