

## MPEG-2 符号化ビットストリーム変換方式の検討

西村 敏      笠井 裕之      児玉 明      富永 英義

早稲田大学 理工学部 電子・情報通信学科

〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1

satoshi@tom.comm.waseda.ac.jp

本稿では、MPEG-2 情報の再利用に対する需要を考慮し、データベース内に存在する符号化画像情報と、入力情報(符号化画像情報、生情報など)とを組み合わせ、MPEG-2 ビットストリームとして記述、構造化する手法について提案した。本提案手法は、複数のビットストリームを変換条件(符号化レート、サイズ変換)に基づいて変換する手法である。今回、DCT 係数のスキャン長の制限によるレート変換の手法を示した。また、本提案方式の相互通信サービスへの応用例を示した。さらに、符号量の観点から、伝送レートの条件に沿った変換が実現できていることをシミュレーション実験により検証した。また DCT、量子化における処理量について空間領域における変換方式と本提案方式を比較した結果、本方式は 3/4 の処理量でできることを確認し、本方式の有効性を示した。

キーワード ビットストリーム変換符号化、レート変換、データベース、MPEG-2、相互画像通信サービス

## A Study on the MPEG-2 Bitstream Transcoding

Satoshi NISHIMURA    Hiroyuki KASAI    Mei KODAMA    Hideyoshi TOMINAGA

Dept. of Electronics, Information and Communication Engineering, WASEDA University

3-4-1 Ohkubo Shinjuku-ku, Tokyo, 169 JAPAN

satoshi@tom.comm.waseda.ac.jp

This paper proposes a MPEG-2 bitstream transcoding method, which combines coded image information in database and input source; coded image information or row data and so on, considering for using MPEG-2 information. This method is under the conditions of coding bitrate and size transformation. As the proposed method, we show the rate transformation by the control of scanning in DCT coefficients. An Application for interactive image communication is also shown using this method. From the viewpoint of coding bits and amount of processing, it is indicated that this method is useful.

keyword Bitstream Transcoding, Rate Transformation, Database, MPEG-2, Interactive Image Communication Service

## □ MPEG-2 符号化ビットストリーム変換方式の検討

### 1. はじめに

MPEG-2<sup>(1)</sup> が標準化され、通信・放送・蓄積に跨がるマルチメディアサービスが期待されている。そこで MPEG-2 を共通フォーマットとした情報の提供が要求される。一方 MPEG-2 による情報提供が行なわれると予想され、MPEG-2 情報の再利用に対する需要が高まることが必至と考えられる。さらに送信者側主体の片方向通信システムに加えて、ビデオオンデマンドシステムに代表される相互画像通信システムの実現が期待されている。例えばデータベース化されている情報と送信したい情報とを融合する際の交換手法の実現が望まれる。

これまで H.261 に基づいた変換符号化は検討されている<sup>(2)</sup>。そこで本稿では、データベース内に存在する符号化画像情報と入力情報(符号化画像情報、生情報など)とを組み合わせて MPEG-2 ビットストリームとして記述、構造化する手法について検討する。またビットストリーム変換のアプリケーション例を示す。そして本提案手法の実現性と処理効率について考察する。

### 2. MPEG-2 ビットストリーム変換

本節では、符号化ビットストリームと入力情報とを組み合わせて MPEG-2 ビットストリームへ変換する際の、画像情報の構成方法を述べ、そのような画像構成を実現するためのビットストリーム変換手法について述べる。

#### 2.1 画像ビットストリームの構成方法

複数の画像ビットストリームを組み合わせる際の、構成方法について述べる。構成方法として、大きく時間方向と空間方向の構成が考えられる。時間方向の構成に関しては、図 1 に示すように、画像情報の時間的な挿入、削除、置き換えなどが考えられる。空間方向の構成に関しては、図 2 に示すように、空間領域における画像の削除、挿入などが考えられる。本稿では、空間方向の画像情報構成について検討していく。

