

## サイズ変換可能なビットストリーム更新スケーラビリティの検討

梶谷 純一 児玉 明 富永 英義

早稲田大学 理工学部 電子通信学科

スケーラビリティ機能は様々なサイズの画像を提供するために MPEG2 で規定されている機能のひとつである。スケーラビリティ機能は映像端末にとって有用であるが、その機能は標準の端末がサポートする Main Profile@Main Level で実現できず、より高機能は端末でしか実現することはできない。本稿では標準的な端末でスケーラビリティ機能を実現する新しい手法を提案し、スケーラビリティ機能として特にサイズ変換を実現する。この手法は、現行の受信側での処理を送信側で置き換えることにより実現する。本稿では現行方式と画品質の評価を行い有意性を示した。

*Updatable Scalability with size transformation*

Jun-ichi KAJITANI    Mei KODAMA    Hideyoshi TOMINAGA

*Dept. of Electronics & Communication. Engineering , WASEDA University*

The Scalability function is one of the requirements on MPEG2, to provide various size of video image. Scalability function is useful for video coding terminals, but it is optional and can only be served when user terminals have higher level and profile than Main Profile @ Main Level which is supported by standard terminals. In this paper, we proposed new Scalability scheme for standard terminals to achieve Scalability function especially aiming size transformation. New scheme is achieved by replacing receiver side operation with sender one. This paper estimated the image quality by comparing with the existing scheme and showed the value of this scheme.

## 1. はじめに

動画像符号化を用いるマルチメディア端末において高画質、高機能化を目指す場合、MPEG2で規定されているスケーラビリティ機能の実現は有用である。しかしながら、現行のスケーラビリティ<sup>(1)</sup>は高解像度用の一本のビットストリームの一部を取り出して任意のサイズ及び解像度の画像を生成する処理を受信端末で行っているため、スケーラビリティ機能を実現できる高機能端末ではスケーラビリティ機能を実現できるが、Main Profile@Main Level<sup>(1)</sup>をサポートする標準的な端末で実現することはできない。また、ユーザの映像端末が低解像度の画像しか要求していない場合でも余分な情報を送信しなければならず、更にサイズ変換の面でも原画に対する自由度に欠けている。本稿では、以上の問題点をユーザ側での複雑な復号処理を送信側の処理に置き換えることにより解決するため本研究室で提案されているビットストリーム更新スケーラビリティ<sup>(2)</sup>に新たにサイズ変換機能を加えた手法について提案し、Main Profile@Main Levelをサポートする標準的なノンスケラブル受信端末でスケーラビリティ機能を実現する可能性を示し、従来方式との画品質の比較評価を行なった。

## 2. スケーラビリティ

動画像符号化においてスケーラビリティとは有用な画像を得るのに、ビットストリーム全部を復号しなくてもある意味をもったシーンを再生できる能力である。概念的には

- 空間解像度のスケーラビリティ (Resolution Scalability)
- 時間解像度のスケーラビリティ (Temporal Scalability)
- 符号化歪みのスケーラビリティ (Coding-noise Scalability)
- 複雑さのスケーラビリティ (Complexity Scalability)

である<sup>(3)</sup>が、本稿では空間解像度のスケーラビリティを周波数領域でのアプローチで考える。

### 2.1 ビットストリーム更新スケーラビリティ

この手法は、解像度及びサイズ選択機能を符号化器と復号器の間の更新処理器によって実現するもので、その概念を図2-1に示し、処理を符号化器、更新処理器、復号器の順に説明する。

- 符号化器での処理  
この符号化器で、低解像度用の基本ビットストリームと、高解像度画像を作成するための付加ビットストリームを生成し、合成する。
- 更新処理器での処理  
この更新処理器で受信側からの画品質の要求にあったビットストリームを作成する。すなわち、低解像度の要求に対しては基本ビットストリームを送信し、高解像度の要求に対しては基本ビットストリームと付加ビットストリームの合成により実現する。
- 復号器での処理  
更新処理器からのノンスケラブルなビットストリームをノンスケラブルな復号器で復号する。

