

ウェーブレットとフラクタルによる動画像圧縮方式

5N-1

上野義人 関口直宏

創価大学大学院工学研究科情報システム学専攻

1. はじめに N-ISDNやモバイル通信などの低ビットレートネットワークに適した動画像圧縮方式として、DCTによる変換符号化形式が国際標準化されている。しかし、DCT変換は、符号化の際、ブロック歪みやモスキート雑音が発生する。このような雑音を除去する変換符号化形式として、ウェーブレット変換方式があるが、正規直交関数であるため、無限長のタップをもつフィルタを必要とする。このため、適当な長さのタップ長をもつフィルタでウェーブレット変換を行う。このようにして得られたサブバンド符号化画像にフラクタルモデリングを適用した静止画像圧縮方式を動画像圧縮に拡張するため、動き補償と同様に、先行フレームのドメインブロックで近似されたレンジブロックを写像し、かつ、フレーム間の写像を行う方式について、符号化、復号化するアルゴリズム、ビットレートなどについて考究した。

2. 静止画像圧縮 [1] 簡単な正規直交関数であるHarr型の基底をもつ2次元離散ウェーブレット変換によって、画像をサブバンド符号化し、横方向、縦方向の空間周波数に対して分割された周波数帯域を独立した画像とみなす。このサブバンド符号化を図1に示すように、個々の空間周波数帯域をグループ化する。

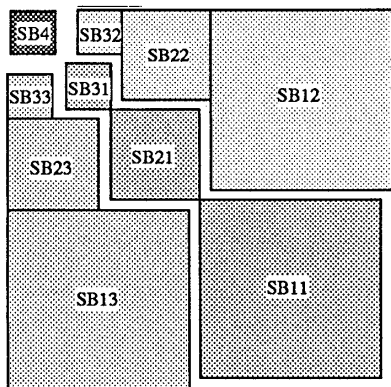


図1 サブバンド符号化による周波数帯域のグループ化 (ただし、SB4は除く)

このとき、低周波成分をもつSB4は、グループ化から除外する。これらのグループ内で最小の周波数帯域、例えば、SB3から、 $B \times B$ の互いに重なり合わないサブブロック、すなわち、レンジセルに近似度の高い縮小画像を見いだす。縮小画像は、図2に示すように、画像中から  $2B \times 2B$ の任意のサブブロック、すなわち、

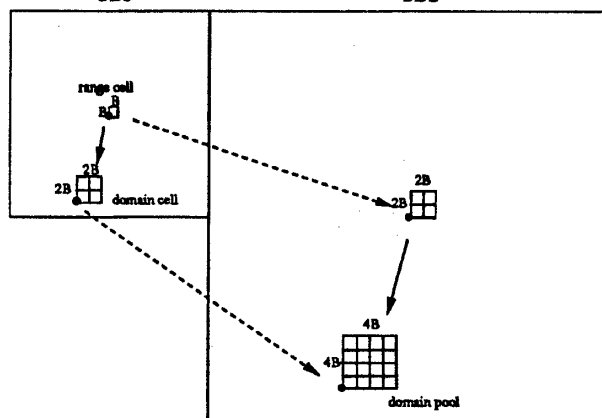


図2 セルの選択手順

ドメインセルを切り出し、この領域中の平均値を書き並べた  $B \times B$ のセルを生成する写像と生成された  $B \times B$ のセルに対する写像との合成写像として定義する。このドメインセルは、ドメインプールと呼ぶ正方領域に含まれる  $2B \times 2B$ のサイズのサブブロックを用いる。次に、同一グループ内の周波数帯域は、相似性をもつことから、選択されたセルから、次の周波数帯域SB2での4つのレンジセルとドメインプール  $4B \times 4B$ を指定する。このとき、基準となる選択位置は、セル内の左下のピクセルとする。この指定されたドメインプールから、4つのレンジセルに対応したドメインセルを選択し、近似度の高い縮小画像を見いだす。このようなフラクタルモデリングにより、各空間周波数帯域のレンジセルとドメインセルとの相関性が予測できる。もし、相互の関連性が重複するとき、一方の関係のみを取り上げることによって、重複した情報を削減することができる。図3にセル選択による情報量削減のフローを示す。

