

MPEG符号における動きベクトルを利用した 監視カメラ映像の動体検出

杉本 潤[†] 三浦 康之[†]湘南工科大学[†]

1. はじめに

近年、監視カメラを用いた防犯システムが広く普及しており、侵入者の居るフレームを自動的に検出するシステムにより、監視業務が効率的に行われている。

監視カメラ映像を蓄積する過程で、通常は、MPEG などに圧縮する過程をとる。圧縮の過程で生成される動きベクトル等を利用する動体検出を行う手法が過去に提案されてきた[3]。また、過去に、オプティカル・フローと動体の性質の関係に基づいて、動体と背景の揺らぎを判別する手法が提案されている[1][2]。これにより、照明の揺らぎや樹木の揺れ、水面の波紋などの背景の揺らぎと動体を区別することが可能となるので、MPEG 符号の動きベクトルをオプティカル・フローと見做して同様の手法を実現することが可能と思われる。

MPEG 符号においては、フレームや画像の状態によって動きベクトルが存在しない場合があり、存在する動きベクトルについても、物体の動きを正確に反映しないことがある。そこで、本研究では、過去に提案された手法に基づき、MPEG 符号における動きベクトルを用いた正確で高速な動体抽出法を提案すると同時に、動きベクトルを動体検出に用いるために、前後のフレームの動きベクトルを用いて補完する方法を提案する。

2. 時空間動き特徴に基づく動体検知

時空間動き特徴に基づく動体検知[1]では、画像内の変化領域内部の動きを追跡し、3種類の特徴量に基づいて、動体と背景の揺らぎなどの非動体を弁別している。本稿では、これらのうち、「空間平均した動きの強さ」と類似した方法により弁別を行うことを試みる。

「空間平均した動きの強さ」は、変化領域全体を対象とした動きベクトルによる画素値の誤

差の値の大小を示すもので、動体が存在する場合、誤差の値が小さくなるため、動体か否かの弁別が可能となる。しかし、このような手法は動きベクトルの計算が多大なものとなる。

3. MPEG ストリームにおける動きベクトルの利用

ブロックマッチングの結果として求められるオプティカル・フローとは異なり、MPEG 圧縮の過程で生成される動きベクトルには、I フレーム全体やB フレーム、P フレームの一部など、動きベクトルがない場合がある。P フレームなどにおいて動きベクトルが存在しない箇所は、イントラモードによる符号化が行われるブロックや、符号化が行われないブロックである。これらは、前者であれば背景の揺らぎ、後者であれば背景領域の一部と見なし、いずれも動体以外の領域と判定する。

4. 実験

4.1 実験方法

MPEG 符号により抽出した動きベクトルを使用した結果が正しく動作することを確認するための予備実験を行った。「動体検知単独で動く場合」を旧手法、「MPEG エンコーダの動きベクトルを利用して動体検知を行う場合」提案手法とし、旧手法との比較をすることにより検知結果の正確さの評価を行う。

(1) 通常のブロックマッチングによりオプティカル・フローを求めた場合 (従来法)

(2) MPEG-4 参照ソフトウェアにより動きベクトルを抽出してオプティカル・フローとして使用した場合 (動きベクトルを利用)

について、約30フレームの符号化を実施した。動体と認識されたマクロブロックの数を数えて、(1)の方法により動体と認識されたものと(2)の方法により動体と認識されたもの(1)と(2)の結果が一致しなかったものを数えて、一致しなかった割合を不一致率とした。フレームの並びは、最初のフレームのみをIフレーム、他をすべてPフレームとした。実験には、映像情報メディア学会の標準動画像(SIF)を使用した。

4.2 実験結果

表 1 に実験結果を示す. 表 1 のうち, 「従来法」「動きベクトルを利用」の各行に示される数字は, 各手法により動体領域として判定されたマクロブロックの総数であり, 「マクロブロック数」の行に示される数字は, 実験に用いた動画像のマクロブロックの総数である. 「不一致率」は, 両手法の結果が一致しなかったマクロブロックの総数である.

表 1 に示すように, (1) と (2) の不一致率は概ね 10% 以内に収まっている. (1) と (2) が一致しないケースでは, (1) において動体と認識されたケースが (2) において動体と検出されないケースがほとんどであった. その場合においても, 両者の動きベクトルの値の違いは概ね 1 ピクセル程度の差に収まっていることから, (2) のソフトウェアの動作には大きな問題はないと判断した. なお, (2) において動きベクトルが存在しない箇所は, (1) においても動体以外の領域と判定されていることから, 3.2 節のように「動きベクトルが存在しない箇所は動体以外の領域と見做す」とする判定は妥当と考えられる.

