

DCT と動きベクトルを極力継承して再量子化雑音を低減する インタレース映像用 MPEG-2/H.264 再符号化手法

吉留 健^{†a)} 上倉 一人[†] 牧野 昭二^{††} 北脇 信彦^{††}

An MPEG-2 to H.264 Transcoding Preserving DCT Types and Motion Vectors to Suppress Re-Quantization Noise for Interlace Contents

Takeshi YOSHITOME^{†a)}, Kazuto KAMIKURA[†], Shoji MAKINO^{††},
and Nobuhiko KITAWAKI^{††}

あらまし インタレース映像を符号化した MPEG-2 ストリームを H.264 へトランスコードする際に、初段符号化情報を利用して、混入する量子化雑音を低減する手法を提案する。本手法では、MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別を H.264 へ極力継承し、更にフレームベクトルからフィールドベクトルに変換すれば継承可能となるペア MB を DCT 種別と動き補償種別の組合せから判別し、ベクトル変換することで継承率を向上させる。実験の結果、符号化情報を利用しない従来手法に比べ、0.19 ~ 0.31 dB の PSNR 向上が確認できた。

キーワード トランスコーディング, MPEG-2, H.264

1. ま え が き

近年、MPEG-2 符号化された映像を H.264 を用いて、低レートに変換する再符号化の研究が多数報告されている。例えば、MPEG-2 の 8x8 DCT ブロックを 4x4 整数 DCT などへ数学的に直接行列変換することで MPEG-2 デコード処理と H.264 エンコード処理を不要にする方法 [1] や、H.264 で選択可能な多数の MB モードすべてを試すのではなく MPEG-2 符号化時に選択したモードを参考に適用する H.264 モードを限定したり、あるいは良い評価値が得られた時点で打ち切ることで処理時間の短縮を図る方法 [2] ~ [4] や、フィールドとフレームの混在した MPEG-2 ストリームを対象に MPEG-2 の MB タイプや動きベクトルを再利用し、動き補償等の処理時間を短縮する手法 [5] なども提案されている。いずれも、MPEG-2 の

数倍といわれる H.264 のエンコード処理量の削減を目的としたものが多い。一方、MPEG-2/MPEG-2 のように同一圧縮規格における再符号化では、初段符号化時の符号化情報（ピクチャタイプ、マクロブロック (MB) タイプ、DCT タイプ、動きベクトル等）を継承して再符号化することで、DCT 成分がほとんど保存され、再符号化時に混入する量子化雑音を極めて小さく抑えられることが報告されている [6] ~ [8]。筆者らは、これを異なる符号化規格である MPEG-2 から H.264 への再符号化に適用する試みを進めている。プログレッシブ映像の MPEG-2 ストリームの H.264 再符号化手法 [9], [10] や、フレーム/フィールド MB が混在した MPEG-2 ストリームの H.264 再符号化については、イントラ符号化部分に限定した手法を報告してきた [11]。筆者らのアプローチが、他の MPEG-2 符号化情報を用いた H.264 再符号化の既提案手法と決定的に異なる点は、再量子化時に混入する量子化雑音を極力削減する点にある。他の H.264 再符号化手法は処理時間は削減されるものの、その代償として、通常の動きベクトル探索やモード選択を行う H.264 再符号化に比べ、変換画質は当然劣ることとなる。これに対し、我々は MPEG-2 と極めて類似した符号化動作を H.264 で再現させることで、再符号化レートに

[†] 日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所, 横須賀市
NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation, 1-1
Hikarinooka, Yokosuka-shi, 239-0847 Japan

^{††} 筑波大学システム情報工学研究科, 筑波市
Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba-shi, 305-
8573 Japan

a) E-mail: yoshitome.takeshi@lab.ntt.co.jp

よっては、通常の動きベクトル探索やモード選択を行う H.264 の再符号化よりも、高い画質が得られる場合のあることを [9] ~ [11] で示してきた。

本論文では、インタ符号化部分も対象としたフレーム/フィールド MB 混在の MPEG-2 ストリームを H.264 再符号化する手法を提案する。2. で初段符号化情報を利用する場合としない場合の再符号化例を示し、利用しない場合に混入する再量子化雑音が、符号化情報の利用で抑圧される原理を示す。3. でフレーム/フィールド MB の取扱いを中心に、MPEG-2 と H.264 の差異を示す。4. ではその差異を最小化する方法を示し、MPEG-2 から H.264 への変換規則を提案する。5. で実験結果を示し、提案手法と従来手法を比較する。

2. 初段符号化情報の再利用による量子化雑音低減の原理

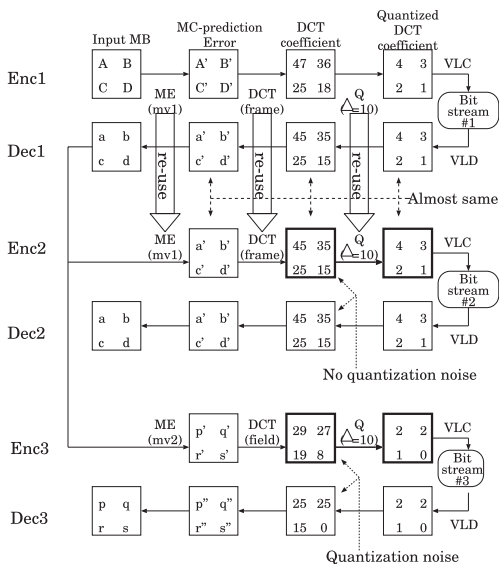
再符号化において、初段符号化情報を使用した場合と使用しない場合のデータの流れを図 1 に示す。Enc1→Dec1→Enc2→Dec2 が使用した場合を、Enc1→Dec1→Enc3→Dec3 で使用しない場合を示す。MB サイズは 16x16、直交変換サイズは 8x8 などの場

合が多いが、ここでは、簡単のため 2x2 とし、量子化はデッドゾーン付きを仮定する。

Enc1 で入力 MB の画素値 (A,B,C,D) が動き探索と直交変換された後、得られた DCT 係数 (47,36,25,18) が量子化ステップ $\Delta=10$ で量子化される際に量子化雑音が混入するため、逆量子化後の DCT 係数は (45,35,25,15) となり、異なる値となる。そのため初段デコーダ Dec1 の出力 (a,b,c,d) も入力 MB 画素値に雑音が混入したものとなる。ここまでは初段符号化情報の再利用の有無にかかわらず共通である。

Enc3 で行われる初段符号化情報を使用しない再符号化では、Dec1 の出力 (a,b,c,d) に対して最適な探索、例えば動き探索差分 (p',q',r',s') が最小となるような動きベクトルを求める。このとき、Enc1 よりも Enc3 が探索能力が優れている (探索画素精度が細かい、参照画像枚数が多いなど) とき、Enc3 の動き探索差分は Enc1 の動き探索差分 (A',B',C',D') よりも一般に小さくできる。同様に Enc1 よりも Enc3 の直交変換サイズや形状が多様であれば、Enc1 と同じ量子化ステップで量子化したとしても、量子化後直交変換係数 (2,2,1,0) も一般により少ない符号量で表現でき、最終的に得られる bitstream#3 も小さくなる。しかし、Enc3 の動き補償誤差 (p',q',r',s') を直交変換して得られる変換係数 (29,27,19,8) を再量子化する際に、2 回目の量子化雑音が混入してしまう。このため、Dec3 のデコード出力 (p,q,r,s) は再符号化で入力した (a,b,c,d) から更に劣化した映像となる。つまり、より性能の高い Enc3 を用いて符号量を削減できたとしても Enc3 で量子化雑音の再混入は避けられない。