送信側では、各レンジセルに対して、ドメインセルの位置と縮小画像を得るパラメータとを符号化し、伝送する。受信側では、任意の初期画像に画面の左上か

Video Comprssion Method using Wavelet and Fractal Transform

Yoshito Ueno and Naohiro Sekiguchi  
SOKA University

1-236 Tangi Hachioji, Tokyo 192, Japan

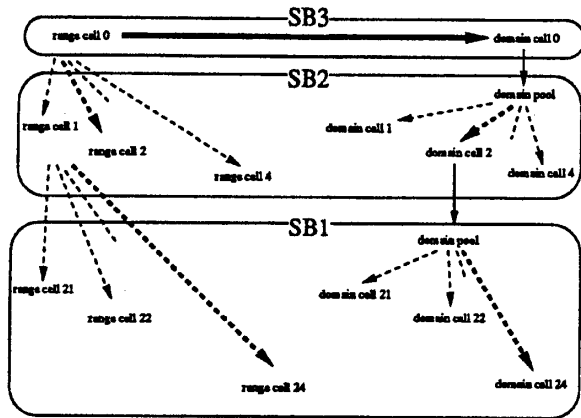


図3 セル選択による情報量の削減フロー

ら右下へ向けてレンジセル毎に復号した縮小画像を適用して、画像を変換する。この変換を繰り返し、最終的な再生画像を取り出す。

3. 動画像圧縮 フラクタルによる動画像圧縮方式として、3Dドメインブロックとレンジセルによるビデオシーケンス符号化方式、先行フレームをドメインプールとして繰り返し収束を用いないフレーム間写像方式、先行フレームのドメインブロックで近似されたレンジセルを写像する先行フレーム循環予測写像方式などが提案されている。[2]

一般に、動画像は、同一カット内の各フレーム内オブジェクトは、動きベクトルに相当した画像変化が生じた数フレームの画像に続いて、フレーム間の時間相関が低い画像が連続しているものと解釈できる。

したがって、動画像のカット検出を行い、[3] このカット内の最初の数フレームでウェーブレット変換とフラクタル符号化により、一枚の平均フレーム画像を生成する。このとき、フレーム間の時間相関が高い画像の性質を利用して、動き補償と同様な方法で、フレーム間フラクタル符号化を行う。さらに、このフラクタル符号化された平均画像をもとに、後続するフレーム画像とのフラクタル符号化を順次実行して、1カット内の動画像を変換符号化する。このような符号化シーケンスを図4に示す。この図から、次のカットが始まる時は、同様なウェーブレット変換とフラクタル符号化を実行する。

まず、カット内の最初から4番目のフレームまでを1グループとして、アフィン変換写像によるフラクタル符号化を行う。いま、k番目のフレームの各レンジセルを  $R_i$  とし、4フレーム内の平均レンジセル  $\hat{R}_i$  にはほぼ等しく、先行した循環フレームのドメインブロック  $D_{\alpha(i)}$  で近似する。

$$R_i \approx \hat{R}_i = s_i \cdot O(D_{\alpha(i)}) + o_i \cdot C \quad (1)$$

ここに、 $\alpha(i)$  : 最適なドメインブロックの位置

$c$  : 全てのピクセル値が1である一定ブロック  
 $O$  : 直交関数オペレータ (フラクタル静止画像符号化)

$s_i$  : 写像のコントラストスケージング、 $-1 < s < 1$

$o_i$  : レンジセル  $R_i$  のD.C成分

このようにウェーブレット変換した初期フレーム画像を先行フレームとし、かつ、後続するフレームをドメインプールとして、フラクタル符号化を行う。

復号器では、任意の4フレームで先行循環フレームの写像が繰り返されて、4フレーム間の平均画像を再生する。次の繰り返し再生は、この平均画像を用いてレンジセルとドメインセルを復号する。これを復元画像が収束するまで繰り返す。各ブロックのコントラストと全体の輝度は、 $s_i$  と  $o_i$  で補正する。

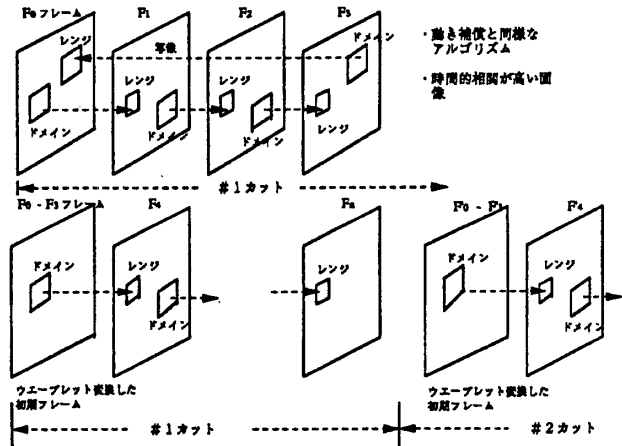


図4 ウェーブレット変換とフラクタルによる動画像圧縮方式

また、(1) 式の各パラメータを量子化して、ビット割り当てを行う。この符号割り当てには、ハフマン符号化などのエントロピー符号化を行って、情報圧縮の圧縮率を高くする。この結果、低いビットレートをもつウェーブレット変換とフラクタル符号化による動画像圧縮が実現できる。

4. おわりに 動画像の性質に着目したウェーブレット変換とフラクタル符号化による動画像圧縮方式について考究したが、今後コンピュータシミュレーションによって、S/N比を求め、符号化情報量の削減との関係について検討する。

文献:[1] 関口、上野: "ウェーブレットとフラクタルによる画像圧縮" 信学総合大会、D-279, 1996.3 [2] C.S.Kim,etal.: "Fractal Coding of Video Sequence using CPM and NCIM" 1st.New Video Media Tech.Conf.1996.3, pp.72-76 [3] 長坂、田中: "カラービデオ映像における自動索引付け法と物体探索法" 情処学論、Vol.33, No.4, pp.543-550, 1992