

車両の動線軌跡に基づくフラクタル画像解析による 車両追跡に関する研究

日大生産工(院) ○呉 一帆

日大生産工 矢澤 翔大

日大生産工 内田 暁

日大生産工 吉田 典正

日大生産工 黒岩 孝

1. まえがき

交通事故の発生件数が最も多い場所は交差点付近である。道路形状別の統計で全体の47.1[%]を占める^{*1}。また、進路確認の為、ナビゲーションやスマホを注視しながらの運転は大きな事故に繋がる恐れがある。交差点付近で危険運転を行う車両を察知することで、交通事故の防止や軽減が期待できる。そのため、監視カメラで発見できると考えられるが、設置場所が限定され、自由に動かせないなど使い勝手は悪い。高精細カメラと機動力を備えるドローンであれば車両の追跡も容易と思われるが、道路上の飛行は禁止されている。著者らは、安全な空域から道路を俯瞰して撮影した動画をフラクタル画像解析することで、特定の領域内の車両を検出する手法について報告している^{*2,*3}が、事前に車両の通過するエリアに合わせるように検出領域を細かく調整する必要があり、人的コストもかかるので検出の自動化が望まれる。本研究では、道路上における車両の動線軌跡を推定することで、フラクタル画像特徴により車両追跡を行う際に使用する検出領域を配置する際の指標となるか検討を行う。

2. 解析方法

ここでは、交差点を通過する車両の軌跡を解析するため、画面全体に正方形の検出領域を設置し、解析を行う。Fig.1では解析に用いた動画を示している。同図はミニドローン(DJI Mavic Mini2)により、解像度は 3840×2160 [Pixel]、フレームレート30 [fps]で撮影した動画画像から作成されている。赤色の枠は交差点中心の 1920×1080 [Pixel]の部分を示し、解析はこの部分を使用する。解析のため、まず検出対象の画素数を考慮し、検出領域の一辺の長

さを r_{max} を設定する。入力画像が丁度よく分割できるため、縦と横が r_{max} の整数倍になるように拡大する。この際に、入力画像は j 行 i 列の検出領域行列が作成される。次に、各検出領域の仮想体積と、その検出領域の4等分、更に16等分、 4^n 等分した後の微小領域における仮想体積の平均値を計算する。ここで、画面の揺れの影響を最小限にするため、細分化された微小領域の幅を8 [Pixel]以上とする。そして、検出領域の仮想体積と細分化した後の平均仮想体積の対数を取り、当該領域のフラクタルシーケンスとして使用できる。これで、フラクタル画像特徴である画像特徴距離 $d^{*4,*5}$ を用いて移動車両を検出する。具体的には、車両が映っていないフレーム(便宜上ナンバー $q=0$ とする)の画像と、以降のフレーム(ナンバー $q=1,2,3,\dots$)における画像の領域ごとの画像特徴距離 $d_{q,j,i}$ を求める。2フレーム間の同じ位置の検出領域のフラクタルシーケンスをそれぞれ

$$S_{j,i} = \{s_{0,j,i}, s_{1,j,i}, \dots, s_{M-1,j,i}\}$$

$$T_{j,i} = \{t_{0,j,i}, t_{1,j,i}, \dots, t_{M-1,j,i}\}$$

とすると、2つの検出領域の類似性は、次式の画像特徴距離 $d_{q,j,i}$ で表わせる。

$$d_{q,j,i} = \sqrt{(\bar{s} - \bar{t})^2 + \sum_{k=0}^{M-1} \{(S_{j,i,k} - \bar{s}) - (T_{j,i,k} - \bar{t})\}^2} \quad (1)$$



Fig.1 解析する交差点の様子

Study on Vehicle Tracking by the Fractal Image Features
based on Traffic Flow Trajectory

Yifan WU, Syota YAZAWA, Akira Uchida, Norimasa YOSHIDA and Takashi KUROIWA

ただし、 $\bar{s}$ 、 $\bar{t}$ はそれぞれフラクタルシーケンス $S_{j,i}$ 、 $T_{j,i}$ の平均値を表す。ここで検出領域の画像が同一なら $d_{q,j,i} = 0$ となり、画像の違いが大きいほど $d_{q,j,i}$ は増す。これまでの検討で、領域内に存在する車両の割合が大きいほど $d_{q,j,i}$ の値が増えることも確認している。ここではまず、全てのフレームにおける $d_{q,j,i}$ を求め、ウィナーフィルタにより車両の動線軌跡を二値画像として推定する。次に、動線軌跡を目安に配置した検出領域により、フラクタル画像特徴から車両の追跡ができるか検討を行う。

