

アニメーション映像におけるスプライン/DCT

ハイブリッド符号化の一検討

古角 康一

渡辺 裕

小林 直樹

NTT サイバースペース研究所

アニメーション映像における画像符号化の一検討を行った。アニメーション映像は、線画や均等色面を多く含むため、従来のDCTベースの符号化との整合性は良くない。そこで、アニメーション画像を均等色領域、線画、テクスチャ領域に分割し、均等色領域、線画を、スプライン補間を用いて符号化し、原画像から均等色領域、線画を引いた差分領域をテクスチャ領域として抽出し、DCT符号化する、スプライン/DCTハイブリッド符号化手法を提案する。

A Note on Spline/DCT Hybrid Coding for Animation Images

Kouichi Furukado

Hiroshi Watanabe

Naoki Kobayashi

NTT Cyber Space Laboratories

A new approach to encode animation images is proposed. Animation images often contain lines and homogeneous color region without having any texture. These images look simple but have high frequency component. Thus, the conventional DCT based coding such as JPEG and MPEG does not fit in well. In this paper, animation images are decomposed into contours of homogeneous regions, lines around them and texture regions. These components are encoded by different coding tools. Contours are approximated by base points and spline interpolation. Lines are drawn by checking flags. Texture regions can be coded by the conventional DCT technique.

1. はじめに

アニメーションは、毎日 TV やビデオなどで数多くの作品が放送されている。最近では、子供向きの作品ばかりでなく、大人向きの作品も数多く存在する。また、日本のアニメーションは、国内にとどまらず世界各国で放送されている。このようにアニメーションは、幅広い世代に人気のあるコンテンツである。

そのアニメーションを映像的にとらえると、画像には単色で塗られている均等色面が多く含まれており、また、輪郭部分や衣服のしわ、顔の表情などは、線画とよばれる黒線ではっきり描かれている。線画を信号としてとらえると、線画と直交する方向の周波数成分は高域にまで広がり、符号化効率の点で DCT との整合性が良くない。また、DCT の符号化雑音は輝度が一定の均等色面では目立ちやすい。このため、自然画像を対象としている JPEG や MPEG は、アニメーション映像の符号化には必ずしも適しているとは言えない。

そこで本稿では、アニメーション映像を対象として、雑音の目立たない符号化手法の検討を行う。

2. アニメーション映像の分解

2.1. アニメーション映像の構成

アニメーションは、背景画として1枚の大きな絵を用意しておき、キャラクター部分として、セル画と呼ばれる透明なシートの上に、それぞれのキャラクターを描いておく。これらは、セルアニメーションと呼ばれ、背景画とセル画を重ね合わせて制作されている。セル画の部分は、大量に同じ絵を作成するので簡単に作成できるように、グラデーションは使用せず、べた塗り描かれていることが多い。

現在多くの製作スタジオが取り入れているデジタルアニメーションでも、着色、合成、撮影の部分デジタル化として、コンピュータ上で行われているが、大量の枚数を作成することに

は変わりがないので、キャラクター部は単色で着色されていることが多い。

更に図1で示すように、アニメーション映像は基本的に以下の3種類で構成されている。まず、単色で塗られている均等色面。輪郭部分や衣服のしわ、顔の表情などを描いている線画部分。自然画に近い背景部分である。ここで線画とは違い、均等色面と均等色面が直接面してできる線を、境界部分と呼ぶことにする。

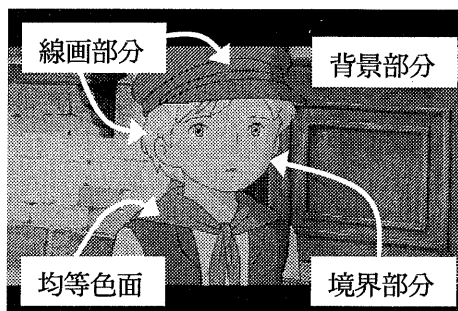


図1：アニメーション映像の構成

(©The Dog of Flanders Prod.)

