

# アニメーション映像における動き情報検出の検討

A study on moving area detection for animation images

中神 央二 \*1 渡辺 裕 \*1 富永 英義 \*1, \*2  
Ouji NAKAGAMI\*1 Hiroshi WATANABE\*1 Hideyoshi TOMINAGA\*1, \*2

\*1 早稲田大学 国際情報通信研究センター \*2 早稲田大学 理工学部 電子・情報通信学科  
\*1 Graduate School of GITS, WASEDA Univ. \*2 Dept. of Elec. Info. and Comm. Eng., WASEDA Univ.

## 1 はじめに

我々は、対象となるコンテンツに最適な符号化方式を適用するという、コンテンツオリエンテッド符号化の概念を提唱し、研究を行ってきた [1], [2]. なかでも、アニメーション画像の性質に着目し、静止画像に対する符号化の検討を行ってきた. 今回は、この符号化方式を動画画像へ応用する際の第一歩として、アニメーション映像中に含まれる、同一セル画による領域の同定について考察する.

ここで対象とするのは、いわゆるセルアニメと呼ばれるものである. これは一般に、映像を作成する際、水彩画で描かれた背景の上に、セル画によるキャラクタを重ねて撮影される. この際、彩色行程の煩雑さから、同一のセル画を何度も使用することが多い. TV 放映されるアニメーション番組において、実際に作成されるセル画の枚数は、すべて異なるコマとして計算した場合の 10 分の 1 程度と言われている. したがって、映像中のどの部分が同一セル画によるものかを判定することができれば、符号化する際の情報量を減らすことが可能になる.

## 2 アニメーション映像における動きの分類

セル画の部分は、それが表現するオブジェクトの動きを表現するために、1 コマずつ僅かに変化させたものが用いられる. この変化の種類には、様々な手法が用いられるが、最も基本的なものとして、次の 3 つが挙げられる.

スライド キャラクタの平行移動のこと. 隣合うフレームにおいて、セル画を上下左右にわずかにずらして撮影することで表現される. この時、拡大・縮小、回転を加えることもあり得る.

リピート 限られた複数枚のセル画を繰り返し用いることで、動きを表現する. 瞬きのシーンなど.

ローリング セル画のスライド等で一定の範囲を揺れるように反復移動させる方法. 馬車の車輪など.

すなわち、アニメーション映像における動きとは、一枚、あるいは数枚のセル画で表現されることが多い. この動きを検出、判定することで、実際に用いられているセル画の数を数えることができる. なお、ローリングに関しては、スライドとリピートの組み合わせと考えることができる.

## 3 提案アルゴリズム

従来、アニメーション映像に対する研究としては、セル画の彩色を容易にするため、隣接フレーム間におけるキャラクタのパーツの対応付けが行われてきた [3], [4]. これらでは、対応付けの際に色情報を使えないこと、領域が変形する場合にも対応付けをする必要があることから、実際に得られる対応関係に、それほど精度が得られないという問題があった. すなわち、形状情報のみに依存するマッチングアルゴリズムは、今回のシステムを実現する上であまり適当ではないといえる. そこで考えられるのはテンプレートマッチングを基盤とした検出アル

ゴリズムであるが、はじめにテンプレートとなるべき領域を切り出すことが必要となる.

まとめると、提案システムで必要となるのは、1. 動きを検出し、それが画像中のどの領域であるかを抽出する技術、2. その領域が、別の画像でどのように使われているかを検索する技術、の 2 つである.

なお前提として、動きを検出する際には、予めショットの単位へ分割されたシーケンスを対象とする. これは、シーン分割を行う自然画の手法が、精度良くアニメーション映像に適用できるという前提 [15] に基づいている. また、今回は自然画におけるカメラモーションのような、背景画像を動かした場合の大局的な動きについて考慮していない. 背景を固定したショットにおいて、画像中の任意の数の領域が変化した場合に絞っている. 提案アルゴリズムのフローチャートを、図 1 に示す.