一方、Enc2 で行われる初段符号化情報を利用する再符号化では、Enc1 と全く同一の動き探索、直交変換、量子化を行う。これによって、動き補償の残差 (a',b',c',d') と直交変換係数 (45,35,25,15) と量子化後直交変換係数 (4,3,2,1) は Dec1 と Enc2 でほぼ完全に一致させることができる。その後得られる逆量子化後の直交変換係数も (45,35,25,15) と変化せず、Enc3 で混入したような量子化雑音の再混入は Enc2 ではほとんどない。このとき、符号化情報を利用する先行研究の手法では、Enc1 の動きベクトルの周辺を再探索して、動き補償の残差 (a',b',c',d') を更に小さくしようとするものも多いが、再探索で残差が変更されると Enc3 と同様に再量子化時に 2 回目の量子化雑音が混入する。再量子化雑音の混入抑圧を目指す本手法では、再探索はせずに、あくまで初段符号化の動きベク



Transcoding with Enc1's info.: Enc1+Dec1 + Enc2+Enc2
 Transcoding without Enc1's info.: Enc1+Dec1 + Enc3+Dec3

図 1 初段符号化情報を利用した再符号化と利用しない再符号化

Fig. 1 Transcoding with and without first encoding information.

トルや直交変換種別等を再使用する。ただし、得られる bitstream#2 のサイズは bitstream#1 とほぼ同じであり、bitstream#3 に比べて大きくなる。

本研究では、Enc2 を MPEG-2 とした場合に得られたような再量子化雑音の極めて少ない再符号化を、Enc2 を H.264 として同様の効果を実現することを目指す。初段符号化に MPEG-2 を 2 段階符号化に H.264 を使用した再符号化で同様の効果を実現できれば、H.264 のもつ高いエントロピー符号化性能や、動きベクトル表現の高度化などによって、符号量も削減可能で、かつ、再量子化雑音がほとんどない再符号化が実現できる。ただし、H.264 は MPEG-2 の上位互換な符号化規則ではない。上述した再量子化雑音の抑圧効果を得るためには、H.264 符号化の各処理で、MPEG-2 符号化を極力模擬する必要がある。次章では MPEG-2 と H.264 の相違点について述べる。

3. MPEG-2 と H.264 の相違

MPEG-2 と H.264 の相違点を表 1 にまとめた。このうち、H.264 で同一の処理が可能な項目には H.264 代用の欄に を、類似してはいるが完全一致させることができない項目のうち [9] ~ [11] で考察済みの項目には を付けた。同表で要検討とした (1) 直交変換に

おけるフィールド/フレーム MB の指定単位、(2) 動き補償におけるフィールド/フレーム MB の指定単位、については、MPEG-2 の各モード等に完全一致で対応する H.264 モードが存在せず、(1) はイントラ再量子化の観点での検討 [11] があるがインタ再量子化を扱う本論文には不十分であり、(2) は未検討である。以下、要検討とした相違点について、詳細とその影響を最小限にとどめる方法を考察する。

4. フレーム/フィールド指定方法

4.1 MPEG-2 と H.264 の直交変換種別の指定
MPEG-2 の入力 MB と DCT 対象画素の関係を図 2 (a) に示す。同図で太実線で囲まれた 8x8 画素は、サイズ 8x8 の DCT 変換を受ける画素ブロックである。DCT 種別がフレームのときには画素ブロック A~D を、また DCT 種別がフィールドのときには画素ブロック a~d を、対象に DCT が実施される。これに対し H.264 でフレーム MB/フィールド MB を同一ピクチャ内で混在させる場合には、MacroBlock Adaptive Frame Field coding (MBAFF) を宣言して、図 2 (b) に示すように、縦に連続した二つの MB (ペア MB と

表 1 MPEG-2 と H.264 の主な相違点
Table 1 Major differences between MPEG-2 and H.264.

	MPEG-2	H.264	H.264 代用
ブロックサイズ	16x16 16x8	4x4,4x8,8x4,8x8 8x16,16x8,16x16	
動ベクトル精度	0.5 画素	0.25 画素	
画面内予測	なし	ブロックの境界画素参照	
直交変換種別	DCT	整数 DCT	
直交変換サイズ	8x8	8x8(*1),4x4	
エントロピー符号化	VLC	CAVLC,CABAC	
量子化マトリックス指定	可能	可能 (*1)	
予測映像の補間方法	線形補間	6 タップ FIR フィルタ	
量子化ステップの間隔	リニア	ログ	
量子化でのデッドゾーン	inter 量子化	なし	
ループフィルタ	なし	あり (指定可能)	
直交変換におけるフィールド/フレーム MB の指定単位	各 MB ごと	ペア MB ごと (*2)	要検討
動き補償におけるフィールド/フレーム MB の指定単位	各 MB ごと	ペア MB ごと (*2)	要検討

(*1): HighProfile で可能。MainProfile にはない。
(*2): 動き補償と直交変換のペア MB 種別は同一でなければならない

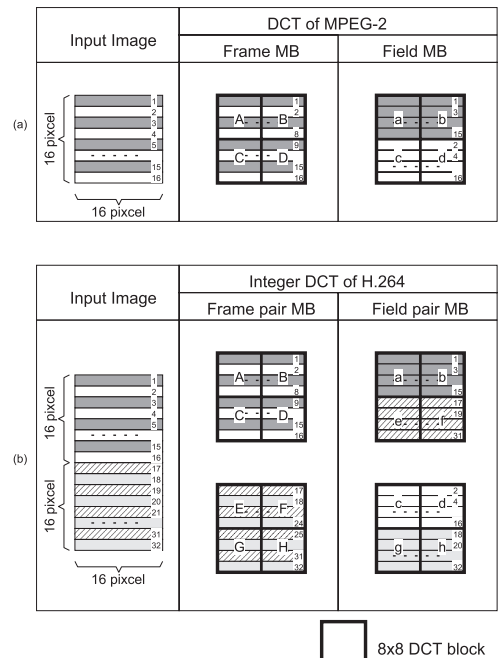


図 2 MPEG-2 と H.264 の DCT 種別の指定方法
Fig.2 DCT type specification manner in MPEG-2 and in H.264.

表 2 MPEG-2 の DCT 種別が H.264 へ継承される MB と H.264 ペア MB 種別の関係
Table 2 Relationship between H.264 MBpair type and MPEG-2 DCT type succession.

