

MPEG ビデオストリームからの移動物体に対する高速なエッジ検出
Fast Edge Detection for Moving Objects from MPEG Video Stream

丸山 彰介† 中野 秀洋‡ 宮内 新‡
Syosuke Maruyama Hidehiro Nakano Arata Miyauchi

1. はじめに

MPEG 動画像ではデータを圧縮するために様々な符号化処理を行っている。このため動画像処理をするためには前処理としてこれらに対する復号化を行う必要がある。しかし MPEG 動画像を復号化して動画像処理を行う場合、極めて多くの処理時間を要するためリアルタイム処理は困難である。そこで符号化された MPEG 特徴量を直接処理することでリアルタイム処理を可能にする研究や、MPEG 特徴量を高速に取得するプロセッサの研究が盛んに行われている[1]。本研究では、MPEG 動画像の特徴量を利用した動領域のエッジ抽出において、JPEG 画像のエッジ検出法[3]を利用することで処理時間の高速化を図る。

2. 従来手法[2]

文献[2]の動領域の抽出法では、まず MPEG 動画像から動きベクトルを抽出する。次に抽出した動きベクトルが存在するマクロブロックにおける、DCT 成分に対して復号化処理を行う。そしてデコードされたデータの輝度成分に対して、Sobel, Prewitt, Laplacian フィルタを用いることで動領域が存在すると予測された領域に対してエッジの検出を行う。

従来手法の復号化処理では各画素に対して逆量子化の処理と逆離散コサイン変換の処理が行われる。逆量子化処理では、各画素全てに一定回数の乗算を行い、逆離散コサイン変換では各画素に対して多くの種類の演算を行う。また、Sobel フィルタは輝度成分を用いた代表的なフィルタの一つであり、各画素に対して 8 近傍探索を行いエッジの値を決定する。これらの処理時間がリアルタイム処理において問題となる。

3. 提案手法

動体の輪郭抽出において通常の方法でエッジを計算する場合には一度デコードを行わなくてはならず処理に時間がかかってしまう。そこでこの処理の時間を削減する手法を提案する。提案手法では、JPEG 画像における DCT 係数を用いたエッジの検出法[3]を、動体の輪郭抽出に適用する。

3.1 JPEG 画像における DCT 係数を用いたエッジの検出法[3]

従来のエッジの検出には Sobel, Prewitt, Laplacian フィルタなどが用いられる。しかしながら JPEG や MPEG などの圧縮画像からエッジを検出するには前処理として逆離散コサイン変換が必要となる。

一方、DCT 係数を用いたエッジの検出法[3]では画像に含まれるすべての 8×8 のサイズの DCT ブロックを、4 方

向($0; \pi/4; \pi/2; 3\pi/4$) のラインとラインなし(NE) の 5 種類のラベルでラベリングする。各ラインの強さ $l_d (d \in \{0, \pi/4, \pi/2, 3\pi/4\})$ および l_{NE} は、以下のように定義される。

$$l_0 = 2|V| \quad (1)$$

$$l_{\pi/4} = \frac{4}{3} \max\{|H + V + D|, |H + D - V|\} \quad (2)$$

$$l_{\pi/2} = 2|H| \quad (3)$$

$$l_{3\pi/4} = \frac{4}{3} \max\{|H - V + D|, |H - D - V|\} \quad (4)$$

$$l_{NE} = \rho \quad (5)$$

ここで、 ρ は閾値のパラメータである、また H, V, D はそれぞれ以下のように与えられる。

$$H = \frac{1}{2} \times X(0,1) \quad (6)$$

$$V = \frac{1}{2} \times X(1,0) \quad (7)$$

$$D = \frac{1}{2} \times X(1,1) \quad (8)$$

ここで $X(x,y)$ は 8×8 のサイズの DCT ブロックにおける座標 (x,y) の輝度値である。各 DCT ブロックに割り当てられるラベルは以下のように決定する

$$\max\{l_{NE}, l_0, l_{\pi/4}, l_{\pi/2}, l_{3\pi/4}\} \quad (9)$$

図 1 は Lenna 画像の輝度チャンネルに対してラベリングを行った結果である。



図 1: Lenna 画像に対するラベリング結果

3.2 提案手法アルゴリズム

提案手法では、まず従来手法と同様に MPEG 動画像から動きベクトルを抽出する。抽出した動きベクトルを含むマクロブロックに対して、提案手法では、動きベクトルを含むマクロブロックに対して、特徴量から得られる輝度成分の $(0, 1), (1, 0), (1, 1)$ の値を用いてエッジの計算を行う。

提案手法では、従来手法[2]における復号化処理は行わず

† 東京都市大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tokyo City University
‡ 東京都市大学 知識工学部
Faculty of Knowledge Engineering, Tokyo City University