2.2. アニメーション映像の分解

ここで予備実験として、ある一般的なアニメーション画像に対し、その線画部分を取り除き、取り除いた線画部分を周りの色で補間した線画補間画像を作成し、線画補間画像と原画像を H.263 を用いて符号化した結果を図2に示す。

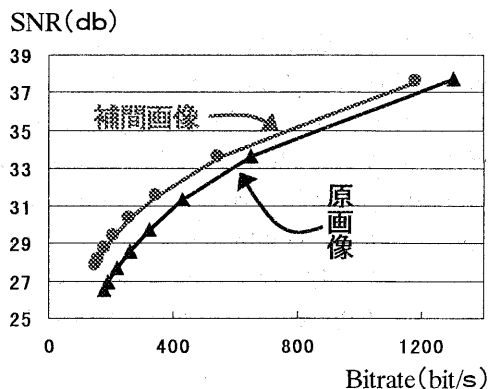


図2：補間画像符号化結果

図2に示すように、線画を取り除いた線画補間画像を DCT 符号化すると、符号化効率が上昇する。本来 DCT 符号化は、矩形ブロックの画像信号を直交基底とその係数に展開するので、低域の周波数成分にエネルギーがなだらかに集中する自然画像に対して有効である。しかしながら、アニメーション映像のように、キャラクター部分が線画部分と均等色面のように、急峻な部分と平坦な部分からなる信号の符号化を考えた場合、線画と直交する方向の周波数成分が高域にまで広がるので、周波数領域に展開して符号化することは得策ではない。

そこで本手法では、図3に示すようにアニメーション画像を均等色領域、線画、テクスチャ領域の3領域に分解する。

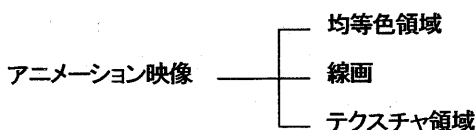


図3：アニメーション映像の分解

均等色領域は、領域の形状と内部の色とにわけて符号化し、線画は領域形状に線情報を付加して符号化する。それ以外の所や背景画の部分は、基本的に水彩画で描かれているので、自然画像と同じと考え、DCTで符号化する。

3. 各領域の展開手法

3.1. 均等色領域抽出

原画像より輝度値と色差信号の均一な領域を抽出し、その領域を均等色領域とする。まず、適当な大きさの小ブロックを画像内でラスタースキャンしていき、小ブロック内の輝度値と色差信号の分散を求める。分散がある範囲内であれば、その小ブロックを均等色領域の基準ブロックとする。基準ブロックに隣接する各画素に対し、輝度値と色差信号が基準ブロック内の信号の平均値から見て、ある範囲内であれば、そ

の画素も基準ブロックと同じ均等色領域とみなし領域の拡大を行う。この処理を画像内全ての画素について行う。

3.2. 線画、境界線抽出

次に、原画像に微分オペレータを操作し、領域の境界線及び線画を抽出する。原画像に微分オペレータを施すと、原画像内のエッジ部分が検出される。アニメーション映像内で、エッジとして検出されるのは、主に線画部分と境界部分である。線画には、数画素の幅があるので、線画の前後でエッジが検出され、しかも微分値の符号が正負逆となる。よって、ある範囲内で微分値の符号が逆なエッジが検出されたならば、その間の画素を線画として抽出する。単一のエッジしか検出されなければ境界線として抽出する。

3.3. 特徴点抽出

更に、均等色領域の輪郭線上的特徴点を抽出する。特徴点として、輪郭線の始点と終点、輪郭線上で曲率の大きな点がある。また、途中で分離している輪郭線では、分離している点も特徴点とする。それぞれの特徴点を端点、曲率点、分離点とする。

輪郭線のある点から始め、数画素の範囲でスライディングさせながら、画素間の差をベクトル化する。輪郭線を一周させ、それらのベクトルが大きく変化する点を曲率点として抽出する。また、曲率点間に適当な間隔で通過点を取る。図4に抽出した曲率点を表示した図を示す。

