

## ビットストリーム変換による多階層映像符号化方式の検討

角田 福美<sup>†</sup> 永吉 功<sup>†,††</sup> 花村 剛<sup>†,†</sup> 富永 英義<sup>†††,††††</sup>

<sup>†</sup> 早稲田大学大学院 国際情報通信研究科 〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-3-10  
<sup>††</sup> 株式会社 メディアグルー 〒169-0072 東京都新宿区大久保 2-4-12 新宿ラムダックスビル 8階  
<sup>†††</sup> 早稲田大学 理工学部 電子・情報通信学科 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1  
<sup>††††</sup> 早稲田大学 国際情報通信研究センター 〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-3-10  
E-mail: †{fukumi,isao,hana,tominaga}@tom.comm.waseda.ac.jp

**あらまし** 本稿では、ビットレート削減トランスコーダを用いたスケーラブルビデオ配信の拡張として、映像コンテンツをさまざまな伝送環境、要求に応じて配信する技術の構築を目的とし、ビットストリームの変換をすることで、分割可能な符号構造をもつ多階層映像符号化方式についての検討する。まず、伝送環境に応じた映像品質である基本階層を受信側に短時間で送り、さらにトランスコーダの入力と出力の差分映像を符号化した高位階層符号とし、それから抽出した一部分を基本階層と合成することで、基本階層と高位階層の中間的な品質を持ったビットストリームを提供する方法について述べる。次に、再量子化処理後のDCT係数値による多階層符号化構造について述べる。最後に、さらに多階層符号への変換処理に伴う符号量の増大を制御可能であることを評価実験により示す。また、高位階層の一部を伝送環境に応じて抽出した後、基本階層と合成することで生成される中間合成符号について評価実験により、符号化効率について示す。

**キーワード** スケーラブル映像符号化, トランスコーダ, 多階層映像符号化, MPEG

## A Study on Multi-Layered Scalable Coding by transcoding of MPEG bitstream

Fukumi TSUNODA<sup>†</sup>, Isao NAGAYOSHI<sup>†,††</sup>, Tsuyoshi HANAMURA<sup>††,†</sup>, and Hideyoshi  
TOMINAGA<sup>†††,††††</sup>

<sup>†</sup> GITS, WASEDA University, 29-7 building 1-3-10 Nishi-Waseda, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0051 Japan  
<sup>††</sup> Media Glue Corp. Ramdax Bldg. 8th floor, 2-4-12 Ohkubo, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0072 Japan  
<sup>†††</sup> Dept. of Elec., Info. and Comm. Eng., WASEDA Univ., 3-4-1 Ohkubo, Shinjuku-ku, Tokyo,  
169-8555 Japan  
<sup>††††</sup> GITI Waseda University 1-3-10 Nishi-Waseda, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0051 Japan  
E-mail: †{fukumi,isao,hana,tominaga}@tom.comm.waseda.ac.jp

**Abstract** In this paper, we propose a new scalable coding architecture, a Multi-Layered Scalable Coding, adaptable to various situations of the receivers' network and environment. Firstly, we discuss about the architectures to realize this feature. Secondly, we discuss specifically the way to provide bitstream with various quality that suits the receiver's environment. And finally, we present the coding efficiency through simulations, and show that the proposed system can control the rise of bitcount.

**Key words** Video Transcoder, MPEG, Multi-Layered Scalable Coding

## 1. はじめに

MPEG[1]等の符号化方式を利用した動画伝送における課題として、再生環境や伝送条件が利用者ごとに異なり、それぞれに対して最適な品質が求められる。本課題の解決策として、あらゆる環境に対して最適な QoS を提供するための技術であるスケーラブル配信技術 [2,3] が検討されている。

本稿では、2 階層符号化方式であるビットレート削減トランスコーダを用いたスケーラブルビデオ配信 [4] の方式を、多階層へ拡張した多階層符号変換により品質選択性の自由度を向上させるための新たな階層構造化方式について検討する。

