

TV 画像のフラクタル解析を用いた 物体の移動方向の検出について

日大生産工(院) ○奥野 修勝
日大生産工 黒岩 孝
日大生産工 松原 三人

1. はじめに

最近、公共の場所、あるいは民間企業などにおいても、犯罪の抑止や、災害・事故などを予防する目的で、カメラを備えた監視装置の積極的な導入が行われている。しかしながら、実際の監視作業においては、専属の監視員がカメラから送られる映像を目視し続けることで、侵入者の有無や状況の判断を行っており、それにはかなりの労力と時間を必要とする。そのため、より効率的な、侵入者の検出や状況の判断を自動的に行える装置の開発が期待されている。著者らは、Webカメラからの映像(以下TV画像と略)を、一定の時間間隔でサンプリングして作成した静止画像を複数の小領域に分割し、それらのフラクタル解析を行うことで、TV画像内を人物が水平方向に移動する場合、その移動方向を検出できる可能性のあることを既に報告している^{[1]~[5]}。本報告では、前述の方法を用いて、TV画像内の人物が垂直方向に移動する場合についても、その移動方向を検出できるか検討を行う。

2. 解析法

図1は、撮影方法の概略図を示す。撮影場所は校内の道路とし、俯瞰して撮影できるように、Webカメラは道路から約10[m]上方に設置した。ここで表1は、使用したWebカメラの仕様を示す。

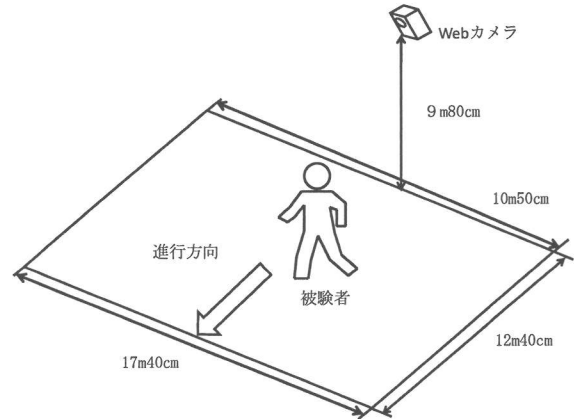


図1 撮影方法の概略図

表1 Webカメラの仕様

撮像素子	200万画素CMOSセンサ
画像解像度	1600x1200[pixel]
レンズ	非公表
フォーカス	固定焦点式
フレームレート	最大30[fps]
動画エンコード	ソフトウェアによる
動画の符号化方式	Windows Media Video(wmv)

TV画像の解析は、以下の手順で行う。まず、Webカメラから得られるTV画像より、1秒間につき15フレームの静止画像を作成する。ここで、人物の映っていない画像をフレームナンバー0とし、その後は、順にフレームナンバー(1, 2, ...)を割り振る。ただし、静止画像は解像度1600×1200[pixel]の、256階調のグレースケール画像として作成する。次に、静止画像を大きさ400×400[pixel]の小領域 C_{ij} ($i, j=1, 2, \dots$)に分割し(図2参照)、小領域ごとに、フレームナンバー0の画像と、各フレームにおける画像との間の画像特徴距離 d を求める。このとき、比較した

Study on the detection of moving direction of the object
by using fractal analysis of the television image

Nobukatu OKUNO, Takashi KUROIWA and Mitsuhiro MATSUBARA

画像が同一であれば $d = 0$ 、異なる場合は $d \neq 0$ となる。

画像特徴距離 d は、以下の様にして求める。まず、解析を行う画像について、任意の微小領域 $r \times r$ [pixel] を考え、その四隅における、光強度 $\{f(x_i, y_j), f(x_i+r, y_j), f(x_i, y_j+r), f(x_i+r, y_j+r)\}$ ($i, j=0, 1, 2, \dots, N-1$) の最小値を f_0 とする。四隅における光強度から f_0 を差し引き、それぞれを頂点とする様な立方体の仮想的な体積 (図3 参照) を $V_r(x_i, y_j)$ とすると、仮想体積の平均値 $V(r)$ は次式で表される。

$$V(r) = \frac{1}{N^2} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N V_r(x_i, y_j) \dots\dots\dots (1)$$

次に、微小領域 $\{r_0, r_1, \dots, r_{M-1}\}$ の体積の平均値 $\{V(r_0), V(r_1), \dots, V(r_{M-1})\}$ を求め、その対数值 $\{\log V(r_0), \log V(r_1), \dots, \log V(r_{M-1})\}$ をフラクタルシーケンスと呼ぶ。解像度の等しい二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、それらの画像の類似性は、次式の画像特徴距離 d で表せる。