#### 2.2 MPEG-2 ビットストリーム変換方式

前節で述べた画像情報の構成を実現するための、MPEG-2 ビットストリーム変換方式の詳細について検討する。まずビットストリーム変換方式への要求条件を整理し、変換手法として (i) 空間領域にお

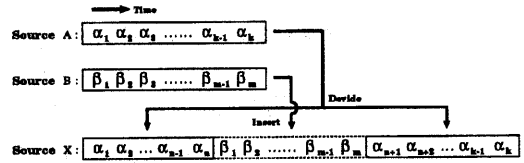


図 1: 時間方向の構成方法

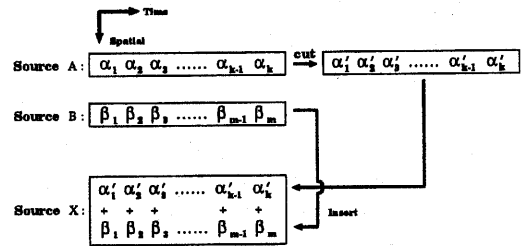


図 2: 空間方向の構成方法

ける画像合成方式と (ii) ビットストリーム上での画像変換方式について検討する。

#### 2.2.1 変換方式の要求条件

符号化画像ビットストリームと入力情報(符号化画像ビットストリーム、生情報など)とを組み合わせて、一つの MPEG-2 ビットストリームに変換する際の要求条件を以下にまとめる。

- 受信者側において 1 つの復号器で、2 つのビットストリームを再生できること。
- 2 つのビットストリームを独立して復号するよりも処理量を低減できること。
- ビットストリームを極力復号することなく変換できること。
- 送信条件に見合ったビットストリームに変換できること。例えば符号化レート、画像サイズの変換ができること。

#### 2.2.2 空間領域における画像合成方式

本方式は、データベース中の符号化ビットストリームを空間領域まで復号し、2.1 で述べた画像情報構成法に基づいて、空間領域において符号化画像と入力画像を合成する方式である。例えば、入力

画像が符号化画像である場合、入力画像を空間領域まで復号し、復号された2つの符号化画像情報を画像処理により組み合わせ、合成する。そして合成された画像情報を入力画像として新たに MPEG 符号化し、MPEG-2 符号化ビットストリームを出力する。また入力画像がカメラなどから入力された情報である場合、入力画像と復号された符号化を組み合わせ、合成することで新たな符号化ビットストリームを作成する。

ここで、データベース内の2種類の符号化画像ビットストリームから MPEG-2 ビットストリームへ変換する変換器を図3に示す。



図3: 空間領域におけるビットストリーム変換器

変換器は、符号化画像復号部、画像処理部(サイズ変換器)、符号化部から構成される。符号化画像復号部では、データベース内符号化ビットストリームを復号し、融合方式に基づいて、復号画像情報を変換、合成する。さらに符号化部は合成された画像情報を送信画像として MP@ML 符号化し、MPEG-2 符号化ビットストリームを作成する。

本方式では、符号化画像情報を空間領域に復号し、画像処理により新たな画像情報を作成する。よって目標とする伝送レートに合わせた符号化ビットストリームを作成することは容易であり、またデータベース内符号化画像の符号化条件に大きく依存せず、サイズ変換も容易に実現できる。

しかしながら要求条件より、符号化ビットストリームを空間領域まで復号する処理量の増大、さらに符号化画像情報の効率的な利用という観点から考えた場合、符号化ビットストリームを完全に復号せず、ビットストリーム上で変換し、入力画像と組み合わせることで MPEG-2 送信ビットストリームを作成することが望ましい。そこで、以下ではビットストリーム上での変換方式について述べる。

### 2.2.3 ビットストリーム上での画像変換方式

本方式は、符号化ビットストリームを完全に復号せず、ビットストリーム上で変換し、入力画像と組み合わせることで MPEG-2 送信ビットストリームを作成する方式である。符号化ビットストリームの変換には、ビットレート変換、サイズ変換が存在す

