

TV 画像のフラクタル解析 (II)

日大生産工 (院) ○中村 雄人
 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・事故などの予防などへの効果を目的として、カメラを備えた監視装置の導入が急速に普及している。しかしながら、現状は、監視用カメラから送られてくる映像を監視員が常時確認し続けることによって、異常事態かどうかの判断を行っている。従って、かなりの労力と時間を必要とする。そのため、より効率的な監視作業を行える装置の開発が待たれている。著者らは、Web カメラからの映像 (TV 画像) 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に対して、フラクタル解析を行ったところ、TV 画像がフラクタル性を持つことを確認している。また、画像の中の人間の動きについても、検出できる可能性のあることも既に報告している^{[1],[2]}。ここでは先ず、上述のように作成したデジタル静止画像を複数の小領域に分割し、そのフラクタル解析を行うことによって、人間の移動する方向を検出できるか検討を行う。

2. 解析法

図 1 に撮影方法の概略図を示す。撮影場所は教室内部とし、Web カメラと背景 (教室の壁) との距離は約 6 [m] とした。ここで表 1 は、使用した Web カメラの仕

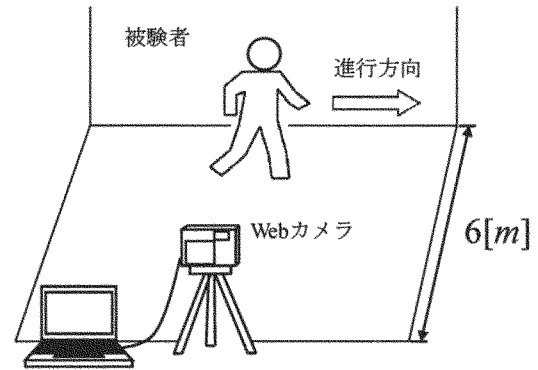


図 1 撮影方法の概略図

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) |

様を示す。TV 画像の解析は以下の様な手順で行う。

先ず、Web カメラから得られる TV 画像から、1 秒間につき 15 フレームの静止画像を作成し、順にフレームナンバー (0, 1, 2, ...) を割り振る。ここで、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 $C_j (i, j=1,2,3,4)$ 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

Study on the fractal analysis in the television image (II)

Yuto NAKAMURA, Takashi KUROIWA and Mitsuhiro MATSUBARA

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。

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

ここで、微小領域 $\{r_0, r_1, \dots, r_{M-1}\}$ の体積の平均値 $\{V(r_0), V(r_1), \dots, V(r_{M-1})\}$ を求めると、そのフラクタルシーケンスは $\{\log V(r_0), \log V(r_1), \dots, \log V(r_{M-1})\}$ で与えられる。次に、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、それぞれの画像の類似性は、次式の画像特徴距離 d で表せる。

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

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。画像間の類似性が高い場合は画像特徴距離 d は小さくなり、同一画像であれば 0 となる。

3. 結果

ここでは、被験者が Web カメラに対して水平方向に歩き、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、被験者が小領域 $C_{21} \rightarrow C_{24}$ へ移動する場合の画像特徴距離 d を示す。また、図5に、小領域 $C_{24} \rightarrow C_{21}$ へ移動する場合の画像特徴距離を示す。図4の結果