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

ここで、 \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。

3. 結果

ここでは、人物が Web カメラに対して垂直方向に歩き、画面内の小領域を移動する場合について検討する。図4は、人物が小領域 $C_{32} \rightarrow C_{12}$ へ移動する場合の、画像特徴距離 d を示す。一方、図5に人物が小領域 $C_{12} \rightarrow C_{32}$ へ移動する場合の、画像特徴距離を示す。図4及び図5の結果より、人物が小領域端に現れてから、全身が映るまでの間は、画像特徴距離 d は増加するのに対し、全身が映った後は、顕著な変化が見られないが、小領域端から人物がはずれ、全身が映らなくなるまでの間、画像特徴距離は減少することがわかる。

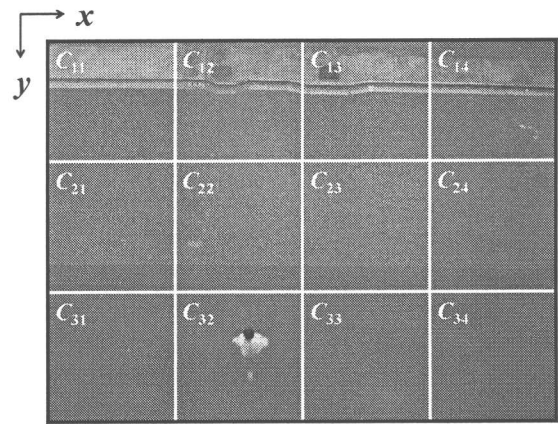


図2 静止画像

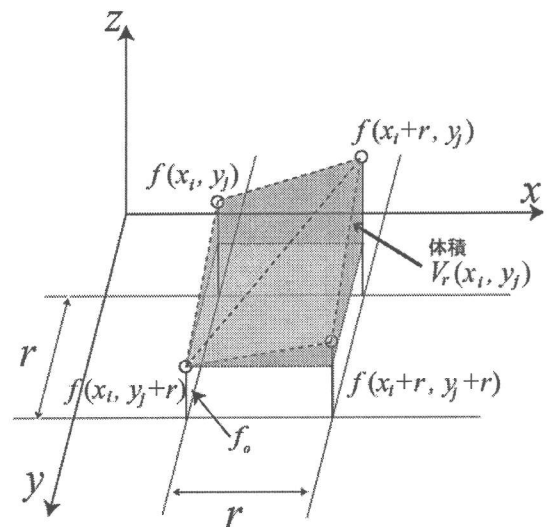


図3 立方体の仮想的な体積

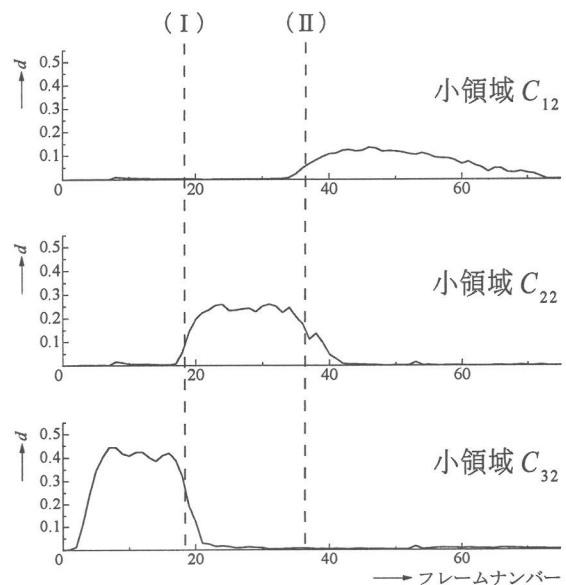


図4 小領域 $C_{32} \rightarrow C_{12}$ へ移動する場合の画像特徴距離の変化

ここで、図4及び図5の中に示した境界(I)~(IV)の近傍における、隣接する2つの小領域の画像特徴距離 d の傾きについて検討する。

図6(a)は、人物が小領域 $C_{32} \rightarrow C_{12}$ へ移動する場合の、小領域 C_{22} 及び C_{32} における画像特徴距離を示す。また、(I) (フレーム19)の近傍における C_{22} 及び C_{32} の画像を同図中に、それぞれ示す。この場合、(I)の近傍において、 d の傾きが、それぞれ「正」から「負」に変わる。このとき、人物は小領域 C_{32} を出て小領域 C_{22} に進入していることから、小領域 $C_{32} \rightarrow C_{12}$ の方向に移動していると考えられる。一方、同図(b)は、人物が逆に小領域 $C_{12} \rightarrow C_{32}$ へ移動する場合の結果である。この場合、(III) (フレーム35)の近傍において、 d の傾きが「負」から「正」に変わることがわかる。このとき、人物は小領域 C_{12} を出て小領域 C_{22} に進入していることから、小領域 $C_{12} \rightarrow C_{32}$ の方向に移動していると考えられる。

