

再量子化/再符号化処理共有によるマルチレート出力 ビデオトランスコーダに関する研究

永吉 功^{†,††} 笠井 裕之^{†††} 花村 剛^{††,†} 富永 英義^{†††,†††}

† 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
†† 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
††† 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
†††† 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
E-mail: †{isao,kasai,tominaga}@tom.comm.waseda.ac.jp, ††hana@mediaglu.co.jp

あらまし 本稿では、複数のビットレートへの変換を行うマルチレート変換機能を効率的に実現するビデオトランスコーダを提案する。本機能の実現方法として、復号および逆量子化器を1つの処理器へ共有するだけでなく、等しい再量子化ステップ値を有する出力間で再量子化/再符号化処理器を共用してマルチレート変換時の処理量を低減可能なアーキテクチャを提案する。また、理論的評価および評価実験より、提案方式は、再量子化/再符号化器の共有が出力数に対する処理量を収束させ、単一レート出力時の約3~6倍の処理量で任意の出力数に対応可能であることを述べる。
キーワード マルチレート出力, ビデオトランスコーダ, 再量子化/再符号化器の共有, MPEG

A Study on the Multiple Bitrate Output Transcoder based on Re-quantizer and Re-encoder Sharing

Isao NAGAYOSHI^{†,††}, Hiroyuki KASAI^{†††}, Tsuyoshi HANAMURA^{††,†}, and Hideyoshi
TOMINAGA^{†††,†††}

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

Abstract In this paper, we propose an efficient transcoder architecture to support a simultaneous multirate output. First, we discuss about some architectures to realize this feature. Next, we explain the proposed architecture, it shares not only VLD/IQ but also Q/VLC which have the same quantization step sizes each other. We analyze the numbers of Q/VLC times per one MB to investigate an effect of sharing, and evaluate its computation complexity. From the simulation, that complexity has an upper limit and it can support any numbers of bitstream by 3-6 times complexity than single output.

Key words Multiple Bitrate Output, Video Transcoder, Sharing Re-Quantizers, MPEG

1. ま え が き

異種帯域混在型ネットワーク上でビデオストリーミングによるマルチキャスト配信を行う場合には、受信端末が接続するネットワーク帯域に応じた品質のビデオ情報の提供が必要となる。これを実現するために、配信サーバやネットワークの中継

ノードのルータ/ゲートウェイ等で、要求帯域に応じてビデオストリームのビットレート(以下、単にレートと呼ぶ)を変換するビデオトランスコーダが提案されている [1] [2].

ビデオトランスコーダは、1本の映像ソースから要求品質に適したビデオストリームを柔軟に生成可能であり、ワンソース・マルチユースを実現する有効な解の1つである。ここで、

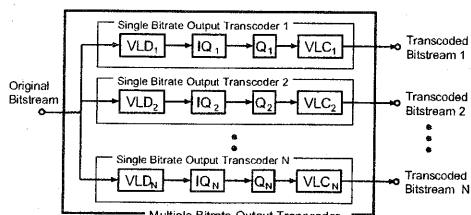


図1 シングルレート出力トランスコーダ並列型

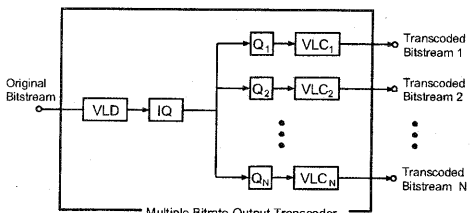


図2 復号/逆量子化器共用型

利用者間の接続速度や再生端末の処理能力の環境の違いを考慮したストリーミングシステムを実現するためには、1本の入力ビデオストリームを品質の異なる複数ストリームへの同時に変換する1対N型の変換機能(以下、マルチレート変換機能と呼ぶ)を有するトランスコーダ(以下、マルチレート出力トランスコーダと呼ぶ)の実現が課題となる[3].