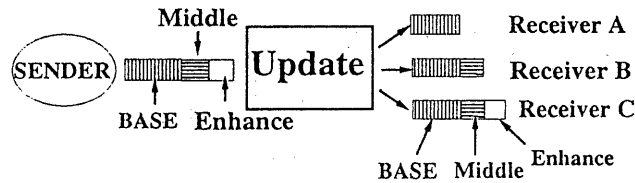


図 2-1: Diagram of Updatable Scalability

## 2.2 スケーラブルな端末でのサイズ変換

現行のスケーラビリティは低解像度用の画像のサイズとして、高解像度用に対し縦横それぞれ  $\frac{1}{2}$  もしくは  $\frac{1}{4}$  の画像が得られるように規定されている。しかし将来、映像端末としてコンピュータを考えた時ウィンドウ上でよりフレキシブルなサイズの画像に対する要望が起こってくるであろう。そこで、スケーラブルな受信端末でフレキシブルなサイズの画像を作成する手法について提案し図 2-2 に従って処理手順を説明する。処理手順は低解像度層でサイズ  $\frac{1}{2}$  の画像を得る場合を想定している。

### 処理手順

1. サイズ変換は低解像度層での情報源符号化処理を行なう前に空間領域でダウンサンプルすることで行う。
2. 高階層度層、低解像度層とも情報源符号化部分は周波数スケーラビリティと同じである。
3. 高解像度層と低解像度層との予測モード及びマクロブロックタイプは高解像度で決定し、各階層とも同じものを用いる。実際の予測は、各階層再生画像を用いる
4. 高解像度の一度量子化したデータに対して低解像度からの量子化データをブラックボックス内の処理でサイズを高解像度と合わせ、その後差分データを符号化して高解像度用のビットストリーム作成する。ブラックボックス内の処理としては逆 DCT により空間領域に戻し、アップサンプリングし  $8 \times 8$  DCT する方法や後述する画像拡大処理の一つである GP 法<sup>(5)(6)</sup>を用いた手法が考えられる。

この手法において低解像度層の DCT のサイズを変更することにより低解像度層での再生画像のサイズを変更できる。この手法は周波数スケーラビリティ的なアプローチであるためプログラシブルな画像に対して有効であるが、デコーダでブラックボックスの処理が必要となるため、リアルタイム性なので問題がある。

## 2.3 Main Profile @Main Level 対応のための条件

2.2 ではスケーラブルな受信端末でのサイズ変換について述べたがここでは、ノンスケーラブルな端末のサイズ変換を実現する条件について述べる。Main Profile@Main Level の受信端末に対応するビットストリームの条件としては構造が MPEG2 に規定されるものに沿ったものでなければならない。MPEG2 デコーダのブロック図を図 2-3 に示す。MPEG2 デコーダでは、受けとったビットストリームを  $8 \times 8$  で逆量子化および逆 DCT し復号している。そのため、更新処理器から送信されるビットストリームも  $8 \times 8$  で逆量子化及び逆 DCT できるものでなければならない。

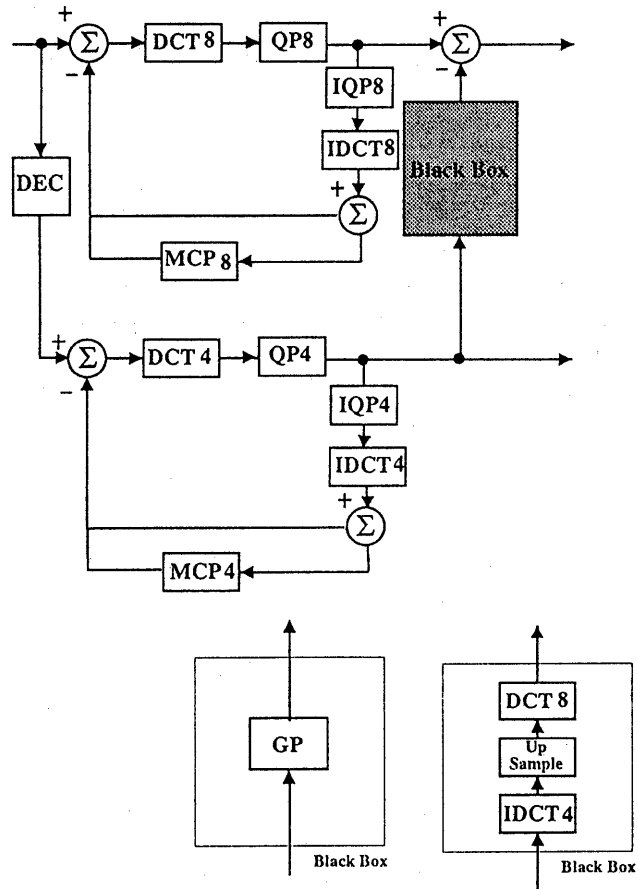


図 2-2: Diagram of Size Changeable Scalability

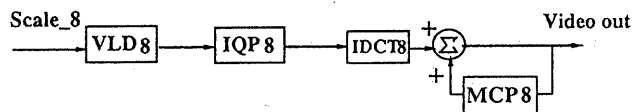


図 2-3: MPEG2 Decoder

### 3. 本方式の処理手順

Main Profile@Main Levelの端末でスケーラビリティ機能を実現できるビットストリーム更新スケーラビリティの一例として、サイズ変換を考慮した階層符号化器方式を提案し、符号化処理手順を図3-4に従って説明する。