ペア M B 番 号	入力 MPEG-2 DCT 種別		出力 H.264				継 承 M B 数	
			フレーム ペア MB 選択時		フィールド ペア MB 選択時			
	上 側 M B	下 側 M B	上 側 M B	下 側 M B	上 側 M B	下 側 M B		
0	Fr	Fr			×	×	Fr	2
1		Fi		×	×	×	Fr	1
2	Fi	Fr	×		×	×	Fr	1
3		Fi	×	×	×		Fi	2

Fr : フレーム, Fi : フィールド
: DCT種別が継承されるMB, × : DCT種別が継承されないMB

呼ばれる)ごとにフレーム/フィールドを設定する。
MPEG-2のペアMBのDCT種別が異なる場合には、H.264再符号化時にフレーム/フィールドどちらのペア種別を選択しても、1個のMBは種別継承できない。MPEG-2とH.264のフレーム/フィールド種別が一致しないと、DCTブロック構成画素も一致しないため、2.で示した再量子化雑音の低減効果が得られない。継承できない場合には、文献[11]で検討したところ、フレームペアを選択した方が有利であった。入力ペアMBのMPEG-2での各種DCT種別に対して、H.264再符号化で選択するペア種別を表2に再掲する。同表にフレームペアを選択した場合とフィールドペアを選択した場合に継承あるいは非継承となるMBも示した。本手法においても、イントラMBに関しては、同表のペア選択方法を用いる。インタMBに関しては、DCT種別だけでなく、動き補償種別も同時に一致することが必要である。次節でMPEG-2とH.264の動き補償種別について述べる。

4.2 MPEG-2 と H.264 の動き補償種別の指定

MPEG-2の入力MBと動き補償対象画素の関係を図3(a)に示す。フレーム動き補償ではMBに一つのフレームベクトル MV_{MPEG} が対応して動き補償される。フィールドの場合はMBのトップフィールド側の16x8画素にフィールドベクトル mv_{tMPEG} が、ボトムフィールド側の16x8画素にフィールドベクトル mv_{bMPEG} が対応して、それぞれ動き補償される。

これに対しH.264では、図3(b)に示すように、DCT種別指定と同様に、ペアMBごとに動き補償種別が指定される。ペアMBを構成する二つのMBに対して、それぞれフレームベクトル $MV0_{H264}$, $MV1_{H264}$ が

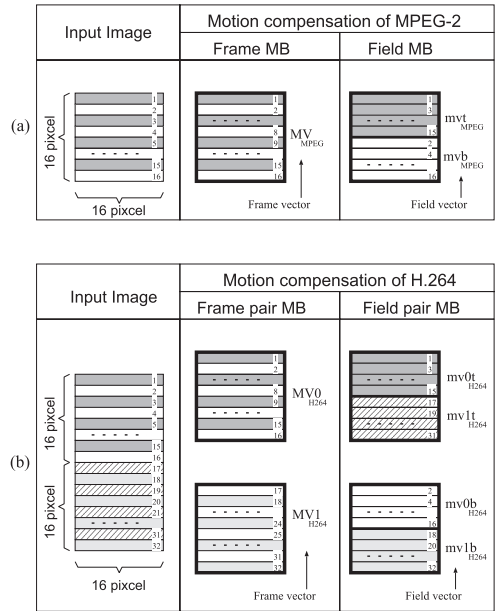


図 3 MPEG-2 と H.264 の動き補償種別の指定方法
Fig. 3 Motion compensation type specification manner in MPEG-2 and in H.264.

対応して動き補償される。フィールド動き補償の場合には、上側MBのトップフィールドと下側MBのトップフィールド及び上側MBのボトムフィールドと下側MBのボトムフィールドの合計四つの16x8画素ブロックに対して、それぞれ動きベクトル $mv0t_{H264}$, $mv1t_{H264}$, $mv0b_{H264}$, $mv1b_{H264}$ が対応する。なお、H.264のDCT種別と動き種別はペア種別を示すフラグ $mb_field_decoded_flag$ によって共通指定されるため、H.264のDCT種別と動き種別は常に同じである。MB単位で自由な組合せが可能なMPEG-2の動き補償のフレーム/フィールド種別を、変えることなくH.264に引き継げるのは、MPEG-2のペアMBがともにフレーム動き補償であるか、あるいはともにフィールド動き補償のときだけである。これら以外の場合には、少なくとも片方のMBで引き継ぐことができない。次節では、DCT種別と動き補償種別を同時に引継ぎ可能なMBを増やす方法について述べる。

4.3 ベクトル変換と変換対象ペアMBの識別

本節では、MPEG-2のDCT種別と動き補償種別をH.264に同時に引き継げる比率を高める方法を提案する。基本的な考え方は、DCT種別と動き補償種別が異なるため継承不能なMBでも、動き補償種別を変更することで、継承可能にしようとする方法である。こ

の実現には（手段 A）動き補償種別変更すれば継承可能になるペア MB の識別手段,（手段 B）動き補償種別の変更手段, の二つが必要になる．本論文では（手段 B）に, フレームベクトルをフィールドベクトルに変換する手法 [5] を用いることとした．これについてまず説明する．なお, [5] は動き探索時間短縮を目的にベクトル変換するため, ベクトルを再探索する従来手法に比べて画質劣化が大きい．ベクトルを含めすべての符号化情報を用いて雑音低減し, 従来手法を上回る変換画質を得ようとする本手法とは大きく異なる．

フレームベクトルからフィールドベクトルに変換する例を図 4 に示す．なお, フレームベクトルと対比させるため, フィールドベクトルの Y 方向成分を 2 倍の大きさで以下, 記述する． MV_y は, フレームベクトル

の Y 方向のベクトル量で, 図 4(a) は $MV_y = -2$ の場合を, 図 4(b) は $MV_y = -1$ の場合を, 図 4(c) は $MV_y = -0.5$ の場合を示している．参照画像と原画像の参照関係を見ると, 図 4(a) では同一フィールド間, つまり, 原画像のトップフィールドは参照画像のトップフィールドを指し, 原画像のボトムフィールドは参照画像のボトムフィールドを指すのに対し, 図 4(b) の参照関係は異フィールド間である．最上端のトップフィールド画素は, 最上端のボトムフィールド画素より, 1 画素分上に位置する．したがって, フレームでベクトル量=-1 の動きは, トップフィールドベクトルではベクトル量=-2 の動きで表現され, ボトムフィールドベクトルではベクトル量=0 の動きで表現される．両フィールドベクトルのベクトル量が 1 画素ずれる状態は, もとのフレームベクトルの Y 方向のベクトル量が奇数値の場合に発生する．なお, ベクトル量が 0.5 画素などの非整数値の場合は図 4(c) に示すように, 同一フィールド画像に対して, 通常の動き補償でも行われる補間画素の生成を行い, 参照画素とする．

MPEG-2 においてペア MB のうち上側 MB がフレーム動き補償されており, この MB の MPEG-2 ベクトル MV_0 の X, Y 方向のベクトル量を MV_0x, MV_0y , H.264 フィールドペア MB の上側 MB のトップ及びボトムフィールドベクトル mvt_0, mvb_0 の X, Y 方向のベクトル量を $mvt_0x, mvt_0y, mvb_0x, mvb_0y$, それぞれの参照フィールドを t_{0ref}, b_{0ref} とすると, mvt_0 と mb_0 は, 式 (1) と式 (2) で示される．また, t_{0ref}, b_{0ref} は式 (3), 式 (4) で示される．

$$mvt_0x = MV_0x$$

$$mvt_0y = MV_0y + \alpha$$

$$\text{where } \alpha = \begin{cases} -1 & (MV_0y = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots) \\ 0 & (MV_0y = \text{otherwise}) \end{cases} \quad (1)$$

$$mb_0x = MV_0x$$

$$mb_0y = MV_0y + \beta$$

$$\text{where } \beta = \begin{cases} +1 & (MV_0y = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots) \\ 0 & (MV_0y = \text{otherwise}) \end{cases} \quad (2)$$

$$t_{0ref} = \begin{cases} \text{bottom} & (MV_0y = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots) \\ \text{top} & (MV_0y = \text{otherwise}) \end{cases} \quad (3)$$

$$b_{0ref} = \begin{cases} \text{top} & (MV_0y = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots) \\ \text{bottom} & (MV_0y = \text{otherwise}) \end{cases} \quad (4)$$