本稿では、出力レート増加に対しても処理量を収束可能なマルチレート出力トランスコーダを提案し、処理量の解析からその有効性を示す。ただし、出力数や出力レートの選択方法は検討対象外とし、マルチレート出力トランスコーダのアーキテクチャに焦点を当てて論ずる。

2. マルチレート出力トランスコーダの従来方式

本章では、マルチレート出力トランスコーダを実現する従来方式として、以下の2方式を考察する。

(1) シングルレート出力トランスコーダ並列型

(2) 復号/逆量子化器共用型 [3][4]

トランスコード処理方式には、動き補償予測ループを持たないDCT係数領域内の再量子化方式[5](以下、DCT係数領域トランスコーダと呼ぶ)を対象とするが、復号器と符号化器のカスケード接続型トランスコーダにも同様の議論が成立する。

2.1 シングルレート出力トランスコーダ並列型

本方式は図1のように1入力1出力型のトランスコーダ(以下、シングルレート出力トランスコーダと呼ぶ)を出力数だけ並列接続してマルチレート変換機能を実現する。各トランスコーダは1つの出力レートへの変換に対応し、全体として複数ストリームを出力する。これは、任意のトランスコーダを適用できるが、出力レート数と同数のトランスコーダを必要とする。

2.2 復号/逆量子化器共用型

復号処理と逆量子化処理は入力ストリームに対するもので、出力レートに関係なく共通である。そこで、図2に示すように、一組の復号器および逆量子化器を共用する。本方式は、逆量子化後のDCT係数を各出力レートに対応する再量子化器へ分配して、複数ストリームへ変換する。

2.3 処理コストの比較

2.1, 2.2の両方式について出力数に対する処理量を比較する。出力数を N 、復号系処理(復号、逆量子化処理)の処理量を X_{dec} 、符号化系処理(再量子化、再符号化処理)の処理量を X_{enc} とする。シングルレート出力トランスコーダ並列型の処理量 $F_1(N)$ と復号/逆量子化器の共用型の処理量 $F_2(N)$ は、それぞれ式(1)、式(2)の通りである。

$$F_1(N) = N \cdot (X_{dec} + X_{enc}) \quad (1)$$

$$F_2(N) = X_{dec} + N \cdot X_{enc} \quad (2)$$

式(1)、式(2)より、両方式の処理量は $O(N)$ で増加しそのオーダーは変わらない。つまり、処理量が N に比例するため、トランスコーダを実装するハードウェア性能が向上しても同時出力ストリーム数には限界がある。この問題を解決するために、DCT係数領域内トランスコーダの特徴に着目し、 $O(N)$ 以下の処理量でマルチレート変換を実現する方式を提案する。

3. 再量子化/再符号化器共有によるマルチレート出力トランスコーダ

3.1 アーキテクチャ構成指針

DCT係数領域内トランスコーダはマクロブロック(以下、MBと呼ぶ)ごとに再量子化ステップ値を変換パラメータとした再量子化演算によりレート削減を行う。本トランスコーダでは予測誤差信号の再計算を行わないため、再量子化出力結果は再量子化ステップ値によって一意に決定される。したがって、1つの入力MBに対する再量子化の結果は有限であり、同一再量子化/再符号化結果を異なるストリームへ出力する場合がある。そこで、提案方式では、復号処理と逆量子化処理に加えて、同一の出力符号化データを有するストリーム間で再量子化/再符号化処理を共用する。

1つの入力MBにつき必要な再量子化/再符号化回数は各出力レートごとに算出される再量子化ステップ値の中の相異なる値の個数と同数となる。そのため、この再量子化ステップ値の中に重複した値が多く含まれるほど処理量削減効果が高い。筆者らはレート歪特性に基づき再量子化ステップサイズに禁止領域を設ける量子化制御方式を提案した[6]。本方式では再量子化ステップ値を特定値へ制限するために重複が発生する確率が高くなる。すなわち、本制御を量子化制御器へ追加することで再量子化/再符号化処理回数の削減の効果がさらに期待できる。