1. 高解像度層の符号化器の情報源符号化部分は非階層方式と同じである。
2. 高解像度層と低解像度層との予測モードおよびマクロブロックタイプは高解像度層で決定し、各階層とも同じものを用いる。実際の予測は、各階層再生画像を用いる。

3. サイズ変換は低解像度層で DCT, IDCT の処理で行う。すなわち  $n \times n$  DCT の後,  $m \times m$  IDCT を行うと  $\frac{m}{n}$  倍の画像が得られる。ここでは, 復号器が Main Profile@Main Level に対応させることを考慮し IDCT は  $8 \times 8$  で行なう。
4.  $n \times n$  DCT のうち  $m \times m$  の領域を  $\frac{m}{n}$  倍し, 量子化する。これにより, サイズ変換の前後で一画素当たりのエネルギーが保存される。
5. MPEG2 の量子化をブロック数を変えて行う。
6. 高解像度の一度量子化したデータに対して, 低解像度層からの量子化データと差分をとり, その差分データを符号化して, 高解像度用ビットストリームを作成する。
7. MPEG2 の逆量子化の処理をブロック数を変えて行う。
8. Main Profile@Main Level 対応のため  $8 \times 8$  IDCT を行う。
9. 入力画像と同じサイズの画像ローカルデコーダで復号するため, IDCT の後の空間領域の画像全体に GP 法<sup>(5)(6)</sup>を用い画像の拡大を行う。

この手法は Gerchberg-Papoulis(GP) の反復法を DCT に適用した画像拡大法で, 画像を DCT により正逆両方向に変換する過程において, 画像の広がり有限であることと空間的低周波成分の正しい情報が既知であることの二つの拘束条件を用いて空間的高周波成分を復元するもので従来の補間による方法に比べ拡大画像の画質は鮮鋭さ, ジャギーのないエッジ再現やテクスチャの再現性に優れている。<sup>(5)</sup>ここでは, 詳細には触れないが, GP 法は空間, 周波数両領域に跨って処理を行なっているため複数のスケラビリティを複合して扱う際に有効である。また GP 法により任意倍率の拡大画像が得られる。

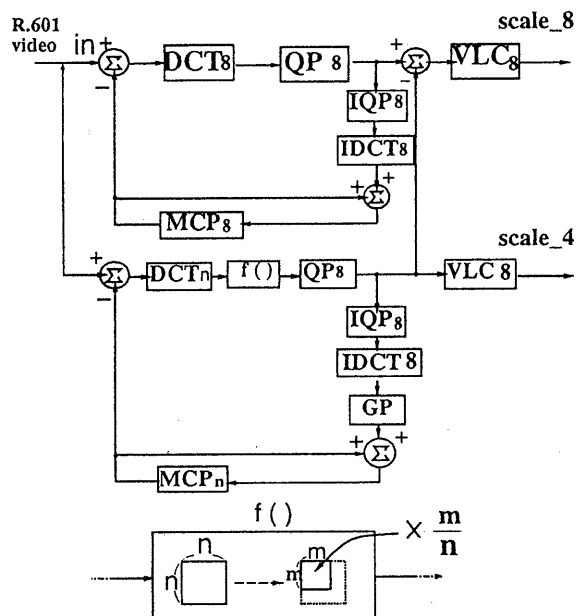


図 3-4: Diagram of proposed Scalability

#### 4. シミュレーション実験

前節までに述べた手法のうち Main Profile@Main Level でスケーラビリティを実現する手法のシミュレーション実験を行なったので報告する。シミュレーション実験の条件を以下に示す。

表 4-1: シミュレーション条件

入力画像	Mobile & Calendar, Flower Garden
画像フォーマット	CCIR Rec.601 4:2:0 フォーマット 輝度信号:704[pel]×480[line] 色差信号:352[pel]×240[line]
符号化レート	低解像度層 4Mbps, 高解像度層 1.5Mbps