## 2. 多階層符号化変換による映像伝送

本節では、多階層構造を持つ符号化情報を利用したスケーラブル動画伝送の概念 [5] について説明する。

### 2.1 非階層符号の変換による階層符号化情報の生成

入力ビットストリーム (Bitstream A) を図 1 に示すように、伝送速度に応じたビットレートを有する基本階層 (Bitstream B) へ変換する。同時に、入力ビットレートと基本階層の差分情報を高位階層ビットストリーム (Bitstream E) として出力する [4]。この階層符号への変換処理を  $Separate[\cdot]$  と定義して、式 (1) に表現する。

$$Separate[Bitstream A] = Bitstream B + Bitstream E \quad (1)$$

次に、高位階層を受信側に再度送り、基本階層と合成することで受信側の階層品質を向上していく。高位階層の伝送において、品質選択性の自由度の向上を実現するために、Bitstream E をさらに階層化した部分階層情報  $E_i$  により構造化する。この  $E_i$  で構成されていることを  $\oplus$  と定義して、式 (2) に表現する。

$$Bitstream E = E_1 \oplus E_2 \oplus \dots \oplus E_{n-1} \oplus E_n \quad (2)$$

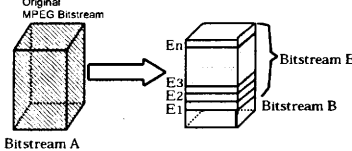


図 1 階層構造を有する符号化情報への変換

### 2.2 階層選択機能を有する高位階層符号の伝送

Bitstream E の伝送において、伝送帯域と要求伝送時間に応じて図 2 に示すように、 $E_1, E_2, \dots, E_n$  の中から伝送可能な階層を下位の階層から順番に選択して伝送する。 $E_1$  から  $E_k (1 \leq k \leq n)$  までが選択されたときに生成される部分的な高位階層符号を Bitstream  $R_1$  とする。伝送階層の選択処理を  $Select[\cdot]$  と定義し、Bitstream  $R_1$  を式 (3) と表現する。

$$Bitstream R_1 = Select[Bitstream E, 1, k] \quad (3)$$

ここで、 $R_1$  は構成されていることを示す  $\oplus$  を用いて、式 (4) と表せる。

$$Bitstream R_1 = E_1 \oplus E_2 \oplus \dots \oplus E_{k-1} \oplus E_k \quad (4)$$

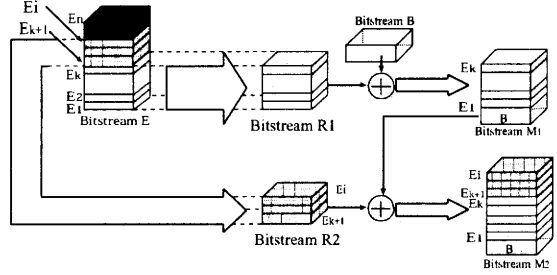


図 2 帯域条件に応じた階層選択・再送合成による映像品質の向上

受信側では、図 2 に示すように Bitstream B と Bitstream  $R_1$  を合成して、Bitstream A と Bitstream B の中間の品質を有する Bitstream  $M_1$  を生成する。本処理を  $Merge[\cdot]$  と定義し、Bitstream  $M_1$  を式 (5) に表現する。

$$Bitstream M_1 = Merge[B, E_1 \oplus E_2 \oplus \dots \oplus E_k] \quad (5)$$

さらに、映像品質を向上する際には、図 2 に示す Bitstream E の中から、 $E_k$  以降の  $E_{k+1}$  から  $E_i (k < i \leq n)$  までの階層を帯域条件に応じて選択した部分高位階層を  $R_2$  と定義し、式 (6) に表す。

$$\begin{aligned} Bitstream R_2 &= Select[Bitstream E, k+1, l] \\ &= E_{k+1} \oplus E_{k+2} \oplus \dots \oplus E_l \end{aligned} \quad (6)$$

次に、Bitstream  $M_1$  を基本階層、Bitstream  $R_2$  を高位階層としてそれぞれ合成器へ入力することで、Bitstream  $M_1$  に対して品質を向上させた再合成ビットストリーム Bitstream  $M_2$  を生成する。

このように、Bitstream B に対して、部分高位階層  $E_1, E_2, \dots, E_n$  を順番に付加することで、受信した符号化映像情報の画質向上を行なう。