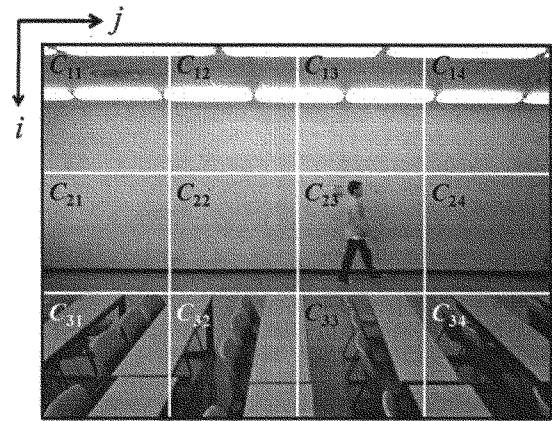


図2 静止画像

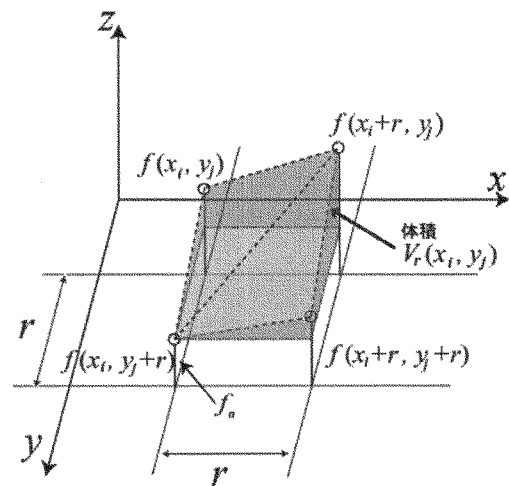


図3 立方体の仮想的な体積

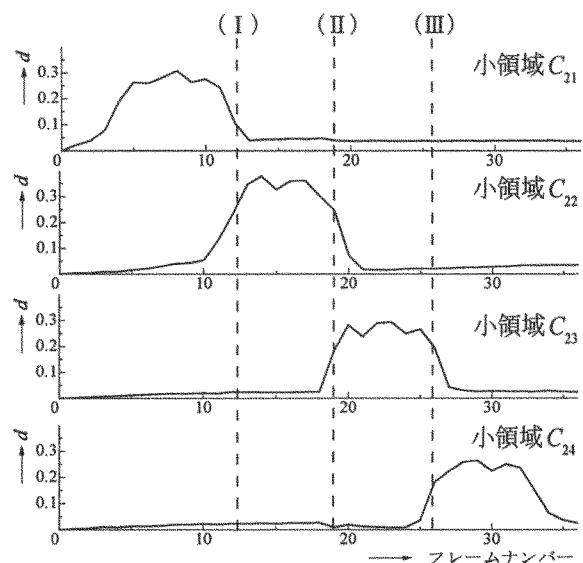


図4 小領域 $C_{21} \rightarrow C_{24}$ へ移動する場合の画像特徴距離の変化

より、被験者が小領域の左端に現れ、全身が映るまでは、画像特徴距離 d は増加し、全身が映った後は、顕著な変化は見られないことがわかった。また、小領域の右端から被験者がはずれた後、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もわかった。

次に、図4及び図5の中に示した、(I)、(II)、(III)の近傍における画像特徴距離 d の傾きについて考察を加える。即ち、図6は小領域 C_{22} 及び C_{23} の場合における画像特徴距離を示す。また、(II)の近傍における C_{22} 及び C_{23} の画像を同図中に、それぞれ示す。同図(a)については、(II) (フレーム19)の近傍において d の傾きが、それぞれ「負」と「正」である。このとき、被験者は $C_{22} \rightarrow C_{23}$ の方向へ向いて移動していると考えられる。一方、同図(b)のように、その傾きが「正」及び「負」の場合、被験者は $C_{23} \rightarrow C_{22}$ へ向いて移動していると考えられる。

また、図7及び図8は画像内に移動物体が、ない場合の結果である。いずれの場合も画像特徴距離 $d \leq 0.01$ となり、顕著な変化は見られないことがわかる。

以上のことから、小領域の画像特徴距離の傾きを用いて、被験者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(動画)から作成した静止画像を、小領域に分割し、そのフラクタル解析を行ったところ、画面内に映った人間の移動方向を検出できる可能性のあることがわかった。

尚、本手法を監視装置へ応用するためには、さらに、複数の人が移動する場合あるいは、上下左右斜め方向への移動について検討する必要がある。次の講演では、複数の人が同時に移動した場合についての検討結果を報告する。

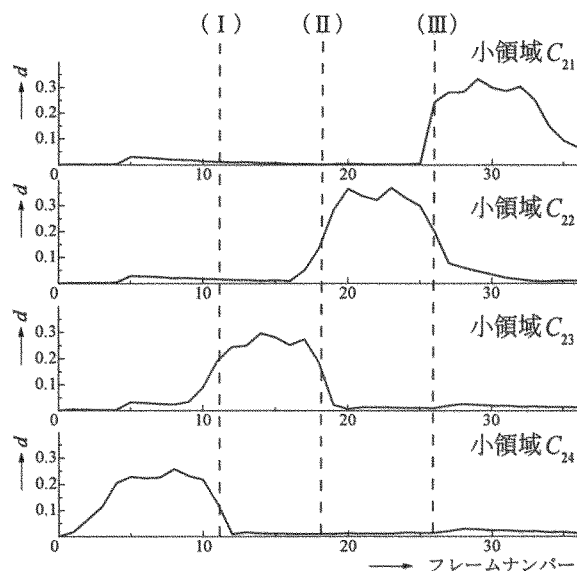
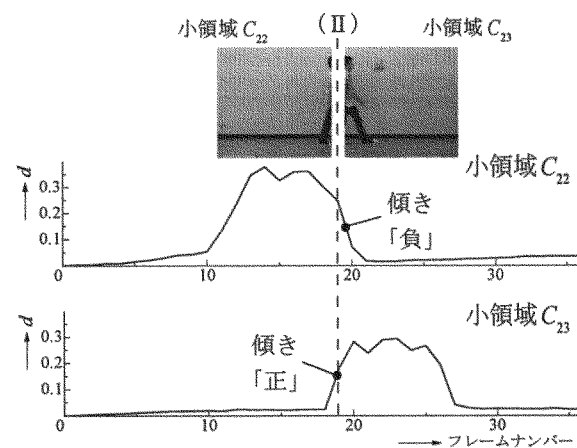
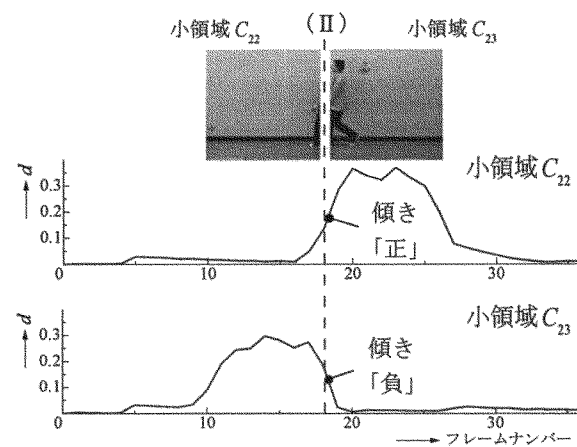