3.2 処理器の構成

図3に提案マルチレート出力トランスコーダを示す。本トランスコーダは、復号処理と逆量子化処理器をそれぞれ1個ずつと、再量子化器、再符号化処理器をそれぞれ M 個で構成する。また、 N 個の量子化制御器(Q Controller)を有し、各量子化制御器はそれぞれの目標レートに応じ再量子化ステップ値を出力する。次に、再量子化ステップ値選択器(MQ Selector)により、複数の再量子化ステップ値から重複を除外し再量子化器へ適用する再量子化ステップを選択する。選択した再量子化ステップ値の個数は再量子化/再符号化回数 M と同値である。すなわち、再量子化/再符号化器数 M はMBごとに異なり N 個の量子化制御器から生成される再量子化ステップに依存する。

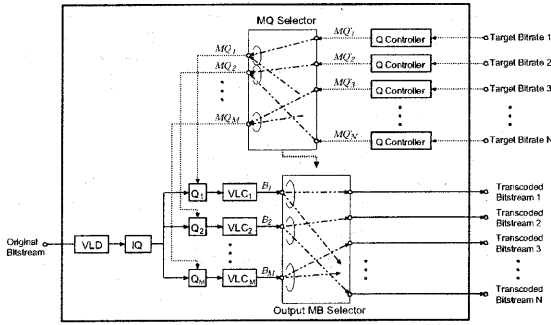


図3 提案マルチレート出力トランスコードブロック図

逆量子化後の DCT 係数信号は M 組の再量子化/再符号化器へ分配される。さらに、 M 種の出力 MB 符号化データは、出力 MB 符号選択器 (Output MB Selector) によって等しい再量子化ステップ値を有した複数の出力ストリームへ振り分けられて、 N 本の出力ストリームを生成する。

3.3 MB 符号変換処理手順

1 個の入力 MB から出力 MB 符号化データを生成する処理は以下の手順に従う。

- 入力 MB 符号化情報の復号および逆量子化
- 候補量子化ステップ値の算出制御
- 再量子化ステップ値選択処理
- 再量子化、再符号化処理
- 出力 MB 符号化信号の分配処理

以下に、各処理の詳細を述べる。

(1) 入力 MB 符号化情報の復号および逆量子化

入力ストリームから MB1 個分に相当するストリーム素片を復号・逆量子化して DCT 係数を復元する。

(2) 候補量子化ステップ値算出処理

量子化制御器 (Q Controller) は N 種の出力レート毎に対象 MB の再量子化ステップ値を算出する。算出した再量子化ステップ値 (候補再量子化ステップ値) のうち第 n 番出力ストリームへの値を MQ'_n とする。

(3) 量子化ステップ値選択処理

再量子化ステップ値選択器 (MQ Selector) により N 種の候補再量子化ステップ値 $\{MQ'_1, MQ'_2, \dots, MQ'_N\}$ の中から重複を排除して相異なる値を選択する。選択した M 組 ($M \leq N$) の再量子化ステップ値 $\{MQ_1, MQ_2, \dots, MQ_M\}$ を各再量子化器で使用する。

(4) 再量子化/再符号化処理

(3) より当該 MB で必要な再量子化/再符号化回数は M となる。(1) で復元された DCT 係数信号を M 個の再量子化器へ分配して再量子化処理を行う。第 m 番再量子化器に MQ_m なる再量子化ステップ値を適用して再量子化演算を行い M 通りの再量子化係数信号を生成する。また、それぞれをランレベルの二次元ハフマン符号により符号化し出力 MB 符号化信号 $\{B_1, B_2, \dots, B_M\}$ を生成する。ここで、 MQ_m で再量子化/符号化した出力 MB 符号は B_m に対応する。

(5) 出力 MB 符号化信号の分配処理

出力 MB 符号選択器 (Output MB Selector) において、第 n 番出力ストリームに適用する出力 MB 符号化信号を $\{B_1, B_2, \dots, B_M\}$ の中から選択する。(3) の再量子化ステップ値選択処理の結果を参照して、 n 番出力ストリームの MQ'_n が MQ_m である場合には B_m を選択し、出力 MB 符号をストリームの部分符号として出力する。