## 3. 多階層型を有する量子化係数符号化方式

本章では、基本階層 B、部分高位階層  $E_1, E_2, \dots, E_n$  の生成方式について述べる。

### 3.1 階層構造を有する符号化変換アルゴリズム

多階層符号への変換処理を実現するための具体的な符号化方式を提案する。提案符号化アルゴリズムの概念を図 3 に示す。Bitstream A を可変長復号 (VLD)、ブロック復号 (Re-construct Block Data) を経て量子化係数ブロックを  $B_1$  を復元する。次に、 $B_1$  を逆量子化 (IQ) して DCT 係数領域まで復元した後、符号化時よりも粗いステップサイズで再量子化処理 (Q) を行い再量子化出力係数ブロック  $B_2$  を生成する。その際に、 $B_1$ 、 $B_2$  及び、符号化時、再量子化時それぞれの量子化パラメータ  $MQ_1, MQ_2$  を用いて、 $B_1$  と  $B_2$  の差分情報を Bitstream E として符号化する。ここで、 $B_1$  から  $B_2$  への再量子化方法および差分信号の基本的な符号化方針は文献 [4] と同様とする。すなわち、 $B_1(u, v) \neq 0$  に対する  $B_2(u, v)$  との差分値は係数レベル値のみを符号化し、 $B_2(u, v) = 0$  の場合には、対応する

$B_1(u, v) = 0$  の位置をランレングス表現したランとレベルによるハフマン符号化を行う。ここで、 $(u, v)$  は係数ブロックにおける座標を表し、 $0 \leq u \leq 7, 0 \leq v \leq 7$  である。

提案方式では、ランレベル情報の生成において、 $B_1(u, v)$  の量子化レベル値ごとに別々にスキャンしてランレングス系列を構成することで1つのレベル値が1つの部分高位階層に対応する多階層化を実現する。すなわち、2節における各部分階層  $E_i$  は、各レベル値ごとに区切られたランレングス系列に対応する。

以下に、本アルゴリズムのフローを示す。

1.  $B_1, B_2$  の係数をジグザグスキャンオーダーで読み出す。当該スキャン対象レベル値  $level$  と読み出した係数値  $B_1(u, v)$  により以下の3とおりの処理に分かれる。

2-1.  $B_1(u, v) < level$  の場合  
ランレングスカウンタ  $c$  を1つだけ増加し、3. の処理へ進む。

2-1.  $B_1(u, v) > level$  の場合  
3. へ進む。

2-1.  $B_1(u, v) = level$  の場合  
カウンタ  $c$  の値を  $run$  としたランレベルイベント  $(run, level)$  を生成し可変長符号化する。カウンタ  $c$  を0にリセット、 $run$  は  $B_1(u, v)$  内の連続する  $B_1(u, v) < level$  となる係数の個数を表す。3. へ進む。

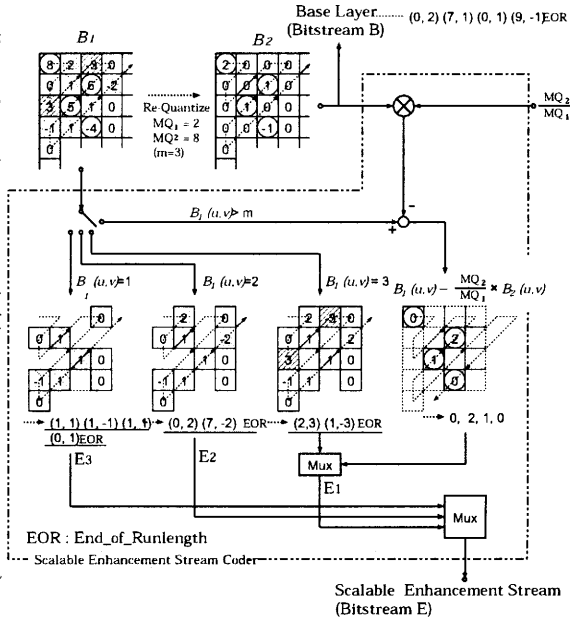
3. ブロック末尾ならば、当該スキャン対象レベル値に関するランレベル系列の末尾を表す符号 End\_of\_Runlength (EOR) を符号化する。EOR は階層間の区切りを示す符号として機能する。