図5 小領域 $C_{24} \rightarrow C_{21}$ へ移動する場合の画像特徴距離の変化



(a) 小領域 $C_{21} \rightarrow C_{24}$ へ移動する場合



(b) 小領域 $C_{24} \rightarrow C_{21}$ へ移動する場合

図6 画像特徴距離の変化

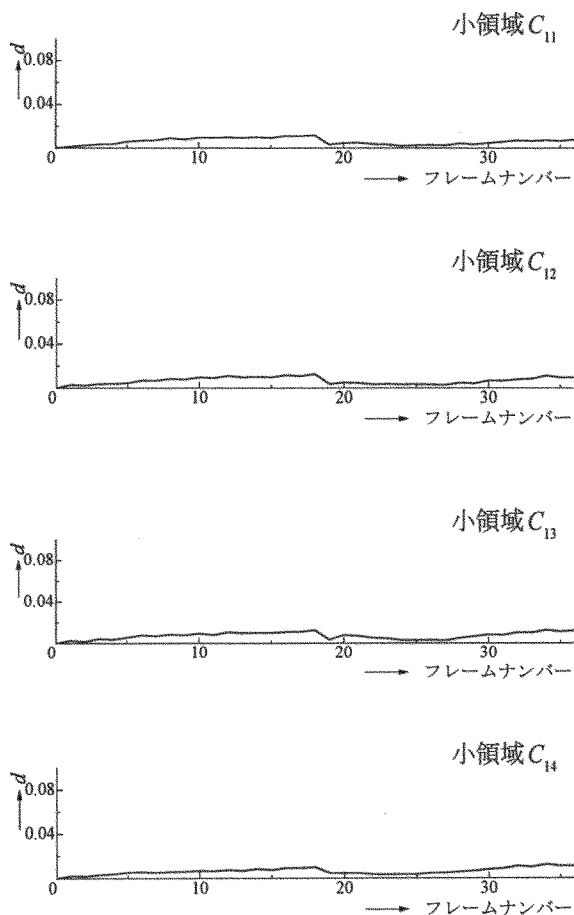


図7 小領域 $C_{11} \sim C_{14}$ に於ける
画像特徴距離の変化

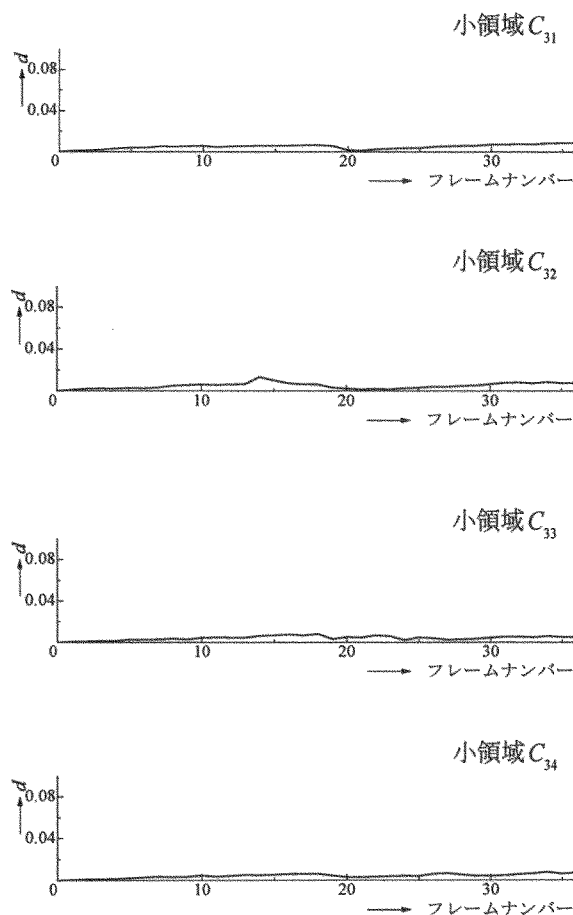


図8 小領域 $C_{31} \sim C_{34}$ に於ける
画像特徴距離の変化

参考文献

- [1]黒岩, 中村, 松原: "TV 画像のフラクタル解析", 第39回日本大学生産工学部 学術講演会, 2-6, pp.21-24 (2006)
- [2]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)
- [3]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)
- [4]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)
- [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)