図7は、他の小領域についても同様の検討を行った結果である。画像内に移動物体がないため、いずれの場合も画像特徴距離 d の顕著な変化は見られないことを確認している。

以上の結果より、画像特徴距離 d を用いることによって、画面内を垂直に移動する人物の移動方向を検出できる可能性のあることがわかった。

4. まとめ

TV画像から作成した静止画像を、複数の小領域に分割し、それらのフラクタル解析を行ったところ、画面内を垂直に移動する人物の移動方向を検出できる可能性のあることがわかった。

今後は、本手法を実際の監視装置に適用するため、複数の人物が移動する場合や、特定の人物を追跡し、どの方向へ移動しているか判断する場合について、検討を行う予定である。

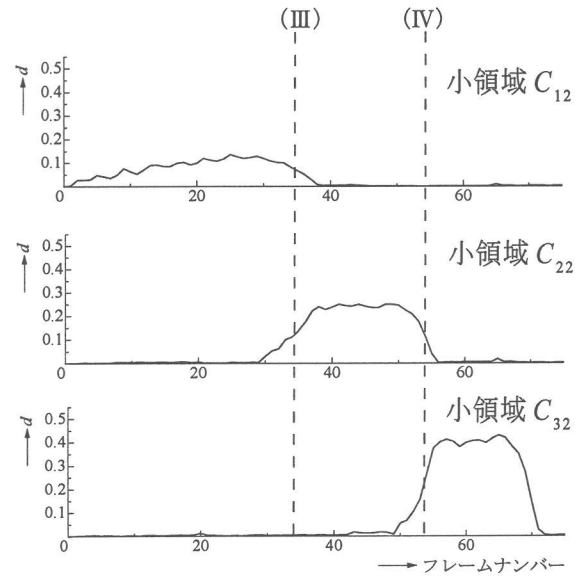
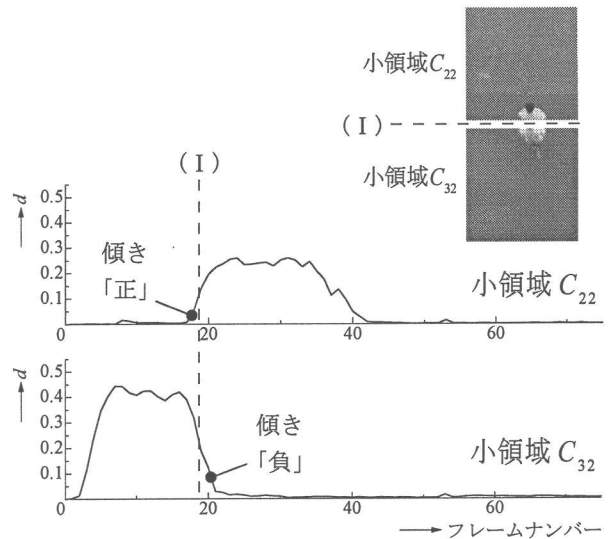
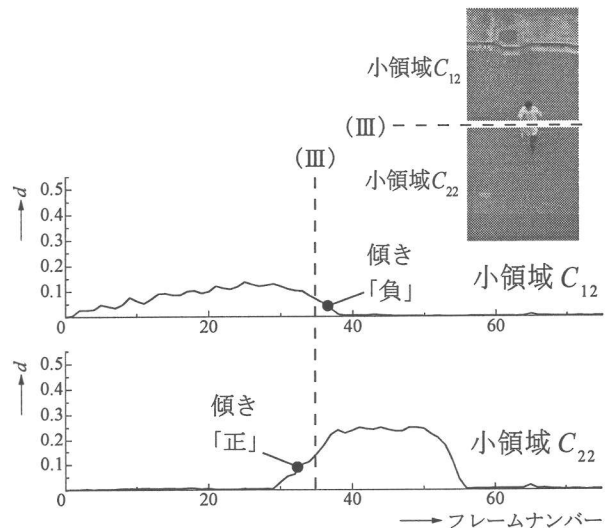