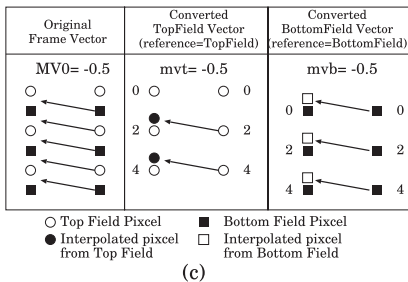
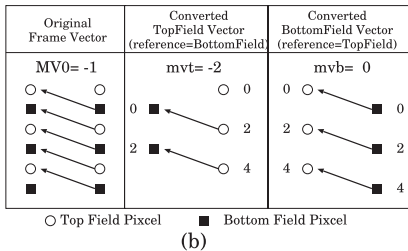
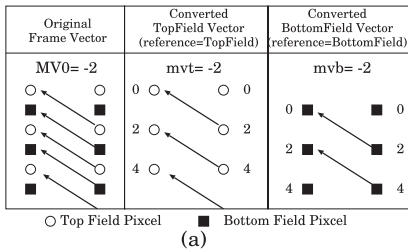


図 4 フレームベクトルからフィールドベクトルへの変換
 (a) Y ベクトルが -2 画素,
 (b) Y ベクトルが -1 画素,
 (c) Y ベクトルが -0.5 画素

Fig. 4 Conversion from frame vector to field vector.
 (a) Y vector = -2 pix
 (b) Y vector = -1 pix
 (c) Y vector = -0.5 pix

下側 MB がフレーム動き補償されているときも、同様に 2 本の 16x8 画素フィールドベクトルで近似できる。上述したベクトル変換を使って、MPEG-2 のペア MB の動き補償種別が異なる場合に、MPEG-2 フレーム動き補償された MB をフィールド動き補償の MB とみなして、H.264 再変換でフィールド動き補償することで、すべての MB で動き補償種別を継承できる。なお、このフレームからフィールドへのベクトル変換は、近似であり、等価ではない。理由を以下に述べる。MPEG-2 ベクトルは 0.5 画素精度をもつため、整数グリッド上にない動き補償の際に、補間処理が入る。フレームベクトルを使った補間で使用される周辺画素は、フレーム画像に含まれる。これに対し、フレームベクトルから変換されたフィールドベクトルを使った補間で使用される周辺画素は、フィールド画像であり、フレーム画像ではない。補間で使用される画素が異なるため、動き補償結果は完全な同一とはならないが、ある程度近似することが予想される。近似度が低ければ、MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別を、H.264 に継承可能とした MB における雑音抑圧効果は高められない。しかし、近似度が十分高ければ、MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別を継承した H.264 の MB は、ベクトル変換を使用しない場合に近い雑音抑圧効果が得られる可能性がある。

次に、(手段 A) の動き補償種別変更すれば継承可能になるペア MB の識別について述べる。MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別が、H.264 ペア MB 種別設定によって継承可能になる H.264 の MB の対応を表 3 に示す。MPEG-2 のペア MB は、DCT 種別と動き補償種別が上下 MB で独立に指定可能なため、組合せ数は合計 16 種類となる。H.264 再符号化でフレームあるいはフィールドペアを選択した場合に、DCT 種別と動き補償種別がともに継承される MB をあるいはで示した。は上述したベクトル変換を使わずに継承できることを、はベクトル変換を使用して継承できることを意味する。表 3 に示した 16 通りあるフレーム/フィールドの組合せが同等の発生確率があると仮定すると、ベクトル変換なしの場合、DCT 種別及び動き補償種別が継承される MB の割合が 43.5%にとどまるのに対し、16 通りの組合せ種別ごとにとの和が大きいペア種別を選択し、が一つ以上ある場合にはベクトル変換を実施することで、62.5%に向上する。

表 3 H.264 ペア MB 種別選択と、DCT 種別と動き補償種別の MPEG-2 から H.264 への継承の関係

Table 3 Relationship between H.264 MBpair selection and the succession of DCT and MC type from MPEG-2 to H.264.

ペア MB 番号	入力 MPEG-2				出力 H.264			
	DCT 種別		動き補償種別		フレーム ペア MB 選択時		フィールド ペア MB 選択時	
	上側 M	下側 M	上側 M	下側 M	上側 M	下側 M	上側 M	下側 M
0			Fr	Fr			x	x
1			Fr	Fi		x	x	x
2			Fi	Fr	x		x	x
3			Fi	Fi	x	x	x	x
4			Fr	Fr		x	x	
5			Fi	Fi		x	x	
6			Fi	Fr	x	x	x	
7			Fi	Fi	x	x	x	
8			Fr	Fr	x			x
9			Fr	Fi	x	x		x
10			Fi	Fr	x			x
11			Fi	Fi	x	x		x
12			Fr	Fr	x	x		
13			Fi	Fi	x	x		
14			Fi	Fr	x	x		
15			Fi	Fi	x	x		
継承される MB 数の合計					4	4	8(4)	8(4)

Fr：フレーム、Fi：フィールド
 : ベクトル変換なしで継承可能な MB
 : ベクトル変換ありで継承可能な MB
 x：継承不能な MB
 ()：ベクトル変換なしの場合の継承 MB 数

5. 提案手法と評価

5.1 提案手法

前章で検討した H.264 のペア MB 選択と MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別の継承可否の関係をもとに、提案する MPEG-2/H.264 再符号化方式の P ピクチャのインタ MB 変換規則を表 5 に示す。なお、I ピクチャ変換規則は文献 [11] の規則 (表 4) を使用し、B ピクチャは MPEG-2 の符号化情報を利用しない従来手法を使用する。提案手法は、入力 MPEG-2 の各ペア MB を対象に、16 通りある DCT 種別、動き補償種別の組合せごとに、H.264 で使用するペア MB 種別、MB タイプ、動き補償に使用するベクトル、整数 DCT のサイズを指定する *Transform_size_8x8_flag* を決定する。H.264 のペア MB 種別は、入力 MPEG-2 のペア MB の DCT 種別と動き補償種別をともに継承する MB 数を最大化するように選ばれる。その際にベクトル変換した場合としない場合で、継承 MB 数

表 4 MPEG-2/H.264 再符号化方式のインタラ MB 変換規則
Table 4 Intra MB conversion rule from MPEG-2 to H.264 transcoding.

ペ ア M B 番 号	入力 MPEG-2 DCT 種別		選 択 す る 種 別	出力 H.264			
	上 側 M B	下 側 M B		MB タイプ		画面内予測モード	
				上 側 M B	下 側 M B	上 側 M B	下 側 M B
	0	Fr		Fr	Fr	I8x8	I8x8
1		Fi	Fr	I8x8	I8x8	DC	DC
2	Fi	Fr	Fr	I8x8	I8x8	DC	DC
3		Fi	Fi	I8x8	I8x8	DC	DC

Fr : フレーム, Fi : フィールド

表 5 提案する MPEG-2/H.264 再符号化方式の P ピクチャのインタラ MB 変換規則
Table 5 Inter MB conversion rule from MPEG-2 to H.264 transcoding.