に DCT 係数の中でも低周波成分の 3 つの値を用いてエッジの検出を行う。このため従来手法に比べて計算量を大幅に削減できるという利点がある。

4. 実験

ビデオカメラを用いて撮影された MPEG2 動画像を対象として実験を行った。図 2 に示すような二人の人間が撮影された値域内を移動する動画像に対して、動体のエッジを抽出した。なお、この動画像では一人は下から上へ移動し、もう一人は左から右へ移動している。実験のパラメータを表 1 に示す。

表 1: 実験パラメータ

画像サイズ	720×480
フレームレート	29.97fps
フレーム数	369
再生時間	12312[ms]
フォーマット	4:2:0
GOP 内のフレーム数	16
ρ	30
CPU	Core i7 2620M 2.7GHz



図 2: 実験の対象の動画像

4.1 実験結果

従来手法[2]による抽出結果を図 3 に示す。

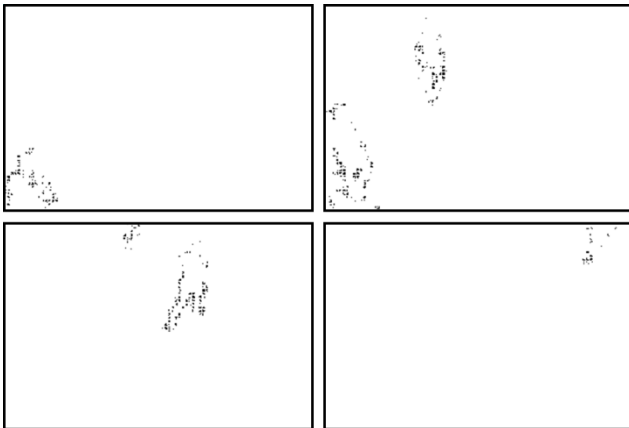


図 3: 従来手法による抽出結果

提案手法による抽出結果を図 4 に示す。

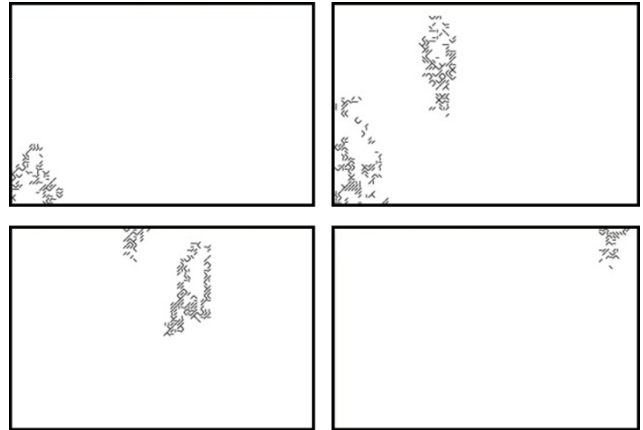


図 4: 提案手法による抽出結果

各手法における計算時間を表 2 に示す。

表 2: 実験結果

	従来手法	提案手法
エッジ検出 (再生時間に対する割合)	12289[ms] (99.8%)	16[ms] (0.1%)
全体 (再生時間に対する割合)	16466[ms] (133.7%)	3424[ms] (27.8%)

表 2 から提案手法では、エッジ検出部において、再生時間に対する割合を大幅に削減することが出来た。従来手法では再生時間内に実行が終えられなかったのに対して、提案手法では、再生時間の約 4 分の 1 の時間で処理することが可能となった。

5. 結論

本研究では DCT 係数を用いたエッジの検出を、動体のエッジ検出に適用させることでその処理の高速化を図った。提案手法によってエッジの検出部での処理時間を大幅に削減出来ることを示した。このことから DCT 係数を用いたエッジの検出を動体のエッジ検出に適用させることは極めて有効であると言える。今後の課題として、求めたエッジから動領域の詳細な輪郭を取得する手法について検討を行っていく。

6. 参考文献

- [1] 相田宏平, 神崎真吾, 中野秀洋, 宮内新: MPEG 動画像処理専用プロセッサの設計-リアルタイム処理のための特徴量抽出と演算の高速化, 情報処理学会第 67 回全国大会, Vol. 67th, NO. 1, PP 157-158, 2005
- [2] 馬淵睦実, 稲垣健太郎, 櫻村雅章, 宮内新, 全炳東: MPEG データを用いた動領域の抽出, テレビジョン学会技術報告, 20(39), PP69-74, 1996
- [3] H. S. Chang and K. Kang, "A Compressed Domain Scheme for Classifying Block Edge Patterns," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 14, no. 2, pp. 145151, 2005.