4. 再量子化/再符号化処理回数の解析

本章では、1 つの MB あたりに必要な再量子化/再符号化処理回数を理論的に解析し、再量子化/再符号化処理器の統合化の性能を考察する。そして、提案方式が MB あたりの再量子化/再符号化処理回数を削減可能であることを証明する。

4.1 平均再量子化、再符号化処理回数の導出

復号および逆量子化処理器を共用するときの出力数 N に対する処理量 $F(N)$ は式 (3) で表せる。

$$F(N) = X_{dec} + M_E(N) \cdot X_{enc} \quad (3)$$

式 (3) において $M_E(N)$ は平均再量子化/再符号化処理回数を表す。従来方式と提案方式における $M_E(N)$ を以下に導出する。

(1) 従来方式の場合

出力数 N と同数の再量子化/再符号化処理を行うので $M_E(N) = N$ である。

(2) 提案方式の場合

N 番出力ストリーム用に算出した再量子化ステップ値 MQ_N が、 $1 \sim N-1$ 番出力用の全ての再量子化ステップ値と異なる場合にのみ $M_E(N)$ は $M_E(N-1)$ より増加する。そこで MQ_N がこの条件を満たして $M_E(N)$ が増加する確率を $P_{inc}(N)$ とすると、 $M_E(N)$ に関して式 (4) の漸化式を得る。

$$M_E(N) = M_E(N-1) + 1 \times P_{inc}(N) \quad (4)$$

一方、 $P_{inc}(N)$ は式 (5) に導ける [7]。

$$P_{inc}(N) = 1 - C_p \times M_E(N-1) \quad (5)$$

ここで、 C_p は MQ_N が第 m 番再量子化器用の再量子化ステップ値 MQ_m と等しくなる確率であり式 (6) に導ける [7]。

$$C_p = \sum_{l=1}^{31} \sum_{k=1}^{31} \{p_{rq}(k, l)\}^2 \cdot p_q(l) \quad (6)$$

ここで、 $p_q(l)$ は逆量子化ステップ値が l となる確率、 $p_{rq}(k, l)$ は逆量子化ステップ値が l の条件で再量子化ステップ値が k となる確率である。式 (4)、式 (5) から $M_E(N)$ は式 (7) に導ける。

$$M_E(N) = \frac{1 - (1 - C_p)^N}{C_p} \quad (7)$$

4.2 平均再量子化、再符号化処理回数の特性解析

式 (6)、式 (7) より、提案方式での $M_E(N)$ の特性は逆量子化および再量子化ステップ値の確率分布から得られる。そこで、 $p_q(l)$ 、 $p_{rq}(k, l)$ について以下の 3 通りの確率分布を用いて $M_E(N)$ を評価する。

分布 1 一様分布

分布 2 テストストリームを 2~14[Mbps] ヘレート変換して実測した分布

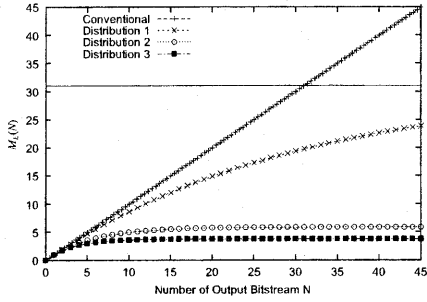


図4 出力数 N と平均再量子化回数 $M_E(N)$ の関係

分布3 再量子化ステップ値禁止領域制御 [6] を適用し、分布2と同条件のレート変換により実測した分布

ただし、テストストリームはITU-R BT.601フォーマットの7種類の標準画像 (Bus, Table Tennis, Football, Flower Garden, Cheer Leader, Bicycle, Mobile& Calendar) をMPEG-2 MP@MLの15[Mbps]で符号化したものである。