ペ ア M B 番 号	入力 MPEG-2				M B ペ ア 種 別	出力 H.264					
	DCT 種別		動き補償 種別			MB タイプ		ベクトル値		<i>Transform_size</i> <i>.8x8_flag</i>	
	上 側 M B	下 側 M B	上 側 M B	下 側 M B		上側 MB	下側 MB	上側 MB	下側 MB	上側 MB	下側 MB
0	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	P_L0_16x16	P_L0_16x16	継承	継承	1	1
1			Fi	Fr	P_L0_16x16	再判定	継承	再探索	1	再判定	
2			Fr	Fr	再判定	P_L0_16x16	再探索	継承	再判定	1	
3	Fr	Fr	Fi	再判定	再判定	P_L0_16x16	再探索	再探索	再判定	再判定	
4			Fr	Fr	Fr	P_L0_16x16	再判定	継承	再探索	1	再判定
5			Fi	Fr	Fr	P_L0_16x16	再判定	継承	再探索	1	再判定
6	Fi	Fr	Fi	Fi	再判定	P_L0_L0_16x8	再探索	変換	再判定	1	
7			Fi	Fi	再判定	P_L0_L0_16x8	再探索	継承	再判定	1	
8			Fr	Fr	Fr	再判定	P_L0_16x16	再探索	継承	再判定	1
9	Fi	Fr	Fi	Fi	P_L0_L0_16x8	再判定	変換	再探索	1	再判定	
10			Fr	Fr	再判定	P_L0_16x16	再探索	継承	再判定	1	
11			Fi	Fi	P_L0_L0_16x8	再判定	継承	再探索	1	再判定	
12	Fi	Fr	Fi	Fi	P_L0_L0_16x8	P_L0_L0_16x8	変換	変換	1	1	
13			Fi	Fi	P_L0_L0_16x8	P_L0_L0_16x8	変換	継承	1	1	
14			Fr	Fi	Fi	P_L0_L0_16x8	P_L0_L0_16x8	継承	変換	1	1
15			Fi	Fi	P_L0_L0_16x8	P_L0_L0_16x8	継承	継承	1	1	

Fr : フレーム, Fi : フィールド, 変換 : フレームベクトルからフィールドベクトルへの変換

が同じ場合には、ベクトル変換しないペア種別を選択する。フィールドペア選択時に発生するベクトル変換による符号量の増加を避けるためである。継承できる MB については、MB タイプを P_L0_16x16 (フレームペア選択時) あるいは P_L0_L0_16x8 (フィールドペア選択時) とする。ベクトル値はそのまま継承するか、あるいは 4.3 で述べたベクトル変換の後に継承する。整数 DCT サイズは MPEG-2 の DCT と同じ 8x8 とするため *Transform_size.8x8_flag* = 1 を設定する。継承できない MB (表 5 の MB タイプ欄が“再判定”の MB) は、符号化情報を再利用しない従

来の符号化処理と同様に、予測誤差を最小とする動きベクトルを 0.25 画素精度で探索し、MB タイプや *Transform_size.8x8_flag* 設定値を再判定する。また継承の有無にかかわらず提案法が出力する MB が、H.264 規格で規定されたスキップ MB の条件 (再量子化後の DCT 係数がすべて 0 で、MB タイプや動きベクトルが予測値と等しいなど) を満たすとき、スキップ MB として出力する。スキップされた継承 MB も、スキップされていない継承 MB と同様に、継承した MB タイプや動きベクトルを使ってデコード映像が作成される。また、H.264 のプロファイルは、MPEG-2

の DCT サイズ 8x8 が使用可能な HighProfile を用い、MPEG-2 の 8x8 量子化マトリックスと同じ係数の量子化マトリックスを用いる。P ピクチャの参照画像数は 1 枚、B ピクチャの参照画像数は 2 枚とし、MPEG-2 と同一画像を参照させる。

5.2 シミュレーション条件

提案手法の性能評価のため、シミュレーションを行った。比較対象は初段符号化情報（ピクチャタイプ以外）を用いずに通常の動き探索及びモード選択で H.264 再符号化する手法（従来手法）とし、以下の条件で比較した。入力映像は 720x480 画素のインタレース映像 6 種で、初段 MPEG-2 符号化には TM5 [13] を使用した。GOP 構造を $M=3, N=15, I/B/P$ ピクチャの量子化ステップを $(\Delta_{1I}, \Delta_{1P}, \Delta_{1B})=(8,8,8)$ あるいは $(16,16,16)$ として得られた 12 本の MPEG-2 ビットストリームを、H.264 再符号化の入力として使用した。ビットレートを表 6 に示す。以後、 $\Delta_{1I} = \Delta_{1P} = \Delta_{1B} = n$ で MPEG-2 符号化した映像名 XXXX のストリームを XXXX-n と記述する。従来手法の H.264 再符号化に jm12.1 [14] を（探索範囲

±30 画素、量子化マトリックスは H.264 デフォルト設定）の条件で使用した。提案手法の H.264 再符号化には、初段 MPEG-2 符号化情報の入力機能を追加した jm12.1 を使用した。いずれも画面内の量子化ステップは固定し、GOP 構造は MPEG-2 と同じ $M=3, N=15$ 、デブロッキングフィルタは、断りのない限り、デフォルト設定（フィルタあり）とした。

5.3 種別継承による効果とデブロッキングフィルタ

本節では P ピクチャにおける種別継承の効果を確かめる。提案手法と従来手法で P ピクチャ内の各 MB の PSNR を測定し、MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別の組合せ（16 パターン）ごとに集計した結果を表 7 に示す。入力ストリームは cheer-8、デブロッキングフィルタは H.264 のデフォルト設定（フィルタあり）である。提案及び従来手法の I ピクチャは同一の画像にするために、ともに提案手法の再符号化を行った。PSNR 値は、原画像を初段 MPEG-2 デコード画像、被評価画像を H.264 再符号化映像としたときの値で、2 段目 H.264 の量子化ステップ $(\Delta_{2I}, \Delta_{2P}, \Delta_{2B})$ は、提案手法で $(8,10,10)$ 、従来手法で $(8,9,10)$ とした。これは、提案手法の先頭 P ピクチャ符号量が従来手法と同じか小さい条件で比較するためである。表 8 に、 Δ_{2P} を 9, 10, 11 としたときの従来手法の I ピクチャ及び先頭 P ピクチャ符号量と、提案手法との比較を示す。 $\Delta_{2P}=10$ とした従来手法の P ピクチャ符号量 (693312 bit) は、提案手法のビット量 (706200 bit)

表 6 入力 MPEG-2 ストリームのビットレート (kbit/s)

Table 6 Bitrate of input MPEG-2 streams (kbit/s).

$\Delta_{1I}, \Delta_{1P}, \Delta_{1B}$	Boat	Bus	Cheer	Plane	Race	Sussie
8,8,8	3278	4796	7129	2340	3420	1556
16,16,16	1666	2315	3423	1307	1422	899

表 7 ペア種別ごとの提案手法と従来手法の PSNR 比較

Table 7 PSNR Comparison between proposed method and conventional method.