復号される画像が入力画像に対し画像サイズが半分になるように DCT, GP-DCT を設定し SN 比を求めた。SN 比で用いる基準となる画像は原画を 16×16DCT した後 8×8IDCT して得る。比較のために MPEG2 TM5<sup>(4)</sup> で規定されている現行の周波数スケーラビリティのシミュレーションを行なった。現行方式のブロック図を図 4-5 に示す。この手法はサイズ変換を空間領域で行なっている。

表 4-2: Mobile & Calendar の SN 比

SN 比	Y[dB]	Cb[dB]	Cr[dB]	合計 [dB]
提案方式	25.94	29.83	29.40	26.86
現行方式	24.41	29.47	29.19	25.52

表 4-3: Flower Garden の SN 比

SN 比	Y[dB]	Cb[dB]	Cr[dB]	合計 [dB]
提案方式	33.17	31.22	35.44	33.08
現行方式	31.45	33.38	35.82	32.24

合計の SN 比で比較すると提案方式の再生画像の方が現行方式よりも良いことが示された。これは、提案方式が画像のサイズ変換を周波数領域の処理で行っているのに対し、従来方式が空間領域の処理で行っているためである。

#### 5. まとめ

スケーラビリティは動画画像を扱うマルチメディア端末では有効な機能であるが、原画に対するサイズ変換の自由度が乏しかった。本稿では現行の復号器で行なっているスケーラビリティの処理を送信側に移すことによりスケーラブルな受信端末及び MPEG2 の Main Profile@Main Level をサポートする標準的な受信端末でフレキシブルなサイズ変換を組み込んだスケーラビリティ機能を実現する手法を提案し、その画質評価を現行方式と SN 比で比較することにより行った。Main Profile@Main Level に対応する提案手法はサイズ変換を周波数領域で行っておりまた、新たな処理としては、送信側で  $n \times n$  DCT と GP-DCT を組み込みただけですむため実現性が容易であると考えられ、また  $n \times n$  を変化させることにより  $\frac{8}{n}$  倍の画像のサイズへの拡張が可能である。今後の課題としては、符号化効率の数学的評価及び実際のアプリケーションへの適応がある。

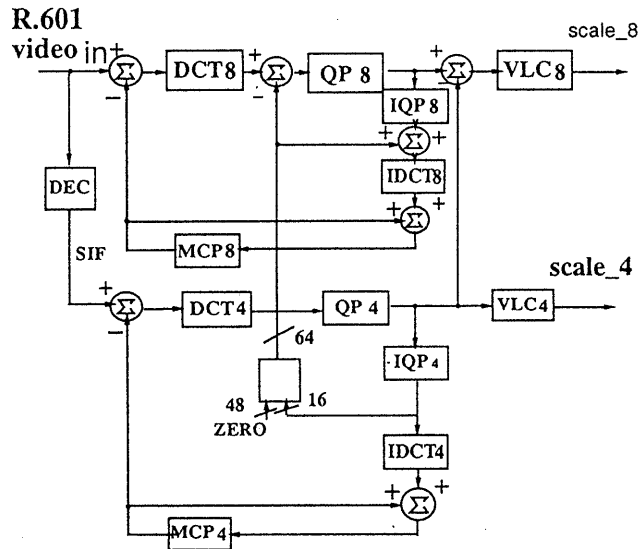


図 4-5: Diagram of Frequency domain scalable encoder scheme

#### 参考文献

- (1) ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 No.702(revised):“Information Technology Generic Coding of Moving pictures and Associated Audio Information:VIDEO Recommendation H.262” 10 May 1994
- (2) 杉原 明, 花村 剛, 富永 英義:“ビットストリームの更新によるスケーラブルビデオ符号化”1993 年画像符号化シンポジウム 2-8 1993 年 10 月
- (3) 花村 剛, 富永 英義 “スケーラブルビデオ符号化”, テレビジョン学会技術報告 Vol.17, No57, pp25 ~ 30, ICS'93-62(Oct.1993)
- (4) ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 No.400:“Test Model 5(version 2)” April, 1993
- (5) 新堀 英二, 高木 幹雄:“DCT を用いた Gerchberg-Papoulis の反復法を適用した高画質画像拡大” 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J76-D-II No.9 PP.1932 ~ 1940 1993 年 9 月
- (6) ATHANASIOS PAPOULIS:“A New Algorithm in Spectral Analysis and Band-Limited Extrapolation” IEEE Transactions on Circuits and Systems, VOL. CAS-22, No.9, Sep. 1975