3. 結果

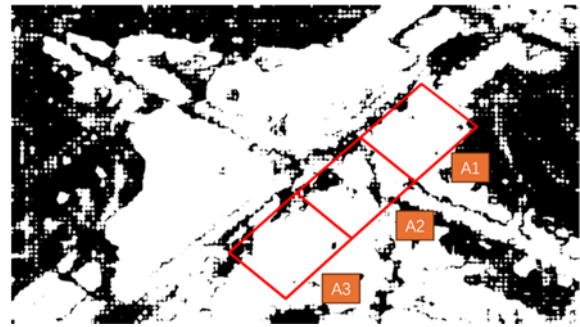
Fig.2 (a)及び(b)は、 $r_{max} = 16$ として推定した、交差点内を走行する車両の動線軌跡を目安に配置した検出領域を示す。同図(a)より、交差点の形状とセンターラインの位置が容易に推測できる。また同図(b)は、画面の右上・左下方向に直進する車両の動線軌跡から配置した結果である。一方同図(c)は、比較のため従来通り車両の輪郭を沿うように配置した場合を示している。Fig.3は、画像特徴距離を示す。いずれの場合も車両の通過と共にピークが見られ、顕著な違いは見られないことがわかった。

4. まとめ

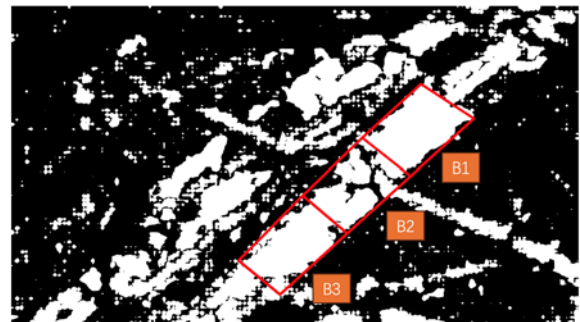
ここでは、フラクタル画像特徴により車両追跡を行う際に、走行車両の動線軌跡を指標とし、検出領域の配置ができるか検討した。その結果、動線軌跡の上に検出領域を配置した場合も従来とほぼ同じ結果が得られ、車両を追跡できる可能性のあることが分かった。

参考文献

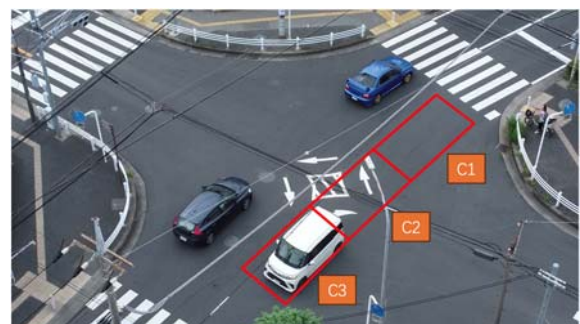
- 1) 令和4年版交通安全白書, p.51, 内閣府HP資料(2022)
- 2) 黒岩他:平成 30 年度電気学会 D 部門大会, 4-S4-4,pp.IV-35-36 (2018)
- 3) 黒岩他:平成31年度電気学会全国大会, 4-275,p.456(2019)
- 4) 望月他:映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.6,pp.719-728 (2003)
- 5) 掛村他:電子情報通信学会誌D-II, Vol.J80-D-II, No.9,pp.2411-2420 (1997)



(a) 全ての車両の動線軌跡上に配置



(b) 直進する車両の動線軌跡上に配置



(c) 車両の輪郭に沿う配置 2),3)

Fig.2 検出領域の配置

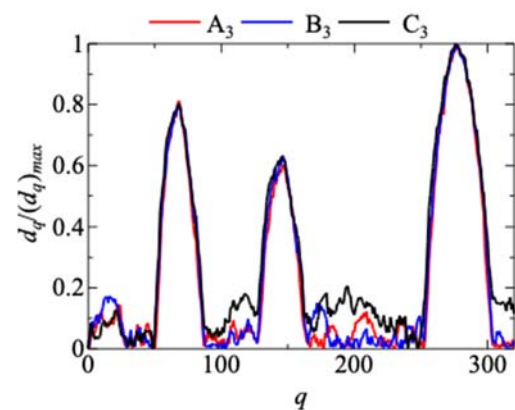


Fig.3 画像特徴距離