

フラクタル画像解析における検出領域と 画像特徴距離の関係に関する研究

日大生産工(院) ○タン キンセン 日大生産工 矢澤 翔大
日大生産工 内田 暁
日大生産工 黒岩 孝

1. はじめに

国内で交通事故の発生件数が最も多いのは交差点で、道路形状別の統計で全体の47[%]を占める⁽¹⁾。そのため交差点付近で危険な運転を行う車両を特定できれば交通事故の軽減が期待できる。ドローンであれば車両の追跡が容易と思われるが、航空法で道路上の飛行は禁止されている。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をフラクタル画像解析し、画面内に設けた検出領域により車両を追跡する手法を報告している⁽²⁾⁻⁽⁴⁾が、検出領域の設置方法は目視に頼っている。本研究では、意図的に検出領域を伸縮させ、フラクタル画像特徴との関係を調べることで、車両検出に適切な検出領域の大きさについて検討を行う。

2. 解析方法

本手法では、車両の進行する方向に合わせて画面内に複数の検出領域を設ける。検出領域は任意の四角形で、射影変換により同じ大きさの正方形の画像に変換した後、フラクタル特徴量の画像特徴距離 $dq^{(5),(6)}$ で移動車両を検出する。すなわち、車両が映っていないフレーム(ナンバー0)の画像と、他のフレーム(ナンバー1,2,3,...)における画像との画像特徴距離 dq を求め、比較する画像が同一なら $dq = 0$ で、画像の違いが大きいほど dq が増す性質を利用して、領域内に車両が存在するか判断する。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、画像特徴距離 dq は次式で表せる。

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

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。

これまでの検討で、検出領域内に車両が占める割合が大きいほど画像特徴距離は増加し、ピーク時に検出領域内を車両が通過するという知見が得られている。ここでは先ず、図1に示す様な検出領域A,Bを設置する。次に、検出領

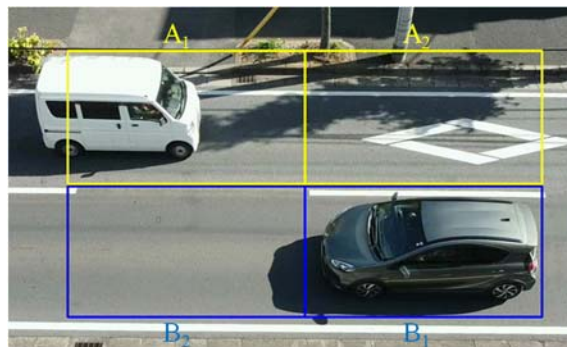


Fig.1 検出領域A,B

域Aを意図的に幅 Δ ずつ伸ばし、それぞれの画像特徴距離を求める。以降では説明を簡略化するため、幅を $\Delta, 2\Delta, 3\Delta, \dots$ と伸ばした場合の表記を $\Delta = 1, 2, 3, \dots$ で表すものとし、 $\Delta = 0$ の場合の画像特徴距離との相関係数を求めることでその差異を調べる。また、幅を 5Δ だけ伸ばした場合は、検出領域Bと等しくなる大きさとした（図2参照）。

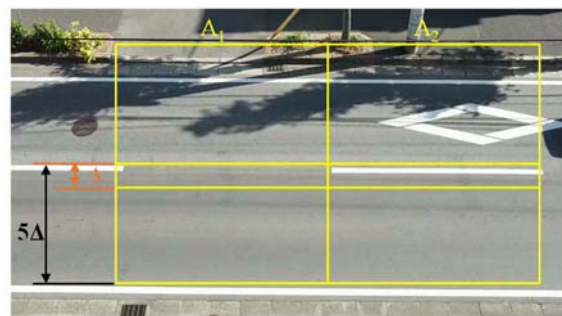


Fig.2 検出領域の伸縮

3. 実験結果

撮影には、小型のドローン(DJI Mavic Mini)を使用した。解像度は $1920 \times 1080[\text{pixel}]$ でフレームレートは $30[\text{fps}]$ である。図3に、検出領域AおよびBにおける画像特徴距離を示す。同図より、いずれの検出領域においてもピークが一つ存在し、観測時間内に各走行車線を通じた車両は一台であることも確認している。一方図4は、検出領域Aの幅を Δ ごとに変化させた際の結果を示す。同図より、幅を広げるにつ

