

フラクタル画像特徴を用いた交差点内の車両追跡における検出領域の最適化に関する研究

日大生産工(院) ○吳 一帆

日大生産工 矢澤 翔大

日大生産工 内田 晓

日大生産工 吉田 典正

日大生産工 黒岩 孝

1. まえがき

国内において交通事故の発生件数が最も多い場所は交差点であり、道路形状別統計によれば全体の約半数を占めている⁽¹⁾。交差点付近で危険運転を行う車両を特定できれば、交通事故の防止や被害の軽減が期待されるが、監視カメラの目視による方法では膨大なコストが発生する。一方で、高精細カメラと高い機動性を備えるドローンを用いれば車両追跡は容易と思われるものの、航空法により道路上空の飛行は制限されている。これまで著者らは、安全な空域から道路を俯瞰して撮影した動画像に対し、画面上に設定した検出領域を車両が通過するかをフラクタル特徴量の変化から推定する手法を報告している⁽²⁾⁻⁽⁴⁾。しかし、従来の手法では検出領域の位置や大きさの設定を目視で行っていた。そこで本研究では、検出領域を意図的に拡大した場合におけるフラクタル画像特徴の相関係数を解析し、最適な検出領域の大きさを推定できるか検討する。

2. 解析方法

本手法では、車両が映っていないフレーム(便宜上ナンバー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 を求めるが⁽⁵⁾⁻⁽⁷⁾、比較する画像が同一なら $d_q = 0$ 、異なる場合は $d_q \neq 0$ となり、画像の違いが大きいほど d_q が大きくなる性質を利用して、領域内に車両が映っているか判断する。解像度の等しい 2 つの画像のフラクタルシーケンスをそれぞれ $S = \{s_0, s_1, \dots, s_{M-1}\}$, $T = \{t_0, t_1, \dots, t_{M-1}\}$ とすると、2 つの画像の類似性は、次式の画像特徴距離 d_q で表わせる。

$$d_q = \sqrt{(\bar{s} - \bar{t})^2 + \sum_{k=0}^{M-1} \{(s_k - \bar{s}) - (t_k - \bar{t})\}^2} \quad (1)$$

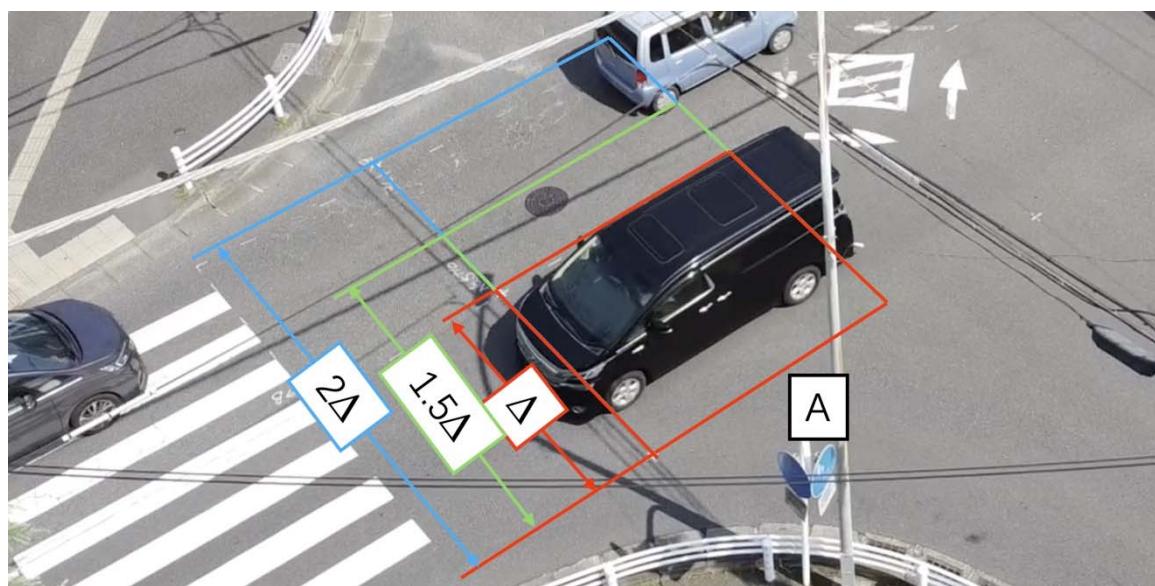


Fig.1 検出領域の伸長

Study on Relationship Image Feature Distance with Expansion and Contraction of Detection Area on Fractal Image Analysis

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, T の平均値を表す。ここでは、Fig.1 に示すように、手前側の車線を基準として幅 Δ の検出領域 A を設置する。検出領域 A は、車両の通過に伴うフラクタル画像特徴量の変化を観測するための基準領域である。次に、対向車線を含めた全体の幅を 2Δ とし、検出領域の幅を 1.5Δ および 2Δ とした場合について、基準となる幅 Δ の場合の画像特徴距離との相関係数を算出し、比較解析を行う。