ペア MB 番号	MB ペア数	提案手法の PSNR		従来手法の PSNR		PSNR の差		継承方法	
		上側 MB (*1)	下側 MB (*2)	上側 MB (*3)	下側 MB (*4)	差分 (*1- *3)	差分 (*2- *4)	上側 MB	下側 MB
0	98	43.022	43.006	42.266	42.312	0.756	0.694	o	o
1	41	40.220	38.040	39.050	38.827	1.170	-0.787	o	x
2	53	37.626	40.139	38.425	39.058	-0.799	1.081	x	o
3	79	37.655	37.728	38.631	38.609	-0.976	-0.881	x	x
4	57	41.331	39.926	40.028	41.066	1.303	-1.140	o	x
5	34	40.621	38.246	40.246	39.291	0.375	-1.045	o	x
6	12	38.385	41.667	39.221	41.192	-0.836	0.475	x	#
7	39	37.498	38.617	38.376	38.745	-0.878	-0.128	x	o
8	31	39.952	40.725	40.712	39.554	-0.760	1.171	x	o
9	8	39.275	37.711	39.680	38.708	-0.405	-0.997	#	x
10	33	38.365	40.508	39.331	40.032	-0.966	0.476	x	o
11	36	38.665	37.693	38.886	38.645	-0.221	-0.952	o	x
12	60	41.263	41.603	40.797	40.762	0.466	0.841	#	#
13	19	40.898	40.278	40.536	39.935	0.362	0.343	#	o
14	14	40.761	40.994	39.876	40.459	0.885	0.535	o	#
15	61	39.157	39.698	38.958	39.058	0.199	0.640	o	o

o: そのまま継承, #: ベクトル変換して継承, x: 継承せずにベクトル再探索と MB タイプ再判定
提案手法の P ピクチャ符号量 706200 bit
従来手法の P ピクチャ符号量 767272 bit

表 8 ピクチャ符号量と Δ_{2P} の関係

Table 8 Relationship between picture bits and Δ_{2P} .

	Δ_{2I}, Δ_{2P} Δ_{2B} の設定	I ピクチャの 符号量 (bit)	先頭 P ピクチャ の符号量 (bit)	比較 対象
提案手法	(8,10,10)	801931	706200	o
	(8, 9,10)	801931	767272	o
従来手法	(8,10,10)	801931	693312	-
	(8,11,10)	801931	643439	-

表 9 スキップ MB の割合 (%)

Table 9 Percentage of skipped MB.

入力	入力 MPEG-2	従来手法	提案手法
Boat-8	20.07	21.55	21.03
Bus-8	0.07	0.07	0.14
Cheer-8	0.00	1.92	2.67
Plane-8	7.03	8.66	7.92
Race-8	0.00	1.25	0.00
Sussie-8	16.44	23.11	22.67

よりも小さいため、 $\Delta_{2P}=9$ の従来手法 (ビット量 767272 bit) を比較対象とした。提案手法の $\Delta_{2P}=10$ を入力 MPEG-2 の $\Delta_{1P}=8$ よりも大きい値を設定したのは、量子化デッドゾーンのある MPEG-2 インタ符号化ストリームを量子化デッドゾーンのない H.264 でインタ再符号化する場合、H.264 量子化ステップ Δ_2 は、初段量子化 Δ_1 の 1.1 ~ 1.3 倍程度が適切との知見 [10] による。提案手法において、MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別をそのまま継承した MB (表 7 中の “o”) は、従来手法で再符号化する場合に比べて $-0.221 \sim 1.303$ dB (平均 0.675 dB) 高い PSNR が得られた。ベクトル変換して継承した MB (同 “#”) は、 $-0.405 \sim 0.841$ dB (平均 0.551 dB) 高い PSNR が得られている。これに対し、継承せずに動きベクトル再探索と MB タイプ再判定をした MB (同 “x”) は、従来手法の差が $-1.140 \sim -0.760$ dB (平均 -0.924 dB) であった。ベクトル変換せずに MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別をそのまま継承させた MB だけでなく、ベクトル変換して継承させた MB においても、PSNR が向上することが分かる。先頭 P ピクチャ全体の PSNR は従来手法が 39.294 dB で、提案手法の 39.147 dB よりも高い結果が得られたが、従来手法の符号量が提案手法よりも約 8.6% 大きく、本節では手法の優劣は示せない。後述する 5.5 で同等の符号量での PSNR 比較結果を示す。

また、入力 MPEG-2、提案手法、従来手法のスキップ MB の発生頻度を調べた。入力 MPEG-2 は Boat-8 から Sussie-8 の 6 ストリームとし、提案手法と従来手法の量子化ステップは ($\Delta_{2I}=8, \Delta_{2P}=10, \Delta_{2B}=10$) とした。P ピクチャ内 MB 総数とスキップ MB 数の比を表 9 に示す。入力 MPEG-2、提案法、従来法で大きな差はなく、提案法のスキップ発生率は従来法と同程度とみなせる。

次に、デブロックフィルタが提案手法に与える影響を調べた。フィルタありとフィルタなしで提案手法を使って H.264 再符号化した際の先頭 P ピクチャの

表 10 デブロックフィルタの有無と PSNR

Table 10 Deblocking filter and PSNR.

入力	PSNR1(dB)			PSNR2(dB)		
	フィルタ		差	フィルタ		差
	あり	なし		あり	なし	
Boat-8	39.072	38.884	0.188	43.205	43.656	-0.451
Bus-8	37.162	37.089	0.073	40.456	40.566	-0.110
Cheer-8	36.689	36.642	0.047	39.147	39.193	-0.046
Plane-8	39.996	39.789	0.207	43.714	44.054	-0.340
Race-8	38.230	38.133	0.097	41.874	42.332	-0.458
Sussie-8	39.434	39.325	0.109	43.777	44.117	-0.340
Ave.	38.431	38.310	0.121	42.029	42.320	-0.291

表 11 デブロックフィルタの有無と先頭 P ピクチャビット量

Table 11 Deblocking filter and P-picture bits.

入力	先頭 P ピクチャビット量		
	フィルタ		比率 (*2)/(*1)
	あり (*1)	なし (*2)	
Boat-8	269448	270480	1.00383
Bus-8	440600	441224	1.00142
Cheer-8	706200	706576	1.00053
Plane-8	170512	170928	1.00244
Race-8	286736	287712	1.00340
Sussie-8	115760	116272	1.00442
Ave.	331543	332199	1.00267

PSNR を測定した (表 10)。入力 MPEG-2 ストリーム及び提案手法と従来手法の量子化ステップの設定値は前述のスキップ頻度測定時と同じである。表の左側が MPEG-2 入力画像を原画像としたときの H.264 デコード画像の PSNR (以下、PSNR1) で、右側が MPEG-2 デコード画像を原画像としたときの H.264 デコード画像の PSNR (同 PSNR2) を示す。PSNR1 が最終的な画質を表し、PSNR2 が H.264 再符号化時に混入した雑音のみを表す。表 10 で比較した P ピクチャの符号量を表 11 に示す。フィルタの有無による差は平均 0.267% と極めて小さく、発生符号量にほとんど影響しないが、表 10 から PSNR には影響を与えていることが分かる。PSNR2 はフィルタなしがありより高いが、PSNR1 では逆になしより高い。これは、MPEG-2 がないデブロックフィルタの使用で、初段符号化とは異なる再符号化が行われるため

再符号化雑音が混入し、MPEG-2 デコード映像とは更に異なる映像が H.264 デコード映像として得られる。しかし、フィルタの効果でブロックノイズが除去された H.264 デコード映像は、ブロックノイズが混入した MPEG-2 デコード映像とは異なるものの、初段 MPEG-2 に入力された原映像と比較すると類似度が上がり、PSNR1 が向上したと推測される。

5.4 I ピクチャからの距離と提案手法の性能

提案手法の MB 種別継承による PSNR 向上効果が、I ピクチャとの距離が大きくなるにつれて、どのように変化するかを検証した。Boat-16 から Sussie-16 の 6 ストリームを共通入力とし、提案手法では $(\Delta_{2I}, \Delta_{2P}, \Delta_{2B}) = (16, 18, 18)$ で再符号化した H.264 ストリーム ($M=3$) の各 P ピクチャ (I ピクチャからの距離が 3, 6, 9, 12) について、その符号量と PSNR 特性を求めた (表 12)。従来手法では $(\Delta_{2I}=16, \Delta_{2P}=2 \sim 34, \Delta_{2B}=\Delta_{2P})$ と広い範囲で P ピクチャの量子化パラメータを振って再符号化して得た H.264 再符号化ストリームで各 P ピクチャの符号量と PSNR を複数測定しておき、提案手法と同等の P ピクチャ符号量を発生