従来方式と提案方式の $M_E(N)$ の特性を図4に示す。

提案方式では、出力数 N が多いほど新たな再量子化/再符号化処理器を追加せずに出力MB符号を生成可能な確率は高くなり、 $M_E(N)$ は収束する。これは、小さい N では、 $MQ_1 \sim MQ_{N-1}$ 中に MQ_N と等しい値を含む確率は低いが、 N の増大とともにその確率は高くなるためである。

一方、MPEGでは再量子化ステップ値は31通りの値が定義されている。そのため、最大でも31種類の再量子化ステップ値で出力MB符号を生成すればあらゆる出力レートに対応可能である。しかし、図4は、分布1でも1MBあたり20回程度の再量子化処理で十分な出力レート数を提供可能なことを示している。また、分布2では図4から $N = 15$ 付近で $M_E(N)$ が収束し、さらに、分布3では $M_E(N)$ が低減する。これらは、選択可能な再量子化ステップ値が制限されることで MQ_N と等しい値が見つかる確率が増加するためである。以上より、提案方式は、十分に少ない再量子化/再符号化処理回数のもとで多くの出力レートに対応可能である。

ここで、図4において、 $N \rightarrow \infty$ として求めた $M_E(N)$ の極限值を式(8)に示す。

$$\lim_{N \rightarrow \infty} M_E(N) = \begin{cases} 31.00 & (\text{分布1}) \\ 5.89 & (\text{分布2}) \\ 3.77 & (\text{分布3}) \end{cases} \quad (8)$$

式(8)から提案方式の効果に関して以下の特性を得る。

- 一様分布では、 $\lim_{N \rightarrow \infty} M_E(N) = 31$ として任意の数の出力レートを生成可能
- 実効上は6個程度の再量子化出力MBで任意の出力レート数を得られる。
- 再量子化ステップ値禁止領域制御は $M_E(N)$ を削減する効果を有し、4個程度の再量子化出力MBで任意の出力レート数を得られる。

5. 評価実験

提案方式について処理量の観点から評価する。比較対象方式

表1 比較対象方式

| 方式 | トランスコーダアーキテクチャ | 再量子化ステップ 禁止領域制御 |
|----|------------------|--------------------|
| 1 | トランスコーダ並列型 (図1) | — |
| 2 | 復号/逆量子化器共用型 (図2) | — |
| 3 | 提案方式 (図3) | OFF |
| 4 | 提案方式 (図3) | ON |

を表1に示す4方式とする。各方式の処理量の評価式を導出し、本評価式に基づく処理量算出結果により各方式を評価する。

5.1 トランスコーダ処理コストの導出

本節では、各方式の評価に用いる処理量を定式化する。処理量を1本のストリーム全体をトランスコード処理するのに要する時間と定義する。復号/逆量子化/再量子化処理は入力MB内の有意係数に対する処理であり、再符号化処理は再量子化出力MB内の有意係数に対する処理なので、処理量をMB内の有意係数の個数と1係数あたりの平均処理時間を用いて定式化する。

復号、逆量子化、再量子化、再符号化の各処理における1個の有意係数あたりの平均処理時間をそれぞれ K_{VLD} , K_{IQ} , K_Q , K_{VLC} と定義する。また、 j 番目のMBに関して、入力および n 番出力MB内の有意係数の個数をそれぞれ $C_{in}(j)$, $C_{out}(j, n)$ と定義する。 N 本のストリームへ変換したときの各方式における処理量を以下に導出する。

(1) 方式1

方式1における処理量を $T_1(N)$ と定義し、式(9)に示す。

$$T_1(N) = N \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} (K_{VLD} + K_{IQ}) \cdot C_{in}(j) + N \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} K_Q \cdot C_{in}(j) + \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} \sum_{n=0}^{MB_{cnt}N-1} K_{VLC} \cdot C_{out}(j, n) \quad (9)$$

(2) 方式2

方式2では、復号/逆量子化器数は出力数に関係なく1であるから、方式2の処理量 $T_2(N)$ は式(9)において右辺第1項の係数 N を1とした以下の式(10)により定式化される。

$$T_2(N) = \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} (K_{VLD} + K_{IQ}) \cdot C_{in}(j) + N \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} K_Q \cdot C_{in}(j) + \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} \sum_{n=0}^{MB_{cnt}N-1} K_{VLC} \cdot C_{out}(j, n) \quad (10)$$