4.  $level = maxLevel$  ならば終了。そうでなければ  $level$  に1を加算して、スキャン位置を  $(u, v) = (0, 0)$  にリセットして1. へ戻る。

図3を用いて具体例を述べる。図3では、 $B_1(u, v) \leq 3$  に置いて  $B_2(u, v) = 0$  となる場合を表している。このとき、 $B_1(u, v) = 1, 2, 3$  の3つのランレベル系列が、それぞれ  $E_3, E_2, E_1$  に対応する。

まず、スキャン対象レベル値  $level$  を1にセットし、 $B_1(u, v) = 1$  である係数に関するランレベル系列を生成する。 $(u, v) = (0, 0)$  および  $(1, 0)$  においては  $B_1(u, v) > 1$  なので2-2. へ該当し、次のスキャン位置へ進めるのみである、次に  $(u, v) = (0, 1)$  において  $B_1(0, 1) = 0$  となるからカウンタ  $c$  を1つ加算する。 $(u, v) = (1, 1)$  において  $B_1(1, 1) = 1$  となるから2-3. の処理が行われる。ここまでにカウントされた  $B_1(1, 1) < level$  である係数の個数は1個なので  $(run, level) = (1, 1)$  を可変長符号化する。以下同様の手順により、 $E_3$  階層に相当する  $level = 1$  に関するランレベル系列を生成する。

$level = 1$  のランレベル系列の生成が終了後、階層の区切りを示す記号 EOR を付加し、スキャン位置を  $(0, 0)$  へ戻し、 $E_2$  階層に相当する  $level = 2$  に関するランレベル系列を同様の処理で生成する。ここで、 $(u, v) = (1, 1), (0, 3), (1, 3), (2, 2)$  の  $B_1(u, v) = 1$  となる係数もランレングス値としてカウントされる。上記により多階層の構造を有する係数ブロックの符号化情報を生成する。



$E_3 \dots (1, 1) (1, -1) (1, 1) (0, 1) \text{EOR}$   
 $E_2 \dots (0, 2) (7, -2) \text{EOR}$   
 $E_1 \dots 0, 2, 1, 0 (2, 3) (1, -3) \text{EOR}$   
 図3 係数差分符号化情報の生成

### 3.2 部分合成ブロックの生成方法

本方式では、差分係数値の各レベル値ごとに別々のランレベル系列として表現されている為、所定の量子化レベル値のみを選択可能な構造を有する。よって、差分符号化情報の一部分  $E_1$  を抽出して、 $B_2$  と合成することで、 $B_1$  と  $B_2$  の中間的なブロック  $B_m$  を生成可能である。さらに、再帰的に、 $B_m$  に対して再度差分符号化情報を与えて合成することで  $B_1$  を生成することができる。

図3におけ係数ブロック  $B_2, E_1, E_2, E_3$  から、再量子化係数ブロック  $B_1$  を再生成する方法について図4の具体例を用いて説明する。

図4では、まず合成処理器は、前節で述べた  $B_2$  と  $E_1$  を合成することで第1部分合成ブロック  $B_m^{(1)}$  を生成する。 $B_1(u, v) > 3$  の係数値の再量子化前の値を復元するための剰余符号を復号し、 $B_2(u, v)$  内の有意係数に対応させることで再量子化前のレベル値を復号する [4]。

つまり  $E_1$  中に含まれる剰余符号  $0, 2, 1, 0$  を合成することで完全な復元が実現される。さらに、 $E_1$  のランレングス情報  $(2, 3)(1, -3)$  により  $B_1(u, v) = 3$  の係数値を復元する。ただし、復号された  $(run, level)$  における  $run$  の値は  $B_1(u, v) < 3$  となる係数の個数を表すため、 $B_1(u, v) > 3$  なる係数値を位置は、 $B_2$  内の非ゼロ係数として復号済みであるので、これをスキップしながら係数値3が挿入される位置を算出する。 $E_1$  末尾にあるEOB符号により、 $B_m^{(1)}$  の合成は終了する。以上の手順により、 $B_m^{(1)}$  へは3以上のレベル値を持つ係数が復元されたブロックと