させるときに得られると予想される PSNR 値を、従来手法の測定結果から補間して求めた値を従来手法の PSNR とした。

距離=3 と近い P ピクチャでは従来手法との PSNR 差分は 0.32 ~ 2.95 dB と、提案手法の高い有効性が確認できる。距離が 6 以下で提案手法は従来手法より PSNR が高いが、距離が離れるにつれて提案手法の優位性が下がる。距離=(3,6,9,12) で提案手法と従来手法の PSNR 差は平均で (0.88, 0.53, 0.30, 0.17) dB であった。I ピクチャからの距離が大きいピクチャでは、MPEG-2 近似動作が複数回繰り返されることとなり、参照画像上のドリフト誤差が蓄積するためと考えられる。距離=12 では 6 映像中で 2 映像で提案手法がより高い PSNR が得られたが、4 映像で従来以下であった。

本節では GOP 前半で提案手法の優位性が高く、後半では減少することを示したが、次節では GOP 全体で提案及び従来手法の画質評価を行う。

5.5 I, P, B ピクチャを含む GOP 全体の画質評価

本節では、すべてのピクチャタイプを含んだ GOP 全体での評価を行う。5.2 で示したストリーム 12 本 (Boat-8, ..., Sussie-8, Boat-16, ..., Sussie-16) を入力とし、提案方法と、提案手法からベクトル変換機能を削除した手法のそれぞれで再符号化したときの H.264 ビットレートと PSNR を表 13 と表 14 に示す。H.264 量子化ステップ $(\Delta_{2I}, \Delta_{2P}, \Delta_{2B})$ は、表 13 で (8,10,10)、表 14 で (16,18,18) である。ベクトル変換機能を削除した手法とは提案手法の MB 変換規則 (表 5) のベクトル値欄の「変換」を「再探索」とし、対応するペア MB 番号の MB タイプ欄と *Transform_size_8x8_flag* 欄を「再判定」とした手法である。表 13、表 14 で従来手法の PSNR 値は、表 12 の場合と同様、従来手法の PSNR 測定結果からの補間値である。表 13 の入力 Race-8 では、前述した GOP 後半の優位性低下により、提案手法の PSNR は従来手法をわずかに下回るが、それ以外の入力提案手法は従来手法を上回り、両手法の差は、 $(\Delta_{1I}, \Delta_{1P}, \Delta_{1B}) = (8, 8, 8)$ の MPEG-2 映像入力の場合で平均 0.19 dB、(16,16,16) の場合で平均 0.31 dB で本提案手法の有効性が確認できる。また、ベクトル変換機能を削除した手法は従来方法に比べ、 $(\Delta_{1I}, \Delta_{1P}, \Delta_{1B}) = (8, 8, 8)$ のときで平均 0.10 dB、(16,16,16) で平均 -0.02 dB で提案手法に比べて劣る。差分 (0.09 ~ 0.33 dB) がベクトル変換の寄与分と考えられる。

表 12 I ピクチャからの距離と P ピクチャの PSNR
Table 12 Distance from I-picture and PSNR of P-picture.

MPEG-2 入力 $\Delta_{1I}=16, \Delta_{1P}=16$			提案方式 $\Delta_{2I}=16, \Delta_{2P}=18$			従来 方式	差分	
入力	距離	PSNR (dB)	符号量 (kbit)	符号量 (kbit)	圧縮 比	PSNR (dB)	PSNR (dB)	
Boat-16	3	36.69	122.80	102.07	0.83	35.75	35.29	0.46
	6	36.40	130.78	112.74	0.86	35.19	35.11	0.08
	9	36.30	132.72	112.78	0.85	34.92	34.90	0.01
	12	36.19	140.12	122.13	0.87	34.64	34.79	-0.15
Bus-16	3	34.01	213.86	185.91	0.87	32.80	29.84	2.95
	6	34.07	219.21	193.94	0.88	32.39	30.09	2.29
	9	34.08	223.22	203.66	0.91	32.14	30.29	1.85
	12	34.05	208.13	198.87	0.96	31.97	30.06	1.91
Cheer-16	3	34.14	373.89	346.98	0.93	32.31	31.88	0.43
	6	34.10	338.28	314.28	0.93	32.10	31.82	0.28
	9	34.09	348.99	320.11	0.92	32.01	31.91	0.09
	12	34.11	351.45	328.02	0.93	31.91	31.87	0.03
Plane-16	3	37.82	80.27	68.59	0.85	36.82	36.05	0.77
	6	37.70	80.39	70.85	0.88	36.32	35.93	0.40
	9	37.63	88.31	82.13	0.93	35.96	35.97	-0.01
	12	37.26	103.25	94.17	0.91	35.58	35.85	-0.27
Race-16	3	35.07	105.25	81.42	0.77	34.30	33.98	0.32
	6	35.21	105.01	82.54	0.79	34.24	34.20	0.04
	9	35.09	119.01	98.26	0.83	33.89	34.06	-0.17
	12	35.20	129.58	115.04	0.89	33.70	34.12	-0.43
Sussie-16	3	37.56	51.05	27.70	0.54	36.80	36.39	0.40
	6	37.56	46.57	23.55	0.51	36.55	36.43	0.11
	9	37.58	44.03	23.14	0.53	36.35	36.31	0.04
	12	37.43	55.74	34.27	0.61	35.98	36.06	-0.07

表 13 提案手法と従来手法の PSNR 比較 ($\Delta_{2I}=8, \Delta_{2P,2B}=10$)
 Table 13 PSNR of proposed and conventional method. ($\Delta_{2I}=8, \Delta_{2P,2B}=10$)

入力	初段符号化 $\Delta_{1I,1P,1B}=8$		提案再符号化手法 (ベクトル変換あり) と同一レートの従来手法の比較				提案再符号化手法 (ベクトル変換なし) と同一レートの従来手法の比較			
	PSNR (dB)	ビットレート (kbit/s)	ビットレート (kbit/s)	PSNR (dB)	従来 PSNR (dB)	差分 (dB)	ビットレート (kbit/s)	PSNR (dB)	従来 PSNR (dB)	差分 (dB)
Boat-8	39.21	3279.95	2536.33	38.02	38.00	0.02	2757.46	38.14	38.17	-0.02
Bus-8	37.96	4796.02	4077.22	36.36	35.48	0.88	4191.25	36.44	35.60	0.84
Cheer-8	37.89	7128.68	6146.94	36.06	35.98	0.08	6355.42	36.03	36.09	-0.07
Plene-8	40.43	2339.60	1789.51	39.21	39.19	0.02	2000.70	39.30	39.38	-0.07
Race-8	38.46	3419.51	2653.16	37.01	37.04	-0.03	2771.86	37.21	37.12	0.09
Sussie-8	40.17	1555.74	936.85	39.10	38.97	0.13	1086.92	39.12	39.17	-0.04
Ave.	39.02	3753.25	3023.34	37.63	37.44	0.19	4102.64	37.09	36.98	0.10

