

フラクタルを用いたTV 画像の解析と画像内の 人物の移動方向検出に関する研究

日大生産工（院）
日大生産工
日大生産工

○佐藤 渉
黒岩 孝
松原 三人

1. はじめに

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あるいは垂直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]~[4]}。一方、本方法の場合、人物及びその移動方向の検出を自動的に行うことができれば、監視装置へ応用することは可能である。ここでは、上述の問題点を解決するための検討を行う。

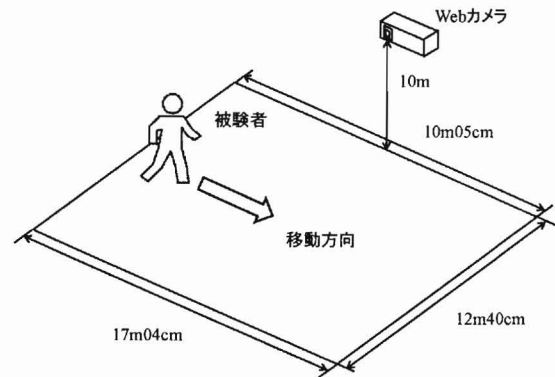


図1 撮影方法の概略図

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	1600×1200[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)

2. 解析法

図1に、撮影方法の概略図を示す。撮影場所は校内の道路とした。被験者を俯瞰して撮影できるように、Web カメラは3階にある教室の窓付近に設置し、道路との距離は約10[m]とした。表1は、撮影に用いたWeb カメラの仕様を示す。

TV 画像の解析は、以下のような手順で行う。まず、Web カメラから得られるTV 画像から、1秒間に15フレームの静止画像を作成し、順にフレームナンバーを割り振る。このとき静止画像は、解像度1600×1200[pixel]の256階調グレースケール画像とする。次に、静止画像を大きさ

400×400[pixel]の小領域 C_{ij} ($i=1,2,3$, $j=1,2,3,4$)に分割し(図2参照)、小領域ごとに、人が映っていない場合のフレーム(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^{[5],[6]}。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

Study on the analysis of the television image
and the detection of moving direction of the person in the image by using fractal

Wataru SATO, Takashi KUROIWA and Mitsuhiro MATSUBARA

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。

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

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、画像特徴距離 d は次式で表わせる。

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

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。以下では、フレームナンバー q ($q=0, 1, 2, \dots$) における画像特徴距離を d_q とし、その差分 $\Delta \bar{d}_q$ を次式より求める。

$$\begin{aligned} \Delta \bar{d}_q &= \frac{1}{L} \sum_{p=0}^L (d_{q+p} - d_{q+p-1}) \\ &= \frac{1}{L} (d_{q+L} - d_{q-1}) \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ここで(3)式は、 L 個 (以下では $L=4$ とする) のデータを用いた移動平均の式となっている。

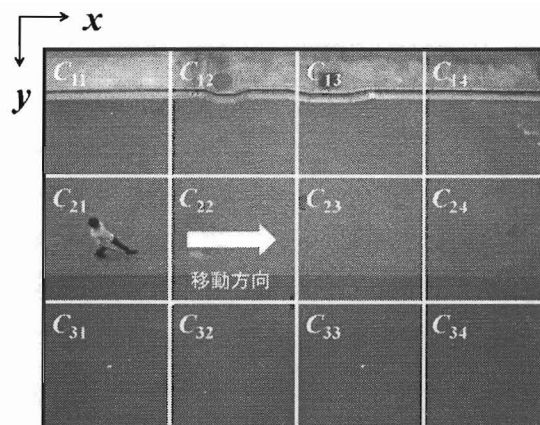


図2 静止画像

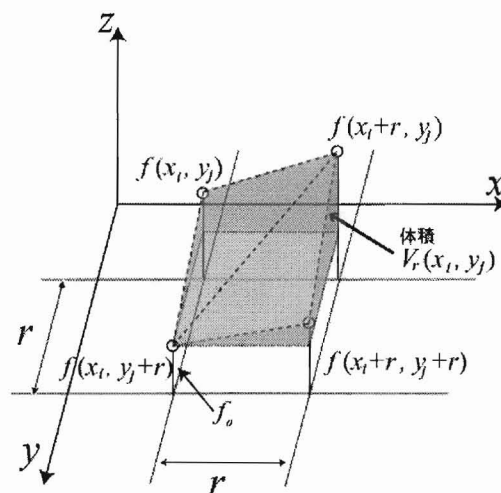
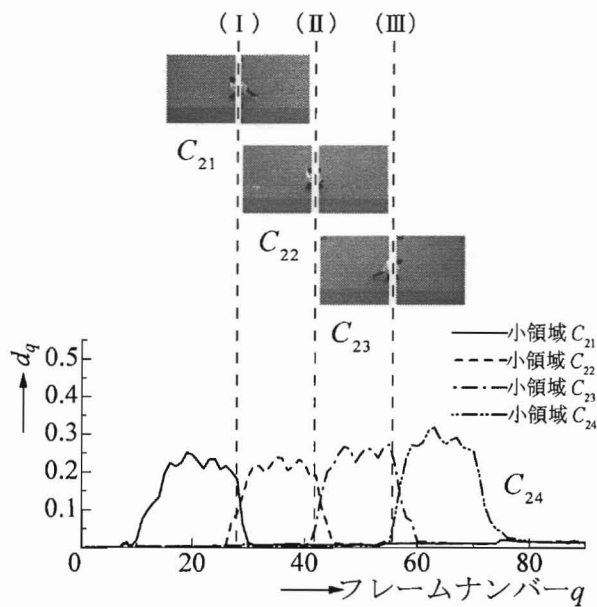