(3) 方式3, 方式4

提案方式では、再量子化/再符号化回数がMBごとに变化する。 j 番MBにおける再量子化/再符号化回数を $M(j)$ として、方式3, 方式4の処理量をそれぞれ $T_3(N)$, $T_4(N)$ と定義する。方式3と方式4は同一のアーキテクチャであるから、両者共に式(11)として定式化される。

$$T_3(N) = T_4(N) = \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} (K_{VLD} + K_{IQ}) \cdot C_{in}(j) + \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} M(j) \cdot K_Q \cdot C_{in}(j) + \sum_{j=0}^{MB_{cnt}} \sum_{m=0}^{M(j)-1} K_{VLC} \cdot C_{out}(j, m) \quad (11)$$

5.2 総処理量に基づく評価実験

5.1で求めた処理量の評価式を用いて各方式のマルチレート変換処理性能を評価する。

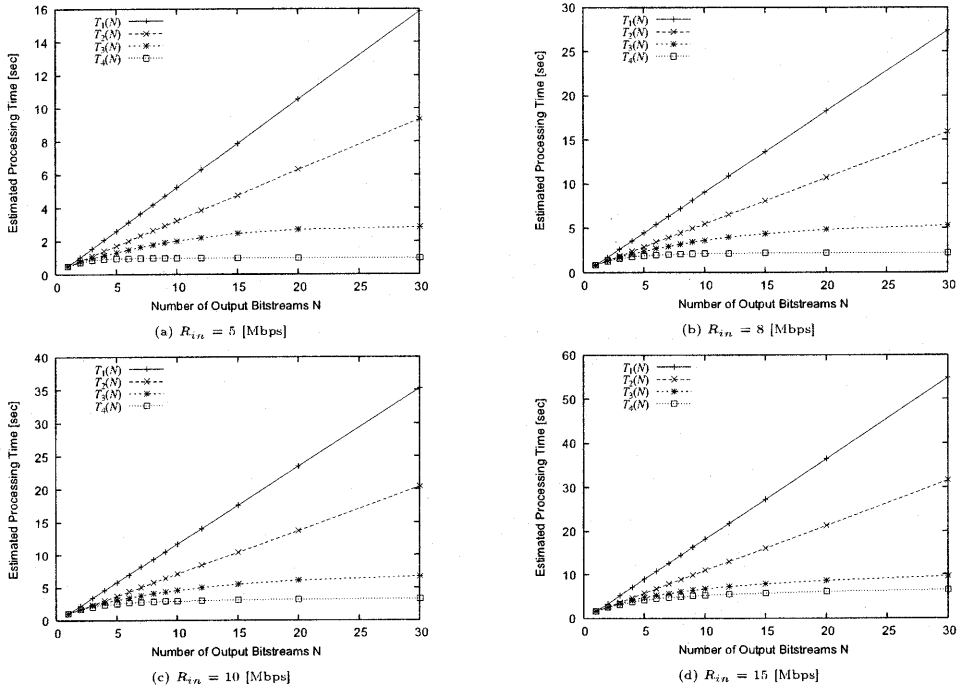


図5 出力数 N に対する総処理コスト $T_i(N)$ の特性

5.2.1 実験条件

表2に試験用ストリームの符号化条件を示す。実験には、CPUはPentium III 933[MHz]、メモリはSDRAM 256[MByte]、OSはLinux kernel 2.2.20で構成されるPCを使用した。

出力ストリーム数を N 本として、出力レート R_n ($n = 0, 1, \dots, N-1$) を、2[Mbps] から入力ストリームのレート R_{in} [Mbps] の区間で等間隔にとり、式(12)のように設定する。

$$R_n = R_0 + \frac{R_{N-1} - R_0}{N-1} \times n \quad [\text{Mbps}] \quad (12)$$