表 14 提案手法と従来手法の PSNR 比較 ($\Delta_{2I}=16, \Delta_{2P,2B}=18$)
 Table 14 PSNR of proposed and conventional method. ($\Delta_{2I}=16, \Delta_{2P,2B}=18$)

入力	初段符号化 $\Delta_{1I,1P,1B}=16$		提案再符号化手法 (ベクトル変換あり) と同一レートの従来手法の比較				提案再符号化手法 (ベクトル変換なし) と同一レートの従来手法の比較			
	PSNR (dB)	ビットレート (kbit/s)	ビットレート (kbit/s)	PSNR (dB)	従来 PSNR (dB)	差分 (dB)	ビットレート (kbit/s)	PSNR (dB)	従来 PSNR (dB)	差分 (dB)
Boat-16	35.90	1666.25	1080.98	34.54	34.49	0.05	1426.30	34.71	35.05	-0.34
Bus-16	33.54	2315.06	1805.78	31.98	30.74	1.24	1974.07	32.12	31.08	1.04
Cheer-16	33.23	3423.25	2934.37	31.57	31.39	0.18	3099.79	31.53	31.54	-0.02
Plene-16	37.25	1307.27	821.50	35.92	35.81	0.11	1125.37	36.03	36.48	-0.45
Race-16	34.69	1421.73	854.98	33.57	33.54	0.03	1070.34	33.64	33.80	-0.16
Sussie-16	37.76	898.74	363.08	36.69	36.50	0.18	584.30	36.67	37.05	-0.39
Ave.	35.40	1838.72	1310.12	34.05	33.74	0.31	1934.77	33.19	33.21	-0.02

6. む す び

フレーム/フィールド MB が混在した MPEG-2 ストリームを対象とした MPEG-2/H.264 トランスコーディングにおいて、初段符号化情報を利用して、混入する量子化雑音を低減する再符号化手法を提案した。MPEG-2 の DCT 種別と動き補償種別を H.264 へ極力継承し、更にフレームベクトルからフィールドベクトルに変換すれば継承可能となる MB を、DCT 種別と動き補償種別の組合せから判別して変換することで継承率を高めた。提案手法を用いた再符号化シミュレーションの結果、提案手法は従来手法に比べ、0.19 ~ 0.31 dB の PSNR 向上が得られた。また、本手法は動き探索回数を削減できるため、演算量が、従来手法に比べ少なくて済む特徴もある。今後は、B ピクチャへの適用や、GOP 後半で提案手法の有効性が落ちる点の改善を進める。

文 献

[1] J.-K. Lee and K.-D. Chung, "Quantization/DCT conversion scheme for DCT-domain MPEG-2 to H.264/AVC transcoding," IEICE Trans. Commun., vol.E87-B, no.7, pp.2856-2863, July 2004.
 [2] 筑波健史, 永吉 功, 花村 剛, 富永英義, "MPEG-2 から H.264 への再符号化におけるイントラ予測モード決定

手法に関する検討" 情処研報, 2005-AVM-49, pp.37-42, June 2005.

[3] X. Lu, A.M. Tourapis, P. Yin, and J. Boyce, "Fast mode decision and motion estimation for H.264 with a focus on MPEG-2/H.264 transcoding," Proc. IS-CAS 2005, vol.2, pp.1246-1249, May 2005.
 [4] G. Chen, Y. Zhang, S. Lin, and F. Dai, "Efficient block size selection for MPEG-2 to H.264 transcoding," Proc. 12th Annual ACM International Conference on Multimedia, pp.300-303, Oct. 2004.
 [5] Z. Zhou, Z. Zhou, S. Sun, S. Lei, and M.-T. Sun, "Motion information and coding mode reuse for MPEG-2 to H.264 transcoding," Proc. IEEE Int'l Symp. Circuits Syst., vol.2, pp.1230-1233, 2005.
 [6] P. Guilotel, D. Thoreau, P. Ruellou, P. Bordes, B. Chupeau B, and C. Chevance, "Adaptive encoders: The new generation of MPEG-2 encoders," SMPTE Journal, April 2000.
 [7] 中村 健, 吉留 健, 長沼次郎, 八島由幸, "H.264/MPEG-4AVC における再符号化方法の検討" 2005 信学総大, D-11-50, March 2005.
 [8] 角野真也, 栄藤 稔, 横矢直和, "MPEG-2 再符号化のためのゾーン処理付き再量子化法" 信学論 (D-II), vol.J83-D-II, no.9, pp.1879-1887, Sept. 2000.
 [9] 吉留 健, 長沼次郎, 八島由幸, "イントラ符号化された MPEG-2 プログレッシブ映像の H.264 再符号化方法の検討" 映像学誌, vol.62, no.11, pp.1819-1824, 2008.
 [10] 吉留 健, 長沼次郎, 八島由幸, "DCT 成分を極力保存

するプログレッシブ映像用 MPEG-2/H.264 再符号化手法” 映像学誌, vol.63, no.6, pp.837-846, 2009.

- [11] 吉留 健, 上倉一人, 北脇信彦, “インターレース映像を対象とした MPEG-2/H.264 インターレース再符号化方法の検討” 画電学全大, R1-1, 2009.
- [12] ITE 監修 ハイビジョン用デジタル標準画像データ http://www.ite.or.jp/shippan/test_chart_index.html
- [13] MPEG-2, Test Model 5 (TM5), Doc ISO/IEC JTC/SC29/WG11/N0400, Test Model Editing Committee, April 1993.
- [14] Joint Video Team (JCT), “Reference Software JM12.1,” <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>

(平成 22 年 5 月 11 日受付, 8 月 20 日再受付)



北脇 信彦 (正員:フェロー)

1969 東北大・工・電子卒. 1971 同大大学院修士課程了. 同年日本電信電話公社電気通信研究所入所. 1997 筑波大学教授. 2010 から同大特任教授. 工博. 知覚 QoE 評価法, 音声符号化, 音信号処理, e ラーニングの研究に従事. 1989 電気通信普及財団賞, 1990 NTT 社長表彰, 1994 日本 ITU 協会賞, 1995 RCR 郵政大臣表彰, 共著「音のコミュニケーション工学」等, IEEE Fellow.



吉留 健

1982 筑波大・第三学群・情報学類卒. 1983 同大大学院理工学研究科修士課程了. 同年電電公社厚木電気通信研究所(現 NTT)入社. 以来, 映像符号化 LSI 及び超高精細映像 CODEC の構成法・設計法, の研究開発に従事. 2001 NTT 社長表彰. 工博.

現在, NTT サイバースペース研究所画像メディア通信プロジェクト主任研究員.



上倉 一人 (正員)

1984 東京理科大・理工・電気卒. 1986 同大大学院修士課程了. 同年日本電信電話(株)入社. 1993 NTT 画像通信事業本部で自治体向けマルチメディアシステムの開発に従事. 1995 ヒューマンインタフェース研究所において画像符号化の研究に従事.

現在, NTT サイバースペース研究所画像メディア通信プロジェクト主幹研究員. 工博.



牧野 昭二 (正員:フェロー)

1981 東北大学院修士課程了. 同年日本電信電話公社(現 NTT)入社. 以来, NTT 研究所において, 音響エコーキャンセラ, ブラインド音源分離などの音響信号処理の研究に従事. 2009 から筑波大学教授. 工博. 日本音響学会技術開発賞, 本会業績賞, ICA Unsupervised Learning Pioneer Award 各受賞. IEEE Fellow.

現在, NTT サイバースペース研究所画像メディア通信プロジェクト主幹研究員. 工博.