る。特に本稿では、データベース内の符号化画像サイズを変換することなく、符号化レートのみを変換する場合を想定し、ビットストリーム上で実現する方式について述べる。例えば2.1で述べたように、画像領域全体の1/4の領域に、同サイズで、目標符号化レートとは異なる画像情報を挿入する場合において、データベース内符号化画像の符号化レートを変換する要求が存在する。このような場合における符号化レート変換方式について述べる。

MPEG-2 におけるビットストリーム上でのレート変換方式は、可変長または固定長復号後の量子化係数領域、または量子化係数をさらに逆量子化した DCT 係数領域において実現することが可能であり、逆 DCT を行わずにレート変換を実現する。量子化係数領域におけるレート変換方式では、可変長または固定長コード長をカウントし、マクロブロックに割り当てられる目標符号量に達した場合、それ以降のコードを破棄することによって、目標レートの画像情報を抽出することが可能となる。

### 3. 提案変換手法の相互画像通信サービスへの応用

2.2.3で述べた変換手法の、テレビ電話、テレビ会議システムのようなリアルタイム画像通信サービスへの応用を考える。ここで、2者間で行なわれるテレビ電話システムを想定する。この時、本手法は既に符号化された情報をそれぞれの送信画像中に挿入する際に活用できる。

図4を用いて、以下に本手法の利用手順を説明する。

1. MPEG-2 によるテレビ電話システムにより、相互画像通信を実現する。
2. 送信者はデータベース内から、送信用の MPEG-2 符号化画像情報を取り出す。
3. データベース内の符号化画像情報を決められた符号化レートに変換し、テレビ電話画像情報と組み合わせて MPEG-2 符号化ビットストリームを作成、送信する。

### 4. シミュレーション実験

2.2.3に述べた変換方式の実現性を符号量と処理量から考察する。ただしここでは、前節のアプリケーションに基づいて、データベースに蓄積されている符号化画像とカメラから入力される画像が与え

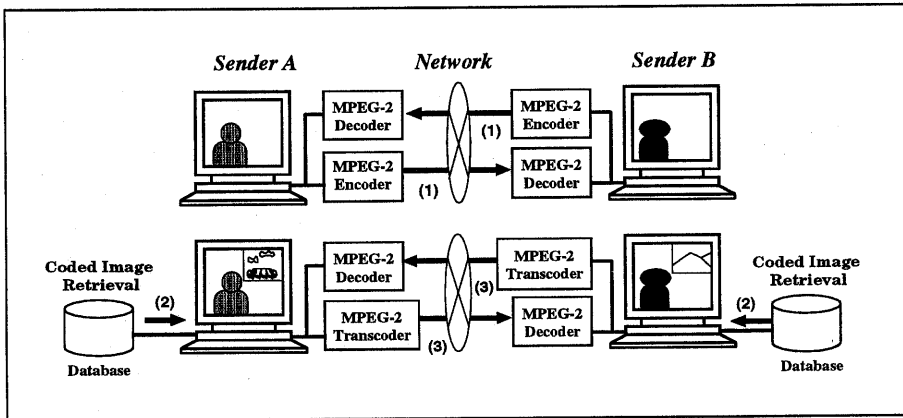


図 4: 相互画像通信サービス

られた場合の MPEG-2 ビットストリームへの変換方式について検討する。

シミュレーション実験で想定する符号化条件を表 1 にまとめる。ただし図 5 に示すように、カメラからの入力画像を用いる領域を”領域 A”，符号化ビットストリームからの画像を用いる領域を”領域 B”，さらに領域 B は領域 A の面積の 1/4 であると定義する。

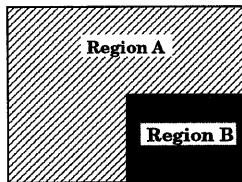


図 5: 送信画像領域の設定

表 1 から、カメラからの入力画像は、図 5 に示すように送信画像領域 A の 3/4 を占めるので、領域面積、形状に応じた符号量配分による MPEG 符号化を行なう。一方、符号化ビットストリームの符号化レートは 6[Mbps] であるので、目標レートと画像サイズから 1.5[Mbps] へのレート変換を行なう。

