

K-050

環境モニタリング画像からの注目フレームの検出

Detection of observation frame from the image on Environment Monitoring System

山田 和広[†]
Kazuhiro Yamada

中平 勝子[†]
Katsuko Nakahira

1. はじめに

現在、ネットワーク機器の低廉化に伴って、自然生物や自然現象の観察情報を記録・配信する環境モニタリングシステムが存在している^[1]。また環境モニタリングを授業の教材として活用する動きもある^[2]。本稿ではカメラを用いたモニタリングに注目する。

例として小学校の授業における昆虫の観察学習を考える。実際に昆虫を観察する行為は、児童の関心意欲の向上の観点から重要である。しかし、昆虫の活動時間等の特徴等から、限られた授業時間では必ずしも意図した状態で観察できるとは限らない。そのため、事前に昆虫の定点観察をカメラで行っておき、重要な場面のみを児童に呈示する方法が考えられる。このようなアプローチは対象物の大きい動画像では盛んに行われている^{[3][4]}。しかし、動画像による記録は1つの連続したデータであり、また撮影間隔も固定であるため、離散記録の解析には不向きであること、ビデオ録画では結局長時間の映像確認を行わねばならない。代用としてWebカメラを用いて $10^{-1} \sim 1$ 秒に1枚の映像を常時撮像する場合、1枚の画像確認は短時間であっても1晩で得られる画像が数万枚に及ぶことがある。従って、画像から特徴のある画像を検索する作業を手動で行うのは困難である。

そこで、各静止画に含まれる物体の輪郭を抽出し、その極値をとることで、ユーザの操作なしに連続静止画から目的の画像を検出し、実際に昆虫をWebカメラで定点撮影した画像から活動中のシーンを検出しユーザに提供することができるかどうかを検証した。

2. 原理

本手法は、特徴抽出の方法として、微分による画像の輪郭抽出と、連続静止画2枚の差分計算、そして、画像中に含まれる画素値の出現頻度を表すヒストグラムによる特徴量検出を基本としている。

輪郭とは、物体の外形を表す線であり、輪郭抽出で画像から物体の線要素のみを取り出す。これにより、輪郭のみに注目することが可能になり、注目対象の色による識別は不要になる。今回用いる抽出方法では輪郭がはっきり現れるほど輪郭が白く現れる。

ヒストグラムとは、画像における画素値の出現頻度を表す。画像中に含まれる高画素値の画素数の割合で特徴量検出を行う。図1にヒストグラム上での差異の例を示す。四角の点線で囲まれた薄いグレーのヒストグラムのように、動きのある画像は輪郭抽出及び差分演算によりこの画素

数の割合が高くなるため、注目フレームの判断に用いている。

2.1 処理手順

図2に、特徴抽出のフローチャートを示す。

(1) 基準画素値 pl の決定 ヒストグラム上にて画素値の高い画素数を求める処理において、数える画素値の下限値を定める必要がある。その閾値を求めるため、特徴がない連続静止画を用いて決定する。手順は前述の画像に対して以下の(2)~(4)の処理を行い、ヒストグラム上にて α の画素数を高画素値から数え、最も低い画素値を pl とする。

(2) 画像の輪郭抽出 2枚の連続静止画それぞれについて輪郭の抽出を行い、画像化する。輪郭の抽出は微分演算によって導出される。実際の微分演算は近傍画素の差分をもって近似し、以下の式により導出する。 $p_i(x, y)$ は入力画像の (x, y) における画素値、 $v_i(x, y)$ は出力画像(輪郭画像)の (x, y) における画素値を示す。

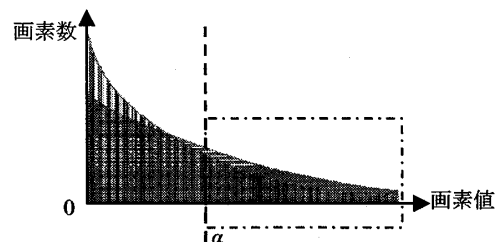


図1. ヒストグラムの差異の例

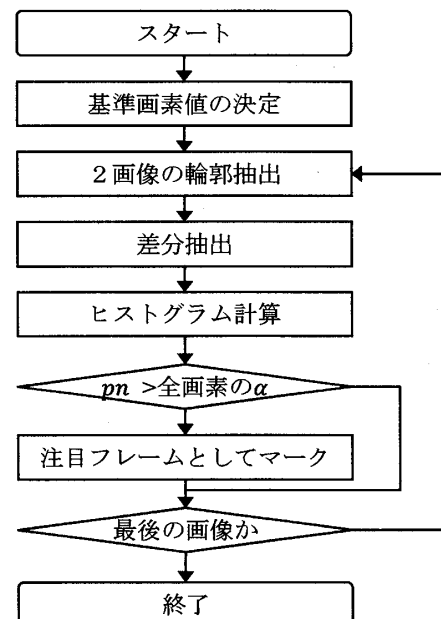


図2. 特徴抽出のフローチャート

[†] 長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

$$v_i(x, y) = \sqrt{(p_i(x+1, y) - p_i(x, y))^2 + (p_i(x, y+1) - p_i(x, y))^2}$$

(3) 輪郭画像の差分抽出 求めた2枚の輪郭抽出画像から画素毎に差分演算を行い、輪郭画像において変化のあった部分の輪郭のみを残す。以下に計算式を示す。 $d_i(x, y)$ は出力画像(差分画像)の (x, y) における画素値を示す。

$$d_i(x, y) = \begin{cases} v_{i2}(x, y) - v_{i1}(x, y) : (v_{i2}(x, y) \geq v_{i1}(x, y)) \\ v_{i1}(x, y) - v_{i2}(x, y) : (v_{i2}(x, y) < v_{i1}(x, y)) \end{cases}$$