2. 結果

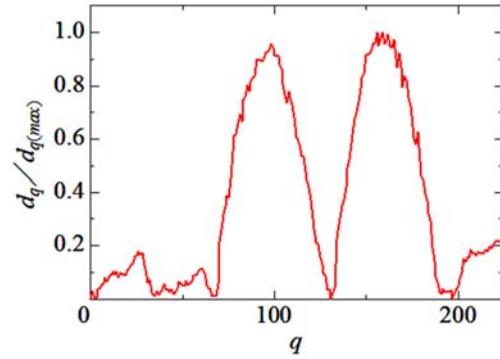
撮影には小型ドローン (DJI Mavic Mini) を使用した。Fig.2 に画像特徴距離を示す。同図(a)～(c)は、検出領域 A の幅を Δ 、 1.5Δ 、 2Δ と変化させた場合の画像特徴距離の結果である。ここで、手前側の車線では 2 台、奥側の車線では 3 台の車両が通過していることを確認している。同図(a)では、各車両の通過に対応して特徴距離 d_q が明瞭に 2 つのピークを示しており、検出領域内の車両通過を良好に反映している。同図(b)は、対向車がわずかに検出領域内に含まれた場合の結果であり、ピーク形状はおおむね保持されているものの、対向車線を通過する車両に対応するピークが相対的に大きくなっている。さらに、同図(c)のように検出領域の幅を 2Δ まで拡大すると、反対車線の車両の影響が顕著となり、全体の波形に大きな変動が生じていることが分かる。これらの結果から、検出領域を広げすぎると他車線の車両や背景の変化が特徴量に混入し、相関係数が低下する傾向が確認された。Table 1 に示すように、 Δ と相関係数 r との関係からも、検出領域の幅が反対車線にはみ出す程度になると r が減少することがわかる。したがって、検出領域は車線ごとの車両通過を正確に捉えられる範囲に設定することが望ましい。

3. まとめ

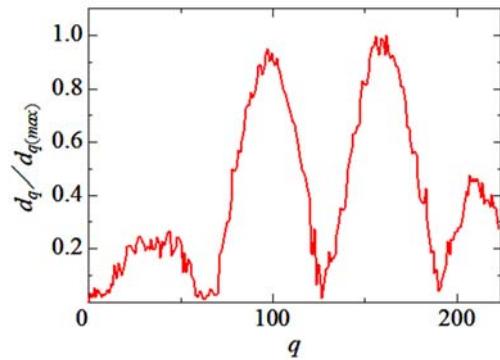
本研究では、交差点内に設置した検出領域を意図的に拡大し、フラクタル画像特徴量との相関特性について検討を行った。その結果、検出領域を過度に拡大すると、反対車線を通過する車両の影響により相関係数が減少することが明らかとなった。これは、検出領域に他車線の車両が含まれることで、画像特徴量が混在するためと考えられる。今後さらに詳細な検討が必要であると考えられる。

Table 1 幅と相関係数の関係

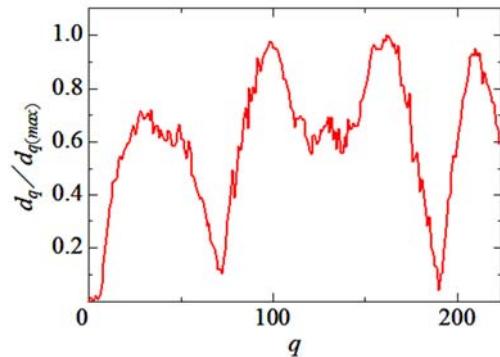
	$r(\Delta, n\Delta)$
Δ	1.000
1.5Δ	0.951
2Δ	0.600



(a) 幅 Δ における画像特徴距離



(b) 幅 1.5Δ における画像特徴距離



(c) 幅 2Δ における画像特徴距離

Fig. 2 画像特徴距離の比較

参考文献

- 1) 内閣府 HP:令和 5 年版交通安全白書
- 2) 黒岩他:平成 30 電気学会 D 部門大会, 4-S4-4 (2018)
- 3) 岩渕他:令和 3 年電気学会全国大会, 4-158, p.263 (2021)
- 4) 岩渕他:令和 3 年度電気学会 D 部門大会, 4-22 (2021)
- 5) 望月他:映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.6, pp.719-728 (2003)
- 6) 掛村他:電子情報通信学会誌 D-II, Vol.J80-D-II, No.9, pp.2411-2420 (1997)
- 7) Feder, J.: Fractals, Plenum Press, New York (1988)