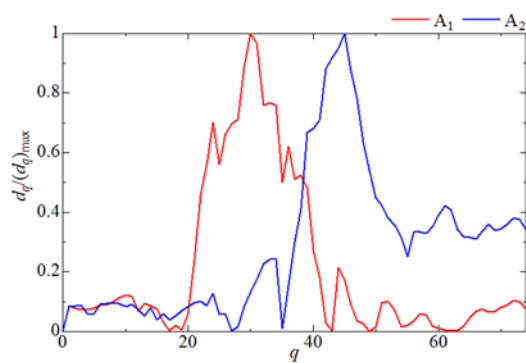
れて明確な変化を生じることが確認でき、これは反対車線を走行する車両の影響によるものと推測される。また、表1では、 Δ に対する画像特徴距離の相関係数との関係が示されている。表からは、検出領域Aの幅が増加するにつれて相関係数が減少する一方、検出領域A₁においては検出領域B₂との相関係数が、検出領域A₂においては検出領域B₁との相関係数が、それぞれ増加する傾向であることが分かる。さらに、いずれの場合も、ピークの形状に部分的な類似性が認められる。

4. まとめ

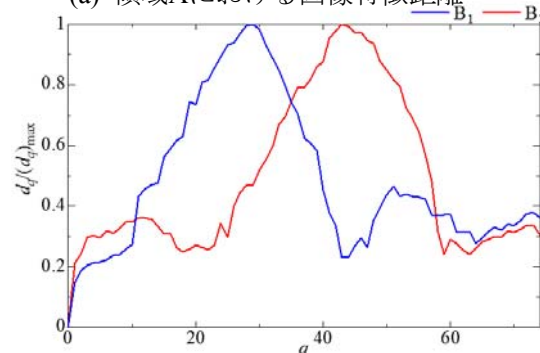
本研究では、意図的に検出領域を伸縮させ、画像特徴距離との相関関係について検討した。その結果、検出領域の大きさを伸ばすほど画像特徴距離の相関係数は減少し、反対側車線の画像特徴距離との相関係数は増加する傾向にあることがわかった。今後、より具体的に検出領域の適切な大きさを決める手法について検討する予定である。

参考文献

- (1)令和5年版交通安全白書,第2節,内閣府Hp資料(2023)
- (2)黒岩,矢澤,新妻:平成30年度電気学会D門,4-S4-4,pp.IV-35-36(2018)
- (3)岩渕,矢澤,新妻,黒岩:令和3年度電気学会全国大会,4-158,p.263(2021)
- (4)岩渕,呉,矢澤,新妻,黒岩:令和3年度電気学会D部門大会,4-22,p.IV-173-174(2021)
- (5)望月,藤井,伊藤:”新しいフラクタル特徴とロバストな構図情報を用いた画像検索”,映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.6, pp.719-728 (2003)
- (6)掛村,東,入江:”仮想体積を用いたテクスチャ特徴変数とその応用”,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)

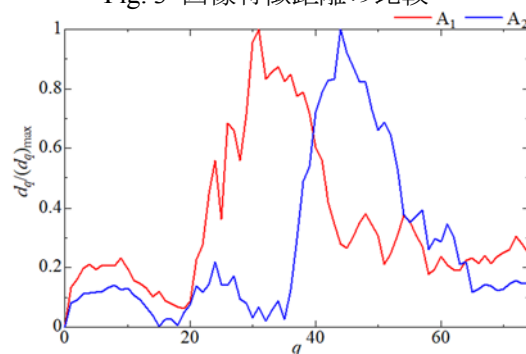


(a) 領域Aにおける画像特徴距離

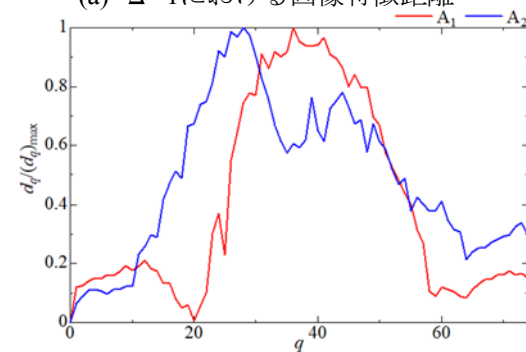


(b) 領域Bにおける画像特徴距離

Fig.3 画像特徴距離の比較



(a) $\Delta=1$ における画像特徴距離



(b) $\Delta=5$ における画像特徴距離

Fig.4 画像特徴距離の比較

Table 1 Δ と相関係数の関係

Δ	A ₁	B ₂	A ₂	B ₁
1	0.869	0.492	0.899	-0.306
2	0.495	0.680	0.605	0.207
3	0.662	0.811	0.513	0.486
4	0.508	0.890	0.406	0.657
5	0.562	0.886	0.222	0.783