ただし、 $R_0 = 2$ 、 $R_{N-1} = R_{in}$ [Mbps] である。

また、復号、逆量子化、再量子化、再符号化のそれぞれの処理において、ストリーム全体(150フレーム)を処理するのに要した時間の平均値と、有意係数の個数の実測から求めた K_{VLD} , K_{IQ} , K_Q , K_{VLC} を式(13)に示す。

$$\begin{cases} K_{VLD} = 6.736 \times 10^{-8} \quad [\text{sec}] \\ K_{IQ} = 1.282 \times 10^{-8} \quad [\text{sec}] \\ K_Q = 5.299 \times 10^{-8} \quad [\text{sec}] \\ K_{VLC} = 6.600 \times 10^{-8} \quad [\text{sec}] \end{cases} \quad (13)$$

5.2.2 出力数に対する総処理コスト特性

$R_{in}=5, 8, 10, 15$ [Mbps] のそれぞれにおいて、出力ストリーム数 N に対する $T_i(N)$ ($i=1, 2, 3, 4$) の特性を図5に示す。

図5より方式1、方式2では処理量は出力数 N に比例して増大し、特に、 $R_{in}=8$ [Mbps] の場合に方式1では $N=5$ で5[sec]を上回りリアルタイム性を保証できなくなる^(注1)。方式

表2 実験用ストリーム符号化条件

| | |
|----------|---|
| 符号化方式 | MPEG-2 Video MP@ML |
| 符号化レート | 5, 8, 10, 15 [Mbps] |
| フレームレート | 29.97[frame/sec] |
| 符号量制御方式 | TM5方式 |
| GOP構造 | N=15, M=3(固定) |
| テストシーケンス | Bus |
| 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] |

2では復号、逆量子化処理が1つへ統合されることで、方式1に対して約50~60%にまで処理量の低減が実現される。その結果、リアルタイム性を維持可能な出力数は $N=10$ 程度まで拡張される。方式1と方式2の比較から、復号/逆量子化処理器の共用により2倍程度の処理スループット向上が確認された。

方式3、方式4では、処理量 $T_3(N)$, $T_4(N)$ は共に $N \geq 20$ でほとんど増加しなくなり、収束する特性を示す。そこで、処理量が収束したときのシングルレート出力時に対する比率を表3に示す。提案方式の処理量は出力数 N には直接比例せず、再量子化/再符号化処理回数 $M(j)$ に依存した増加特性となる。 $M(j)$ は4.2の $M_E(N)$ と同様の特性であり、表3より方式3は約6倍、方式4は2~4倍の処理量で収束する。これは、4.3に示した結果と一致する。すなわち、再量子化/再符号化処理

構成されているので $150/29.97 \approx 5$ [sec] 以内で処理が完了すればリアルタイム変換が実現可能である。

(注1)：実験用映像はフレームレートが29.97[Frame/sec]で150フレームで

表3 $T_3(N), T_4(N)$ の収束値のシングルレート出力に対する比率

| R_{in} [Mbps] | 方式3 | 方式4 |
|-----------------|------|------|
| 5 | 5.90 | 2.04 |
| 8 | 6.23 | 2.26 |
| 10 | 6.05 | 3.00 |
| 15 | 5.62 | 3.82 |

器の共有により処理量は収束し、シングルレート出力トランスコードの約3~6倍の処理量で任意の出力数に対応可能となる。

また、再量子化ステップ値禁止領域制御の再量子化/再符号化回数の低減効果により、方式4ではさらに処理量を削減している。その結果、出力数をどれだけ大きくとっても処理時間を5[sec]以内に抑えリアルタイム処理が可能となる。つまり、トランスコード特有のレート歪み特性に基づく量子化制御が、画質向上だけでなく、提案マルチレート出力トランスコードの処理量の削減に有効に作用する。