$$B_m^{(2)} + E^{(3)} \rightarrow B_1 \quad (9)$$

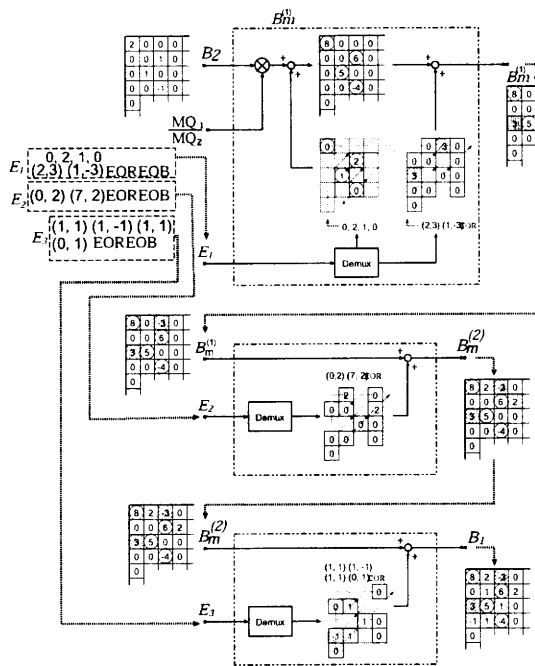


図4 差分ストリームの抽出による部分合成

なる。上記の合成処理の過程を siki 第1次部分合成ブロックの合成処理に示す。

$$B_2 + E^{(1)} \rightarrow B_m^{(1)} \quad (7)$$

次に合成処理器は、 $B_m^{(1)}$  とレベル値2の  $E_2$  合成を行なう。

$E_2$  の中に含まれるレベル値2のランレングス情報  $(0,2)(7,-2)$  により  $B_1(u, v) = 2$  の係数値を復元する。ただし、復号された  $(run, level)$  における  $run$  の値は  $B_1(u, v) < 2$  となる係数の個数を表す為、この復元において、ブロック中の既に復元されている  $B_1(u, v) > 2$  はスキップする。 $E_2$  末尾にあるEOB符号により、 $B_m^{(1)}$  の合成は終了する。以上の手順により、 $B_m^{(2)}$  へは2以上のレベル値を持つ係数が復元されたブロックとなる。本合成過程を式(8)に表現する。

$$B_m^{(1)} + E^{(2)} \rightarrow B_m^{(2)} \quad (8)$$

最後に  $E_3$  が残っているので、合成処理器は、 $B_m^{(2)}$  とレベル値1の  $E_3$  合成を行なう。 $E_3$  の中に含まれるレベル値1のランレングス情報  $(1,1)(1,-1)(1,1)(0,1)$  により  $B_1(u, v) = 1$  の係数値を復元する。ただし、復号された  $(run, level)$  における  $run$  の値は  $B_1(u, v) < level1$  となる係数の個数を表す為、この復元において、ブロック中の既に復元されている  $B_1(u, v) > 1$  はスキップする。 $E_3$  末尾にあるEOB符号により、 $B_m^{(3)}$  の合成は終了する。

ここで  $B_1$  に  $E_1, E_2, E_3$  を順次合成することで再量子化入力係数ブロック  $B_1$  が復元される。本合成過程を式(9)に表現する。

#### 4. 評価実験

提案符号化方式について、(i) 階層数に対する総符号量変動、(ii) 中間合成映像の品質についてシミュレーション実験により評価する。実験用ビットストリームの符号化条件を表1に示す。

表1 実験用ビットストリーム符号化条件

符号化方式	MPEG-2 Video MP@ML
符号量制御方式	固定量子化ステップ (2,4)
動き補償方式	フレーム/フィールド MC
テストシーケンス	Bus, Table Tennis
画像フォーマット	ITU-R BT.601 4:2:0 Format 輝度信号 704pel × 480 line 色差信号 352pel × 240 line
符号化フレーム数	150 [Frame]

#### 4.1 階層数に対する総符号量変動に関する評価実験

各マクロブロックごとの量子化ステップ値  $MQ_1$  に、階層数  $m$  は制御されている [4] ため、本提案方式では、マクロブロックごとに階層数が異なってしまう。そこで、本実験をおこなうにあたり、階層数をそろえる必要がある。量子化ステップ  $MQ_1$  の制御に関しては、固定量子化ステップのもとで符号化されたビットストリームを使用する。表2に示すように階層数を固定して、階層化構造に伴う符号量の変動について評価を行なう。