5. I フレームへの適用および時間的特徴量の抽出

3 節に述べたように, I フレームの符号化の過程においては動きベクトルは算出されないため, 前後の P フレームの動きベクトルをもとに I フレームにおける動きベクトルを求める. 過去の事例においては, 直前の P フレームにおける動きベクトルを当該フレームのものとして使用する方法が用いられていた[3]が, 本研究ではより誤差の少ない動きベクトルを求める方法を検討する. 具体的には, 以下のようにして, 前後のフレームの動きベクトルを元に求めた仮の動きベクトル \vec{v}_{TMPp} および \vec{v}_{TMPn} を求め, 両者のうち誤差の少ない方を I フレームにおける動きベクトルとする.

着目フレームの動きベクトルを $\vec{v}_n(x, y)$, 後ろのフレームの動きベクトルを $\vec{v}_{n+1}(x, y) = (u_{n+1}(x, y), v_{n+1}(x, y))$ とする. このうち, $(x' - u_{n+1}(x', y'), y' - v_{n+1}(x', y')) = (x, y)$ となるような \vec{v}_{n+1} を求め, $\vec{v}_{TMPn}(x, y) = \vec{v}_{n+1}(x', y')$ とする. また, 着目フレームの前のフレームの動きベクトルを $\vec{v}_{n-1}(x, y) = (u_{n-1}(x, y), v_{n-1}(x, y))$ とし, $(x'' + u_{n-1}(x'', y''), y'' + v_{n-1}(x'', y'')) = (x, y)$ となるような \vec{v}_{n-1} を求め, $\vec{v}_{TMPp}(x, y) = \vec{v}_{n-1}(x'', y'')$ とする.

上記の方法は, P フレームにおいても応用可能

である. 上記の方法により求めた 2 個の動きベクトルと P フレームにおける動きベクトルの, 合わせて 3 つを比較し, より距離の近い二つの平均値を新たな動きベクトルとする. これにより, 動体の実際の動きと大きく異なる動きベクトルを除外し, 動体の動きに近い動きベクトルを新たに求めることができる.

このようにして求めた動きベクトルを, 時間的特徴量の抽出に用いる. 過去数フレームの動きベクトルを追い, 文献[1]に基づき時間的特徴量を算出し, 閾値処理により動体か否か判定する.

表 1: 両手法における「動体」マクロブロック数

	08SIF	10SIF	11SIF	15SIF	24SIF
従来法	1258	379	7280	2823	20
動きベクトルを使用	927	233	6487	2240	6
マクロブロック数	8232	8526	8252	8252	8252
不一致率	1.7%	4.0%	8.1%	6.8%	0.2%

6. まとめ

本研究では, オプティカル・フローと動体の性質の関係に基づいて, 動体と背景の揺らぎを判別する手法について, MPEG 符号の動きベクトルを利用して高速に実行するアルゴリズムを提案した. 提案手法では動きベクトルの処理を省略できるため高速化が図れる一方, 動きベクトルが存在しない所では物体の動きを正確に反映しない可能性がある. 簡単な予備実験の結果, 従来手法との動体検出不一致率が 10% 以下と, わずかな差にとどまった.

今後は, P フレームの間に I フレームや B フレームが存在する場合や, 前後のフレームの動きベクトルを利用した時間的特徴量の抽出に関する検討を進める.

参考文献

- [1] 羽下哲司, 八木康史, 時空間動き特徴に着目した屋外侵入者監視技術に関する研究, 情報処理学会研究報告 (CVIM), 2006 (51), pp. 259-274, 2006.
- [2] 北澤仁志, 李竹, 藪田頭一, 排他的ブロックマッチングによる移動物体の抽出と追跡電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学 108 (4), pp. 49-54, 2008-04-10.
- [3] 奥村真澄, 高木真一, 小舘亮之, 富永英義, 動き補償と色情報を組み合わせた MPEG 映像からの人物領域抽出, 情報処理学会研究報告 (オーディオビジュアル複合情報処理) 36-6, pp. 31-36, 2002-3-8.