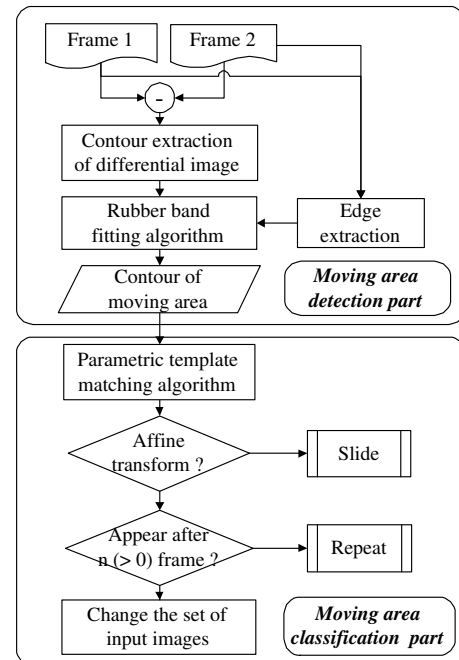


図 1 動領域の検出・追跡アルゴリズム

## 4 動領域の抽出

アニメーション映像における動領域を検出するには、フレーム間の差分画像を利用する. 自然動画像を対象としたオブジェクト抽出には、動きベクトルやオプティカルフローを用いるもの (!! 参考文献) も提案されているが、アニメーション映像の場合、平坦な色遣いの領域が多く含まれるため、誤検出が起きることが多い. また、予め背景画像を作成する手法も提案されているが (!! 参考文献), これはスライド以外の動きの検出に用いることができない.

差分を絶対値として扱った画像を生成した場合、変化した部分の領域が検出される (図 2 参照). 変化前の領域を  $A$ , 変化後を  $B$  とすれば、差分画像は  $A \cup B$  の領域となる. そしてその輪郭線は、前後フレームにおける各

領域の輪郭線を併合させたものとなる。この粗い輪郭線情報を利用して、各フレームにおいて対応する領域の、真の輪郭線を抽出する。これには、元画像のエッジ情報と、輪ゴムのアルゴリズム（!! 参考文献）を用いる。

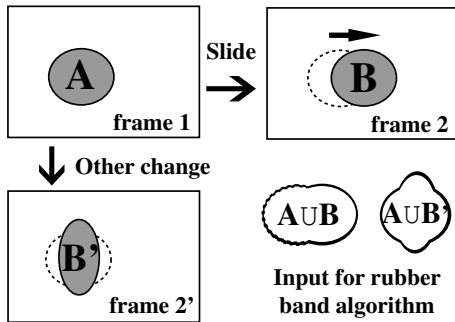


図 2 動領域の粗い輪郭線検出

輪ゴムのアルゴリズムは、視覚的な凹凸情報を抽出してオブジェクト形状を段階的に表現する手法である。まず概念的にオブジェクトに輪ゴムをかけ、輪ゴムとオブジェクトとの接触 / 非接触関係を、画素の反転処理により抽出する一連の操作を反復するという比較的単純な操作によって、オブジェクトの全境界線特徴の抽出を行うものである。

今回は、輪ゴムの始点を、差分画像より検出した粗い輪郭線情報とし、その対象を、元画像におけるエッジとする。アニメーション画像にはたくさんのエッジ成分が含まれるが、これによりそのフレームにおいて変化している領域の輪郭線のみを検出することができる。

最後に、検出した輪郭線を用いて、元画像から後段のマッチングに用いるテンプレート画像を切り出す。

## 5 動きの判定

判定すべき領域を抽出した次の段階は、その領域がどのような変化をしているかを分類する。スライドであれば、次フレームにおいて、同一の領域が、位置変化や拡大・縮小、回転といった変化を伴って登場する。一方、リピートをしている部分であれば、 $n(> 1)$  フレーム後に、同一の領域が同じ位置に登場する。したがって、抽出した領域は、そのショット中の全フレームを対象として、アフィン変換の可能性を考慮しつつ、探索する必要がある。

これには、テンプレートマッチングの技術を用いる。ただし、アフィン変換に対応する必要があること、また大量のフレーム中を対象に検出する必要があること、から、通常のテンプレートマッチング法では対応できないため、パラメトリックテンプレート法を用いる（文献!!）。これは、テンプレートの集合がなすパラメトリックなテンプレート空間を構成し、このテンプレート空間と探索画像とのマッチングを高速に行うアルゴリズムである。