また、本実験で用いる比較対象方式を表3に示す。

表2  $MQ_1$  に対する高位階層階層数  $m$  の設定値

$MQ_1$	2	3	4
階層数 $m$	7	3	2

表3 比較対象方式

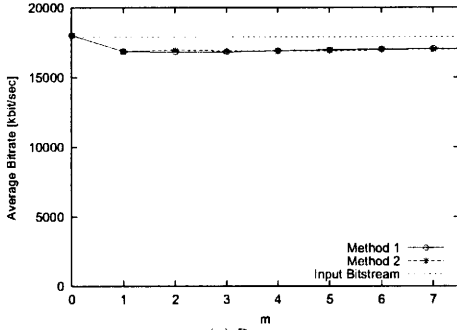
方式	スキャン方式
1	提案方式 (多階層型符号化方式)
2	単一階層型符号化方式 [4]

このとき、階層数  $m$  に対する基本階層と高位階層の合計符号量の特性を図5と図6に示す。

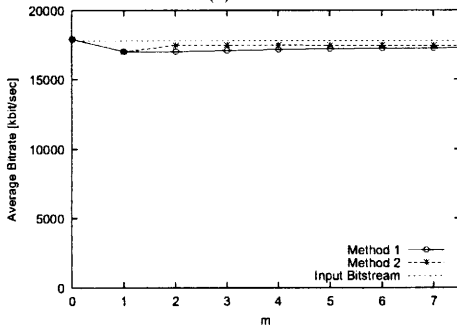
図5と図6より、高位階層の情報構造において、方式1と方式2の総符号量に明確な差は見られない。方式1は、1ブロックに対して複数回のジグザグスキャンによるランレングスカウント値の増加、ランレングス符号化の重複、End\_of\_Runlength 符号によるオーバーヘッドの影響はあるが、レベル値を End\_of\_Runlength の出現回数により算出可能にすることで、レベル値への符号量を節約できる。よって、階層数を多くとっても方式2と変わらない符号量を維持可能であったと考えられる。

図5と図6を比較すると、階層符号化処理による符号化効率率は階層数よりも  $MQ_1$  による影響の方が大きい。

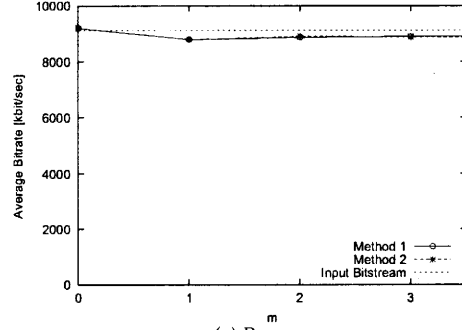
$MQ_1 = 2$  では各シーケンスともに入力符号量に対して約5%少なく、 $MQ_1 = 4$  では入力符号量とほぼ等しくなることから、量子化係数ブロックの符号化方法としてMPEG-2と同等の符号化性能となる。以上より、入力ブロック  $B_1$  の有意係数



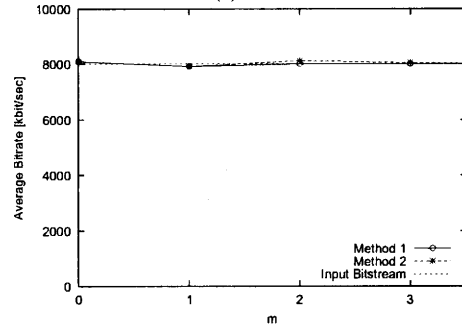
(a) Bus



(b) Table Tennis

図5  $MQ_1 = 2$  の場合

(a) Bus



(b) Table Tennis

図6  $MQ_1 = 4$  の場合

の個数の減少とともに符号化効率は低下する。したがって、提案方式は、階層数の増加による符号化効率の低下を回避可能な方式と言える。

#### 4.2 中間合成映像品質評価実験

本実験では、高位階層符号から部分階層符号を抽出し、基本階層符号と合成した部分合成映像の符号化効率について、レート歪み特性の観点から評価する。

また、4.1と同様に階層符号への変換時における各MBの階層数も固定値として、Bitstream Eの符号化における階層数を表2に示す。このとき、基本階層に $E_1, E_2, \dots, E_m$ までの1階層ずつ加えた符号量を部分階層符号量とし、これを順次合成したときの中間合成符号量を部分合成符号量とする。