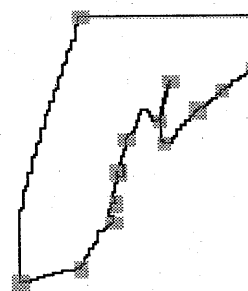


図4 抽出された曲率点

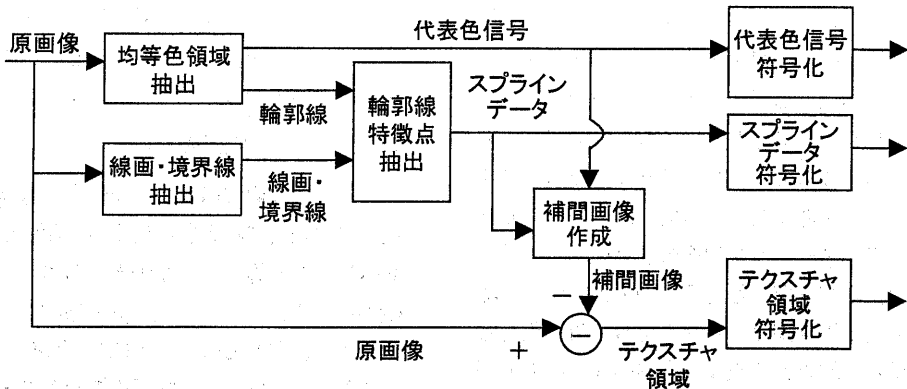


図5 スプライン/DCTハイブリッド符号化流れ図

4. スプライン/DCTハイブリッド符号化

4.1. 符号化の流れ

図5にスプライン/DCTハイブリッド符号化方式の流れ図を示す。まず、原画像より均等色領域を抽出する。抽出した均等色領域毎の輝度値、色差信号の平均値を求め、抽出領域の代表色信号とする。また、抽出した均等色領域を数画素づつ膨張させ、膨張した所を均等色領域の輪郭線として抽出する。図6の原画像に対しての、均等色領域、輪郭線を図7、8に示す。

次に原画像より、線画・境界線(図9)を抽出する。抽出した線画を参照し、図8の輪郭線上のどの部分が線画であるかを示すために、線画の始点と終点の画素を線画点として抽出する。そして、特徴点及び通過点と一緒にし、スプラインデータとして、符号化する。

スプラインデータ、代表色信号を用い補間画像を作成する。補間画像作成方法は、曲率点と曲率点を端点とし、通過点を通るようにスプライン補間を行い輪郭線を生成する。線画点間に適当な画素幅を与え、輪郭線上に線画を作成する。その輪郭線内を代表色で着色し、補間画像(図10)を作成する。

テクスチャ領域(図11)は、原画像と補間画像の差分画像より生成する。テクスチャ領域は、DCTを用いて符号化を行う。

4.2. 符号量制御

本手法の符号量の制御として、均等色領域の個数、特徴点抽出時の特徴点、通過点の個数、代表色信号の量子化ステップなどでスプライン符号化の制御を行う。均等色領域の面積に対し、面積の小さい領域は、均等色領域には含めず、テクスチャ領域に含める。特徴点は、抽出する曲率の大きさで個数を制御する。