#### 4.1 符号量からの考察

本シミュレーション実験は、MPEG-2 符号化ビットストリームへの変換後の各領域における符号量の観点から、提案方式の実現性について検証する。

##### 4.1.1 領域 A

領域形状、領域面積に基づいた符号量配分法による、カメラ入力画像情報の MPEG-2 ビットストリーム作成の実験を行なう。シミュレーション実験結果の符号量の観点から、領域ベースの符号量配分法による符号化方式の実現性について考察する。

本シミュレーション実験では、領域形状、領域面積に基づいた制御法として、特に仮想バッファの占有量に着目した。空間的画像構成が一般的に図 6 に示される場合、図中の斜線領域における仮想バッファの占有量は以下の式 (1) で示される。式 (1) において、 $d_0^I$  は I ピクチャにおける仮想バッファの初期占有量、 $d^I$  は  $f-1$  番目までのマクロブロックの仮想バッファの占有量、 $B_f$  は  $f$  番目までに発生した符号量、 $H$  はマクロブロックのサイズ、 $(i, j), (m, n)$  はマクロブロックの縦、横の数、 $X, Y$  はマクロブロックの位置を示し、 $T^I$  は GOP 中の次のピクチャフレームの目標符号量である。ただし式 (1) は I ピクチャにおけるものであり、P, B ピクチャも同様に示すことができる。

$$d_f^I = d_0^I + B_{f-1} - \frac{T^I \times (f-1)}{n * H \times m * H - j * H \times i * H} \quad (1)$$

ただし、式 (1) における  $f$  は以下のように示される。

- $0 < slice\_number < Y$  の時  
 $f = n \times (slice\_number - 1) + mb$

表 1: シミュレーション実験で想定する符号化条件

入力画像 1	符号化方式	MPEG-2 MP@ML TM <sup>(3)</sup> 準拠
	フォーマット	4:2:0 format 輝度信号: 352[pel] x 240[line] 色差信号: 176[pel] x 120[line]
	符号化レート	6[Mbps]
入力画像 2	フォーマット	ITU-R BT.601 4:2:0 format 輝度信号 704[pel] x 480[line] 色差信号 352[pel] x 240[line]
	符号化方式	MPEG-2 MP@ML TM 準拠
出力画像	画像フォーマット	4:2:0 format 輝度信号 704[pel] x 480[line] 色差信号 352[pel] x 240[line]
	伝送レート	6[Mbps] 領域 A:4.5[Mbps], 領域 B:1.5[Mbps]

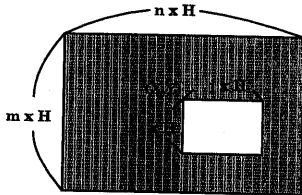


図 6: 領域に基づいた仮想バッファの占有量の算出

- $Y \leq slice\_number \leq Y+i, 0 < mb < X$  の時  
 $f = n \times Y + (n-j) \times (slice\_number - Y - 1) + mb$
- $Y \leq slice\_number \leq Y+i, X+j < mb < m$  の時  
 $f = n \times Y + (n-j) \times (slice\_number - Y - 1) + mb - j$
- $i+Y < slice\_number < n$  の時  
 $f = n \times (slice\_number - 1) - i \times j + mb$

ただし、本シミュレーション実験における各パラメータは  $n = 44, m = 30, j = 22, i = 15, X = 22, Y = 15$  である。シミュレーション結果を表 2 に示す。

表 2 から、領域形状、領域面積に基づいた符号量配分が実現されており、領域ベースの符号量配分法による符号化方式の実現性が示された。

表 2: 領域 A の符号量

フレーム番号	符号化レート [Mbps]
0 - 29	4.50
30 - 59	4.49
60 - 89	4.49
90 - 119	4.49
120 - 149	4.50
150 - 179	4.50