図5 小領域 $C_{12} \rightarrow C_{32}$ へ移動する場合の画像特徴距離の変化



(a) 小領域 $C_{32} \rightarrow C_{12}$ へ移動する場合



(b) 小領域 $C_{12} \rightarrow C_{32}$ へ移動する場合

図6 画像特徴距離の変化

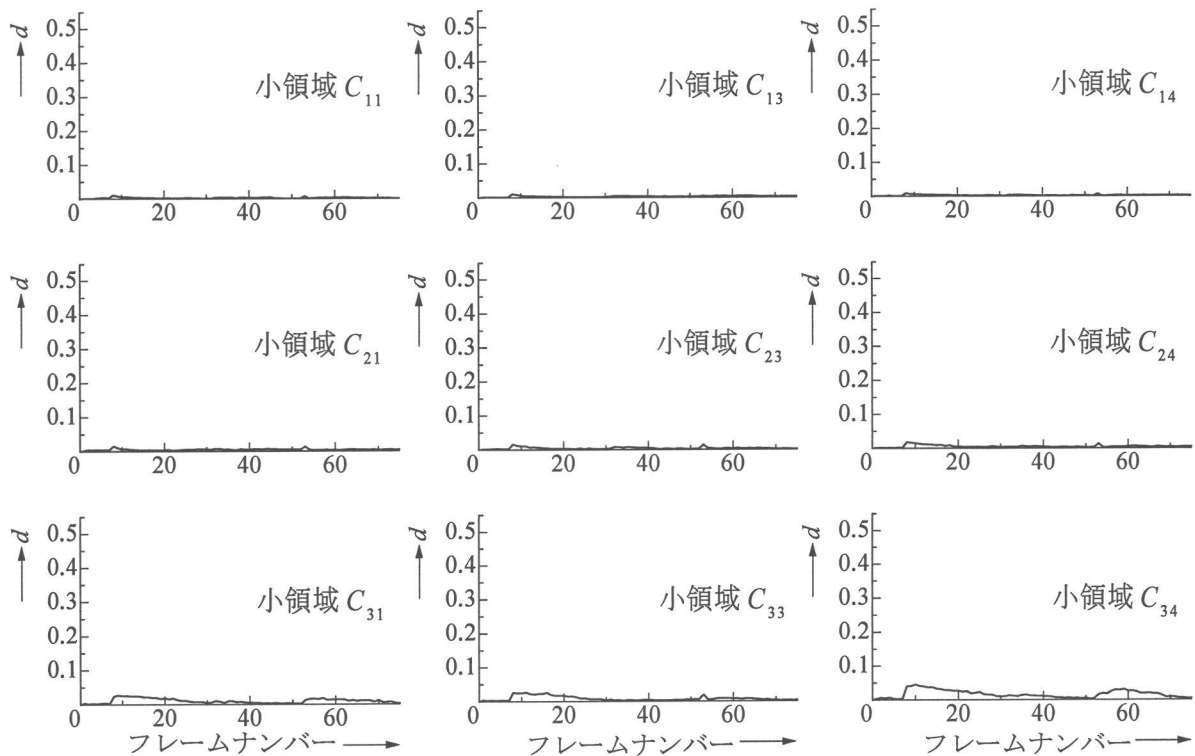


図7 フレームナンバーと画像特徴距離 d の関係
(小領域 $C_{32} \rightarrow C_{12}$ へ移動する場合)

参考文献

- [1] 中村, 黒岩, 松原: "TV 画像のフラクタル解析", 第40回日本大学生産工学部学術講演会, 2-38, pp.121-124 (2007)
- [2] 奥野, 黒岩, 松原: "フラクタルを用いたTV 画像内の複数の移動物体の検出に関する研究", 第40回日本大学生産工学部学術講演会, 2-39, pp.125-126 (2007)
- [3] 黒岩, 中村, 松原: "Web カメラからの画像のフラクタル解析", 2007年電子情報通信学会総合大会, A-6-5, p.198 (2007)
- [4] 黒岩, 中村, 松原: "Web カメラからの画像のフラクタル解析(II)", 2007年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-6-6, p. 149 (2007)
- [5] 黒岩, 奥野, 松原: "Web カメラからの画像のフラクタル解析(III)", 2008年電子情報通信学会総合大会, A-6-14, p. 172 (2008)
- [6] 黒岩, 佐藤, 大内, 松原: "フラクタル理論を用いた街区の変化領域の抽出", 2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-6-10, p.162 (2005)
- [7] 掛村 篤, 東 恒人, 入江浩一: "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)
- [8] 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)