(4) 差分画像のヒストグラム計算 高画素値の画素数を求めるため、差分画像から画素値の濃度分布を求める。

(5) 高画素値の画素数で判断 (1)で求めた画素値 pl より高い画素値の画素数 ps を数え、 ps が画像中の全画素数の α を超えている場合、注目フレームとしてマークする。

(2)~(5)の処理を撮影した連続静止画の枚数だけ繰り返す。さらに、非注目フレームから注目フレームの変化点(以降、注目フレーム開始点)を調べ、連続する注目フレームは1つのグループと見なすようにする。また、撮影日時を同時に記録すれば撮影時間の差から行動時間を推定することも可能になり、これを基に行動時間の短いグループを対象から外すことも可能となる。

3. 実験

実験では、ハサミムシを定点観察した連続静止画を用いて、注目フレームと判断した画像の枚数、注目フレーム開始点を調べた。定点観察は2回行った。撮影に用いたカメラはAXIS221で、撮影間隔は3秒/枚、画素数は640x480画素、画素値 p の範囲は[0,255]である。撮影枚数と撮影時間は1回目と2回目でそれぞれ13,649枚(12時間04分)、10,709枚(9時間29分)である。

実験結果は、注目フレーム枚数と変化点がそれぞれ、1回目が5802枚と52回、2回目が6642枚と1947回となった。1回目の実験では1グループあたりの枚数が約112枚になる。従って、撮影間隔から336秒分のフレームが抽出できることになる。しかし、2回目の実験ではフレーム開始点が1947回になってしまい、正しく注目フレームを抽出できなかった。そのうち、約50%に当たるフレームにおいて、注目フレームと非注目フレームの変化頻度が1フレームであった。1回目の観察では雑音の影響は少なかった($pl = 29$)が、2回目の観察時に得られた静止画では影響がやや大きくなった($pl = 45$)点や、1回目の観察ではハサミムシは土の上で活動していることが多く、土とハサミムシの輪郭がはっきり現れなかった点が原因だと思われる。

図3は1回目の観察において注目フレームと認識した連続静止画を重ねたものである。画面上方のハサミムシが画面下方に移動したことが確認できる。また、無作為に注目フレームのグループ1つから連続静止画を5枚抽出し、実際にハサミムシが活動している様子かを目視で検証した。方法は、各フレームに写っているハサミムシの重心を調べ、重心の移動量を計測するものである。なお、抽出した連続静止画は1回目の実験から注目フレームと判断し

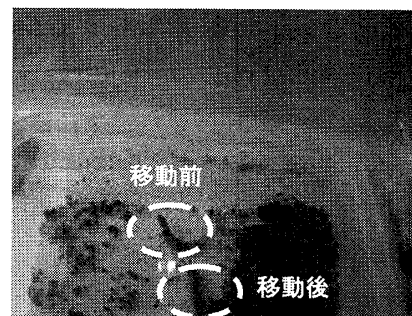


図3. 検出した注目フレーム

表1. ハサミムシの重心位置の変化と移動量

	重心位置	移動量
Frame1	(360, 330)	---
Frame2	(336, 336)	25.7
Frame3	(304, 337)	32.0
Frame4	(288, 354)	23.3
Frame5	(321, 347)	33.7

た画像のうち、5枚の連続静止画を用いた。その結果を表1に載せる。移動量は26~32.4ピクセル(平均は29.2ピクセル)であり、有意な差が認められた。

以上より、本システムにおいて、対象となる輪郭がはっきり現れる場合において、注目フレームが抽出可能であることを確認した。

4. おわりに

本稿では、連続静止画に含まれる、物体の注目フレームを自動で検出可能なアルゴリズムを提案し、昆虫の観察における連続静止画を用いて実験を行った。その結果、輪郭が明瞭なフレームにおいて注目フレームの検出が可能であることを示した。連続静止画は画像ごとに分割されたデータであり、撮影間隔も任意であるため、四季の変化のモニタリング等の長期間のモニタリングが必要な場合、画像を用いるのが望ましいと思われる。

今後はより注目フレームの検出精度を向上するとともに、注目フレームのグループから動画作成を行う機能を検討したい。

参考文献

- [1] 志方 正樹, 富岡 雅樹, 藤崎 祐生, 諏訪 敬祐, “日中環境モニタリングシステムの構築と効率的運用・保守方法”, 武蔵工業大学 環境情報学部 情報メディアセンタージャーナル, Vol.8, (2004)
- [2] 武井 由貴, 中島 祐輔, “環境モニタリングを活用した環境教育手法に関する研究”, 2004年度日本建築学会 関東支部研究報告集, (2004)
- [3] 末永 丈士, 上原 英昭, 顧 海松, 角所 考, 馬場 口登, 北橋 忠宏, “動画像認識のためのキーフレーム抽出”, 1995年電子情報通信学会総合大会, (1995)
- [4] 大串 亮平, 竹内 一樹, 朱 青, 小舘 亮之, 富永 英義, “動画像からのキーフレーム抽出に関する検討”, 2001年電子情報通信学会総合大会, (2001)