図3 立方体の仮想的な体積

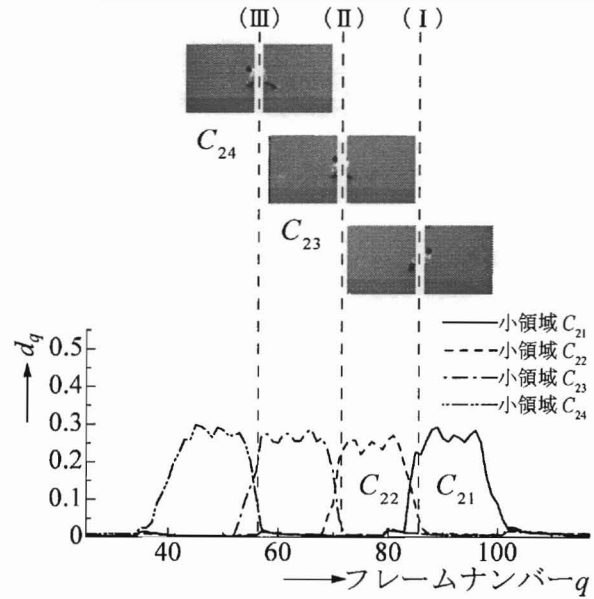
3. 結果

ここでは、人物が 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、人物が小領域 $C_{21} \rightarrow C_{24}$ の方向へ移動する場合の、画像特徴距離 d_q とその差分 $\Delta \bar{d}_q$ を示す。同図(a)の結果より、いずれの場合も、人物が小領域の端に現れてから、全身が映るまでの間は、画像特徴距離 d_q 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ず、小領域から人物がはずれ、全身が映らなくなるまでの間、画像特徴距離は減少する。

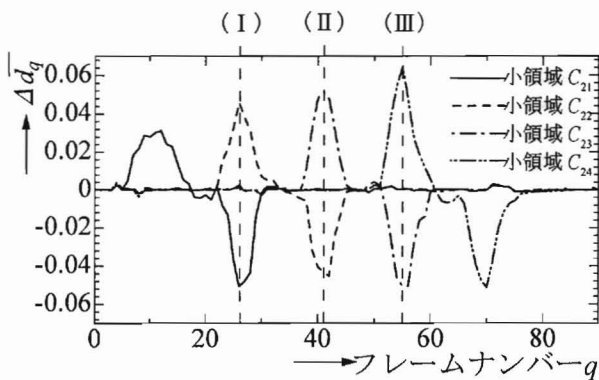
ここで、図4に示した境界 (I) ~ (III)



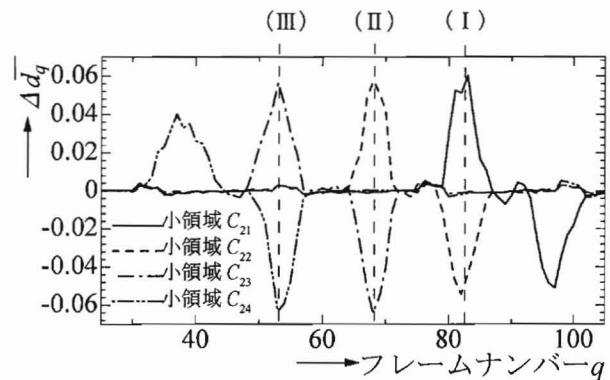
(a) 画像特徴距離 d_q の変化



(a) 画像特徴距離 d_q の変化



(b) 差分 $\Delta \overline{d_q}$ の変化



(b) 差分 $\Delta \overline{d_q}$ の変化

図4 人物が小領域 $C_{21} \rightarrow C_{24}$ 方向へ移動する場合の画像特徴距離及びその差分

図5 人物が小領域 $C_{24} \rightarrow C_{21}$ 方向へ移動する場合の画像特徴距離及びその差分

の近傍について、隣接する2つの小領域の画像特徴距離 d_q の傾きについて検討する。まず、同図(a)については、いずれの場合も境界付近において、 d_q の傾きは「負」から「正」に変わる。次に、同図(b)については、境界の付近で、差分値 $\Delta \overline{d_q}$ は、「負」及び「正」のピーク値を示している。

一方、図5は、人物が小領域 $C_{24} \rightarrow C_{21}$ の方向へ移動する場合の、画像特徴距離 d_q とその差分値 $\Delta \overline{d_q}$ を示す。同図中の境

界(I)～(III)の近傍について検討したところ、同図(a)については、いずれも境界付近において、 d_q の傾きが「正」から「負」に変わる。また、同図(b)より、境界付近で差分値 $\Delta \overline{d_q}$ はいずれも「正」及び「負」のピーク値を示し、以上の事から、隣接する小領域における画像特徴距離の差分値 $\Delta \overline{d_q}$ を調べることによって、画面内に人物が通過しているか否かがわかり、また、2つのピーク値が「正」であるか「負」であるかを調べることに

よって、その移動方向についても検出できると思われる。

4. まとめ

Web カメラからの画像をフラクタル解析したところ、画像特徴距離の差分値を用いれば、画面内の人物が通過しているか否かを知ることができ、しかもその移動方向も自動的に検出できる可能性のあることがわかった。

参考文献

- [1] 黒岩，中村，松原：“TV 画像のフラクタル解析（Ⅱ）”，第40回日本大学生産工学部学術講演会，2-38，pp.121-124（2007）
- [2] 黒岩，奥野，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，奥野，松原：“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”，第41回日本大学生産工学部学術講演会，2-36，pp.113-116（2008）
- [4] 黒岩，佐藤，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（Ⅱ）”，第41回日本大学生産工学部学術講演会，2-37，pp.117-118（2008）
- [5] 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）
- [6] 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）