また、各MBの階層数 $m$ を用いて量子化パラメータ $MQ_2$ を式(10)、式(11)より算出して、固定的に再量子化した非階層符号化方式における符号量を比較対象として用いる。

- 提案方式による部分階層符号量
- 提案方式による部分合成符号量
- 非階層符号化方式による符号量

$$MQ_2(m) = \begin{cases} MQ_1 & \text{if } (m = 0) \\ 2m \times MQ_1 + 1 & \text{if } (m \neq 0) \end{cases} \quad (10)$$

$$MQ_2(m) = (m + 1) \times MQ_1 \quad (11)$$

##### 4.2.1 部分合成符号量の特性

図7、図8より部分合成ビットストリームの符号化性能(レート歪み特性)を見ると、同一のSN比を得るための符号量が非

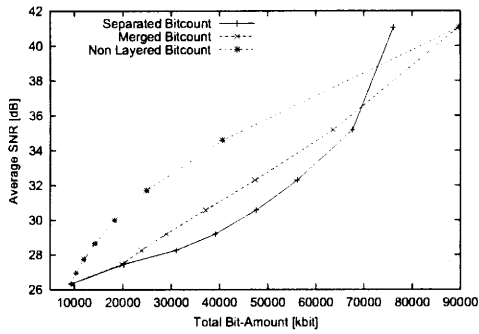
階層符号化方式と比較して最大約50%近く増大しており符号化効率は大きく低下していることが確認される。

非階層符号化方式では $= 1, 2$ 等の低い有意係数値から順番に分布しているため、符号化効率は比較的よい。

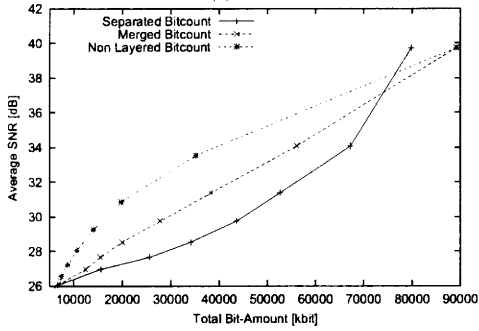
これに対して、本提案方式では、 $m, m-1, \dots, 2, 1$ の合成処理において、量子化係数値が $m, m-1, \dots, 2, 1$ の降順に合成を行なっている。その為、本提案方式において $k$ 回再送・合成した中間合成ブロック $B_1^{(m-k)}$ に含まれる有意係数は $m-k$ 以上の値となり、量子化係数値が大きい方から加えている。ここで、階層構造化させる際に、 $B_1$ 中に分布していた $= 1, 2$ に相当する箇所がゼロ係数としてラン値にカウントされるためラン値とレベル値の双方が共に大きな値となっている。従って、量子化係数値が大きくなるにつれて、部分階層では長い符号長を持つイベントを中心に構成されることになり、標準で定義される符号化表が適切ではなくなり、符号量が多いにも関わらず、品質向上が少なく、中間合成映像の符号化効率の低下をもたらすと考えられる。

##### 4.2.2 部分階層符号量の特性

次に合成前の符号量について考察する。合成器への入力差分係数情報を構成するランレベル系列は、ラン値のみを1次元ハフマン符号により符号化され、復号時にラン値系列末尾の符号End\_of\_Runlength符号の出現回数によりレベル値を計算可能であることより、レベル値を表現するのに必要な符号量を削減している。この場合、1つの系列長が長いほど多くのランレベルイベントのレベル値をまとめて表現可能となるために符号化