テクスチャ領域は、DCT符号化で制御する。

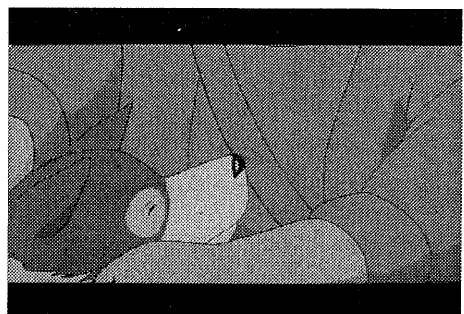


図6 原画像

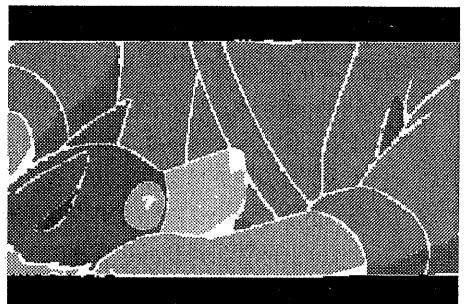


図7 均等色領域

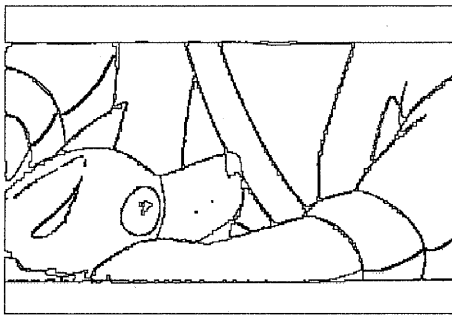


図8 輪郭線

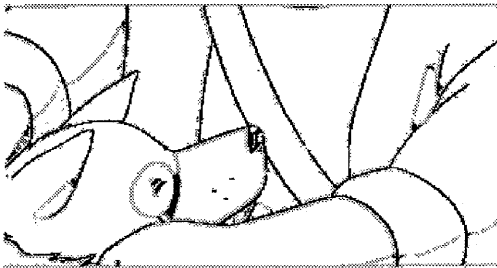


図9 線画・境界線

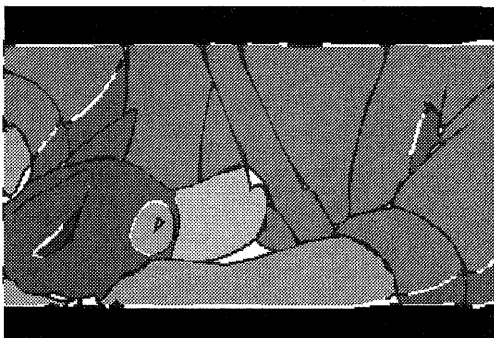


図10 補間画像

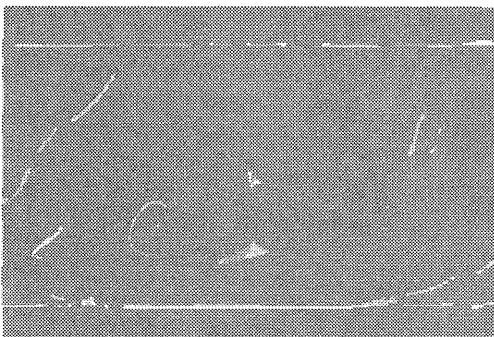


図11 テクスチャ領域

5. 実験

図6の原画像(352x240)に対し、本手法を用いて符号化を行った。抽出均等色領域(図7)は25個であり、原画像の91%に当たる。次に、曲率点を求めるベクトルの角度を45度、通過点の間隔を30画素で抽出した。均等色領域の特徴点が合わせて516点、通過点が270点抽出できた。ここで、輝度と色差信号を8bitに量子化し、座標値を17bit、識別符号を2bitで固定長符号化を行ったところ、補間画像(図10)の生成に、15288bit必要であった。テクスチャ領域(図11)は、原画像の面積の4%に当たり、DCT符号化の符号量は、15412bitであった。補間画像とテクスチャ領域を復号して合成した復号画像が図12である。JPEGを用いて、同程度の符号量で圧縮をおこなった画像を図13に示す。

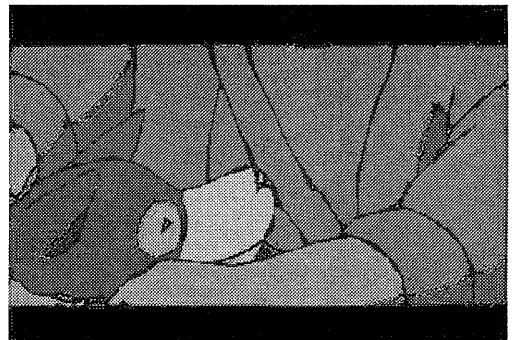


図12 復号画像



図13 JPEG画像

本手法は、スプライン補間を用い線画を描写しているので、DCT 符号化で見られるような、線画のぼやけがなくなる。また、均等色面も単色で描写しているので、均等色面内の符号化ひずみが無くなる。以上の事より同程度の符号量で符号化した DCT 符号化と比べ、画質の向上が望めると考えられる。ただし、線画部分をスプライン補間で近似しているため、従来の S/N のような評価基準は適切ではない。アニメーション符号化画像に適した評価基準の開発は、今後の課題である。

6. まとめ

アニメーション映像の符号化として、画像を均等色領域、線画、テキスト領域に分離し、均等色領域と線画をスプライン補間を用いて、f 符号化し、テキスト領域は、DCT を用いて符号化する手法を提案した。

均等色領域の輪郭線が重なっている所の二重線処理、特徴点抽出の精度向上、動画への応用及び本手法に適した画像の評価基準の開発は、今後の課題である。

7. 参考文献・資料

- [1] 古角, 渡辺, 上倉, 小林: "アニメーション映像のための符号化の一検討", PCSJ98, 1998, pp.37-38
- [2] 宇田川 一彦, 金子 満: "テレビアニメを作る -アニメーション制作工程-", (財) 画像情報教育振興協会, 1992
- [3] 堂免, 橋本, 當麻, 富永: "アニメーションビデオを対象とした機能的符号化に関する検討", 信学会総合大会, D-211, 1996