5.2.3 再量子化ステップ値禁止領域制御による処理量削減率評価

再量子化ステップ値禁止領域制御による処理量削減効果について考察する。図5における $T_4(N)/T_3(N)$ の比率を算出した結果を図6に示す。

図6より、方式4の処理量は $R_{in} = 15$ [Mbps] の場合には方式3の約80%で収束し、 $R_{in} = 5$ [Mbps] では最大で約40%にまで低減する。本量子化制御では、逆量子化ステップ値 $MQ^{(in)}$ から与えられる間隔で再量子化ステップ値の値域を間引くため、選択可能な値の個数は $MQ^{(in)}$ に反比例する [6]。 R_{in} が低いストリームでは平均的に高い $MQ^{(in)}$ が多く分布するので、多くのMBにおいて選択可能な再量子化ステップ値の数が大幅に削減される。その結果、各量子化制御器から算出された候補再量子化値の中に重複が多く含まれることになり、再量子化ステップ選択処理で少数の量子化器へ束ねられる。したがって、再量子化ステップ値禁止領域制御による再量子化/再符号化回数の低減効果により最大で約60%の処理量を削減可能となる。

6. むすび

本稿では、異なるレートのストリームへの同時複数変換を行うマルチレート変換機能に着目し、出力数に対する処理量を収束させることが可能なマルチレート出力トランスコードを提案した。そして、再量子化/再符号化処理回数を理論的に解析し、MBあたりの平均再量子化/再符号化処理回数は出力数に対して収束する特性を明らかにした。評価実験から、提案方式では再量子化/再符号化処理器の共用により負荷の増加を抑制することで処理量を収束させ、結果として、シングルレート出力時の約3~6倍の処理量で任意の出力数に対応可能であることを述べた。さらに、再量子化ステップ値禁止領域制御が再量子化/再符号化器の統合化に効果的に作用し、提案トランスコードの処理量削減に有効であることを述べた。

提案方式は、量子化ステップ値に基づき必要な再量子化回数の削減を行うため、量子化処理をベースにした符号化標準全般に適用可能である。今後の課題としては、ストリームの入出力インタフェースの負荷と出力MB符号の選択処理の処理を考慮にいれた総合的な性能評価が挙げられる。

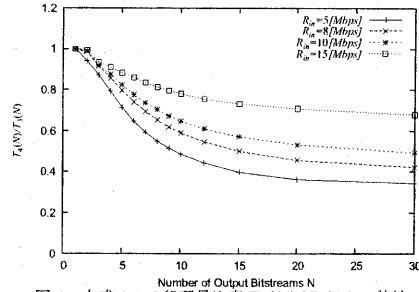


図6 方式3,4の処理量比率 $T_4(N)/T_3(N)$ の特性

文 献

- [1] D. Morrison: "Video transcoders with low delay", IEICE Trans. Comms., Vol. E80-B No.6, pp. 963-969 (1997).
- [2] G.Keesman, R.Hellinghuizen, F.Hoeksema and G.Heideman: "Transcoding of mpeg bitstreams", Signal Processing:Image Communication Vol.8, 481-500 (1996).
- [3] J. Youn, J. Xin, M.-T. Sun and Y.-Q. Zhang: "Video transcoding for multiple clients", Visual Commun. and Image Processing VCIP2000, Vol.4067-08 (2000).
- [4] H. Kasai, M. Nilsson, T. Jebb, M. Whybray and H. Tomimaga: "The development of a multimedia transcoding system for mobile access to video conferencing", IEICE Trans. Comms., Vol. E85-B, no.10, pp. 2171-2181 (2002).
- [5] 西村, 笠井, 高屋, 亀山, 神, 花村, 富永: "リアルタイム mpeg-2 ビデオトランスコードソフトウェアの開発", 情処研報, AV125-5, pp. 25-30 (1999).
- [6] 笠井, 永吉, 花村, 亀山, 富永: "Mpeg-2 ビデオトランスコードのための再量子化パラメータ禁止領域制御方式", 信学論 B, J85-B, pp. 278-286 (2002).
- [7] 永吉, 笠井, 花村, 富永: "再量子化/再符号化処理共有によるマルチレート出力ビデオトランスコードに関する検討", 信学技報, IE2003-10, pp. 13-18 (2003).