スライドやリピートが検出された場合、

## 6 まとめと今後の課題

アニメーション映像において、キャラクターの動作など、セル画により表現される動きを検出する技術の検討を行った。部分的な動きについて、それを表現する領域の抽出、追跡を行うことで、動きの種類の判定と、冗長性の検出を行った。今回のアルゴリズムでは、自然画におけるカメラモーションのように、画面全体が動く場合に対応できないという問題点がある。大局的な動きへの対応は、今後の課題である。

## 参考文献

- [1] O. Nakagami, T. Miyazawa, H. Watanabe, and H. Tominaga, "Study on Two-layer Coding for Animation Images," In Proc. *IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME)*, Aug. 2002
- [2] N. Shimizu, T. Miyazawa, W. Kameyama, H. Watanabe, H. Tominaga, "A novel decoder downloadable system for content-oriented coding," In Proc. *IEEE Globecom 2002*, Nov. 2002 to appear.
- [3] 岩田, 安居院, "セルアニメーション画像の間の閉領域同定方法に関する研究," 信学技法, PRL80-9, pp.9-16, Sep. 1980
- [4] 塩原, 後藤, 吉田, "3次元構造に基づくアニメーション画像のフレーム間対応," 信学論誌 (D-II), Vol. J73-D-II, No. 10, pp.1687-1695, Oct. 1990
- [5] 松山, 有田, 長尾, "線分の空間的配置関係に基づく線図形の構造マッチング," 情処論誌, Vol. 24, No. 6, pp. 735-744, Nov. 1983
- [6] P. Anandan, M. Irani, R. Kumar, and J. Bergen, "Video as an image data source: efficient representations and applications," In Proc. *IEEE Int'l Conf. Image Processing (ICIP)*, Oct. 1995
- [7] 孫, 大町, 加藤, 阿曾, "特徴量の要素の相関を考慮した高速・高精度な識別関数と文字認識への応用," 信学論誌 (D-II), Vol. J-81-D-II, No. 9, pp.2027-2034, Sep. 1998
- [8] 村瀬, V. V. Vinod, "局所色情報を用いた高速物体探索 -アクティブ探索法-, " 信学論誌 (D-II), Vol. J-81-D-II, No. 9, pp.2035-2042, Sep. 1998
- [9] Ronald A., and Yuan-Fang W., "Geometric and Illumination Invariants for Object Recognition," *IEEE Trans. on PAMI*, Vol. 21, No. 6, pp. 505-536, June 1999
- [10] George Nagy, "Twenty Years of Document Image Analysis in PAMI," *IEEE Trans. on PAMI*, Vol. 22, No. 1, pp. 38-62, Jan. 2000
- [11] 田中, 佐野, 大原, 奥平, "パラメトリックテンプレート法とその高精度ロバストマッチングへの応用," 信学論誌 (D-II), Vol. J-83-D-II, No. 4, pp.1119-1130, Apr. 2000
- [12] 斉藤 文彦, "遺伝的アルゴリズムを用いた画素選択テンプレートによる画像マッチング," 信学論誌 (D-II), Vol. J-84-D-II, No. 3, pp.488-499, Mar. 2001
- [13] 金谷, 金澤, "テンプレートマッチングによる対応探索の自動しきい値設定法," 情処研究報告, 2002-CVIM-132-4, pp. 23-30, Mar. 2002
- [14] Clark F. Olson, "Maximum-Likelihood Image Matching," *IEEE Trans. on PAMI*, Vol. 24, No. 6, pp. 853-857, June 2002
- [15] Bae. Y. J., 高橋, 中嶋, "セルアニメーション制作補助のためのキャラクター動作データベース構築 第1報: Shot 変化の自動検出," 通信全大, D-12-80, Mar. 2002
- [16] 角, 中嶋, "2D アニメーション用標準動画データベースシステム," 通信全大, D-12-81, Mar. 2002