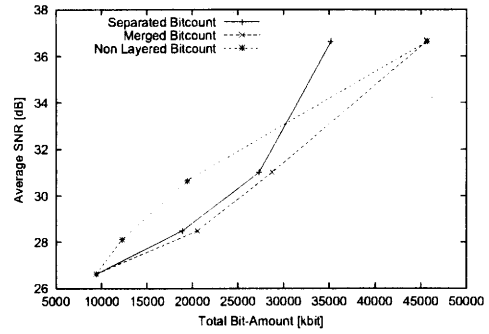


(a) Bus

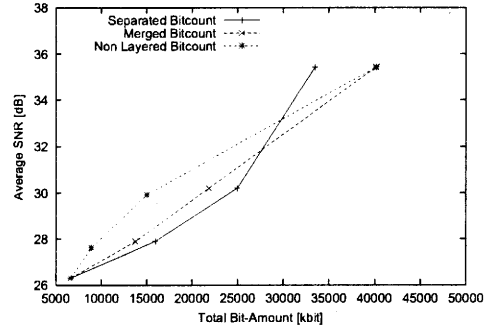


(b) Table Tennis

図7  $MQ_1 = 2$  の場合



(a) Bus



(b) Table Tennis

図8  $MQ_1 = 4$  の場合

効率は良く、逆に系列長が短い場合には End\_of.Runlength のオーバーヘッドにより効率は低下する。よって、始めに合成される部分階層は、レベル値が大きい有意係数によって構成されており、発生個数が少ないためにレベル値の自動計算による符号量の節約効果が十分に得られない。

また、1つのランレベル系列は当該レベル値のみを抽出してジグザグスキャンを行った結果であり、ゼロ係数とそれ以外の係数値を持つ有意係数を含めてランレングスで表現している。このランレベル系列における各ランレベルイベントには、ゼロ係数以外にもそれよりも低いレベル値をもつ有意係数の個数もカウントされている。つまり、 $level = 1, 2$  などでは、カウント対象の係数の種類が少なくなるので、 $run = 0, 1$  などの短いランが多く発生する。一方、各階層でランレングス値について共通の符号化テーブルを用いる場合、 $level = m, m - 1$  などの部分高位階層では、大きなラン値が比較的多く発生し、End\_of.Runlength によるオーバーヘッドも無視できなくなるために、1階層の部分高位階層を合成するのに多くの符号量が必要となる。このように、本提案方式では、符号量が多いわりに、発生確率が低い量子化係数値  $level = m$  から合成していくため、合成の初期段階においては符号化効率が低いと考えられる。

## 5. まとめ

本稿では2階層への階層符号変換方式 [4] を拡張し、高位階層に対しても階層構造を持たせることで、部分的に抽出/合成が可能な、多品質対応な多階層符号への変換方式を提案した。

評価実験により、提案アルゴリズムによって高位階層の階層数を細分化してもそれに伴う符号化効率の低下は僅かであり、2階層方式とほぼ同等の符号化性能を有するアルゴリズムであることを示した。また、高位階層を部分的に抽出し、基本階層と合成した部分合成映像の品質について評価実験から、提案方式により中間的な品質を生成可能であり、また部分合成符号量是非階層符号化情報を再量子化によって同等の品質を生成した場合と比較して、符号量は大きく増大することから部分合成時の符号化効率は改善する必要がある。今後の課題として、各MBの階層選択制御および各量子化係数値による階層に対応するVLCテーブルの設計による中間合成映像の符号化効率の改善があげられる。

## 文 献

- [1] ISO/IEC 13182-2:2000, "Generic Coding of Moving Picture and Associated Audio, Part-2 Video", 2000
- [2] 小林 直樹, "映像配信技術の動向", 2000年映像情報メディア学会冬期大会, Dec. 2000
- [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, 1, 1994
- [4] 永吉 功, 花村 剛, 笠井 裕之, 富永 英義, "MPEG-2 ビットストリーム分離・合成機能によるスケーラブル映像符号化方式", 電子情報通信学会論文誌 D-2 Vol. J84-D-2 No.12 pp.2525-2540 2001年12月
- [5] 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, 1, 1994
- [6] Feng Wu, Shipeng Li, Ya-Qin Zhang, "A Framework for Efficient Progressive Fine Granularity Scalability Video Coding", IEEE Trans. Circuits and Syst. Video Technol., Vol.11, No.3, Mar. 2001