#### 4.1.2 領域 B

符号化ビットストリームをジグザクスキャン順に変長または固定長復号しながら、同時にその際の符号量を算出する。目標符号化レートから算出される各ブロックの目標符号量と、算出符号量を比較しながら、算出符号量が目標符号量を越えた時、EOB を挿入し、それ以降の AC 係数を 0 にセットする。以上の処理を繰り返し行うことにより、目標符号化レートに合ったビットストリームへ変換することが可能となる (4)。

以上のビットストリーム上でのレート変換手法の実現性についてシミュレーション実験から考察する。表 1 に示されるように、データベース内符号化情報は 6[Mbps] で符号化されており、目標伝送レートが 6[Mbps]、領域 B の面積が全体の 1/4 であるという条件から、6[Mbps] の符号化ビットストリームの 1.5[Mbps] へのレート変換を行なう。実

## □ MPEG-2 符号化ビットストリーム変換方式の検討

験結果を表3に示す。

表3: レート変換に伴う符号量変化

フレーム	変換前 [Mbps]	変換後 [Mbps]
0-29	5.98	1.37
30-59	5.98	1.35
60-89	5.98	1.38

表3から、目標符号量 1.5[Mbps] に対して、ほぼ近い符号量へレート変換されていることが分かり、提案レート変換手法の実現性が示された。ただしより正確なレート変換手法の検討は今後の課題である。

また、領域 A で符号化された画像情報と領域 B でレート変換された画像情報を量子化値レベルで結合し、MPEG-2 ビットストリームに変換された際の処理結果画像を示す。



図7: 送信画像の作成

### 4.2 処理量からの考察

処理の観点から空間領域における変換手法と提案方式を比較する。

- BT.601 画像と MPEG-2 符号化画像の融合の場合  
復号部においては、空間手法は、一度空間領域に戻すため、VLD、逆量子化、逆 DCT の各復号処理が必要であるのに対し、提案手法では、量子化係数領域で変換を行なうため VLD のみの処理量で済む。また符号化部においては、空間手法は全領域に対して MPEG 符号を行なうのに対して、提案手法では必要な領域の

みの処理で済む。よって提案手法は処理量の点で高速化が図れると考えられる。

- MPEG-2 符号化画像と MPEG-2 符号化画像の融合の場合  
復号部に関しては上記と同様であり、提案手法の処理量は低減される。符号化部では、提案手法は DCT、量子化の処理は必要がなく、VLC のみ処理で実現できるため、全ての符号化処理を行なう空間手法と比較した場合、処理量の大幅な低減が実現できる。

### 5. まとめ

本稿では、MPEG-2 情報の再利用に対する需要を考慮し、データベース内に存在する符号化画像情報と、入力情報(符号化画像情報、生情報など)とを組み合わせる MPE-2 ビットストリームとして記述、構造化する手法について提案した。今回、DCT 係数のスキャン長の制限によるレート変換の手法を示した。また、本提案方式の相互通信サービスへの応用例を示した。符号量の観点から、伝送レートの条件に沿った変換が実現できていることをシミュレーション実験により検証した。また DCT、量子化における処理量について空間領域における変換方式と本提案方式を比較した結果、本方式は 3/4 の処理量でできることを確認し、本方式の有効性を示した。

### 参考文献

- (1) ISO-IEC 13818-2, International Standard: "INFORMATION TECHNOLOGY - GENERIC CODING OF MOVING PICTURES AND ASSOCIATED AUDIO Recommendation H.262" (1996).
- (2) D. Morrison: "Video Transcoders with Low Delay", IEICE Trans. Comms., 掲載予定 (1997).
- (3) ISO-IEC JTC1, MPEG 93/N225b: "Test Model 5 /draft" (1993).
- (4) 児玉 明, 笠井 裕之, 富永 英義: "ブラウジングのための画像品質制御方式の一検討", 信学春ソ大, D-203 (1996).