

## 2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 イントラトランスコードにおけるレート制御

Rate control in MPEG-2/H.264 intra transcoding  
using two stage quantizer matrix

新免凌\*  
Ryoh Shimmen

河部洋輔†  
Yousuke Kawabe

三柴数‡  
Kazu Mishiba

吉留健§  
Takeshi Yoshitome

### 1. まえがき

現在映像符号化の分野において H.264/AVC 符号化方式が広く普及しているが、テレビ放送である地上デジタル放送では MPEG-2 符号化方式が用いられている。MPEG-2 符号化方式とは ISO(国際標準化機構)の下に設立された MPEG(Moving Picture Coding Experts Group) が規格化した動画像圧縮の国際標準方式である。H.264 符号化方式は 2003 年に規格化された映像圧縮符号化規格で、MPEG-2 の約 2 倍の圧縮率を目指したものである。地上デジタル放送の映像を録画する場合に MPEG-2/H.264 トランスコードを使用する。

トランスコードにおいて従来通りに符号化を行う場合符号量を制御することは容易である。しかし、2 段型量子化マトリクスを用いて符号量を制御する場合は量子化雑音低減が図れるものの同一の画像間では同じ量子化マトリクスが適用されるため、自由度に乏しく制御が困難である。そこで本研究では、2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 トランスコードにおけるレート制御を行う手法を提案する。

### 2. トランスコード

トランスコードとは 1 度エンコードした映像をもう 1 度エンコードすることである。トランスコードが用いられるのは例として MPEG-2 符号化方式の映像をから H.264/AVC 符号化方式の映像に変換するというように 1 度エンコードされた映像の圧縮方式を変更する場合である。

1 度エンコードした映像を単純に再エンコードすると時間がかかってしまう。そこで、トランスコードにおいて初段のエンコードで出力されるビットストリームに含まれる符号化情報を 2 段目のエンコードで用いることにより、再び動き予測を行う必要がなくなるので処理時間を短縮することができる。

トランスコードにおいて、1 段目のエンコードと 2 段目のエンコードで同じ符号化情報を用いることで量子化雑音を低減することができる。しかし、映像の圧縮データのサイズを小さくする場合では同じ符号化情報は使えない。従来では符号量を変化させるために量子化ステップを操作していたが量子化ステップを変化させると量子化雑音が増加してしまう。そこで、量子化雑音を低減するために 2 回目のエンコード時に量子化マトリクスを操作して符号量を制御する方法が考えられた。この方法は高周波数側の係数を大きくした量子化マトリクスを用いて量子化することで低周波側の量子化雑音を削減することができる手法であり、MPEG-2 から H.264 への再符号化において提案されている。

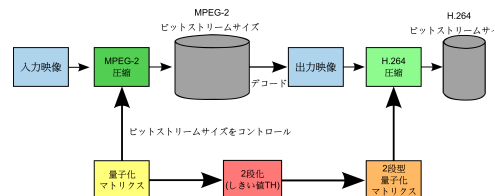


図 1: 2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 トランスコード

### 3. 提案手法

2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 マトリクスでは量子化ステップを変化させた場合のレート制御は符号化後の符号量が線型的に変化するので容易に行うことができる。しかし、量子化マトリクスを変化させる場合符号化を行った後の符号量の変化はシーケンスによって異なるため、レート制御を行う手法が提案されていなかった。

そこで、本手法では 2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 トランスコードにおいてレート制御を行う手法を提案する。使える情報は初段の符号化情報だけであるが、レート制御を行うには 2 段目の符号化情報が必要である。そこで、初段の符号化情報から 2 段目の符号量を推測する STEP1 と 2 段目の符号化において量子化マトリクスを変化させた時の符号量の変化を予測する STEP2 の 2 つの段階に分けてレート制御を行う。

#### 3.1. STEP1

STEP1 では 2 段目のエンコードを行う前に初段符号化情報を用いて 2 段目での符号化情報を予測する。初段符号化時の符号量と 2 段目符号化時の符号量を比較すると比例の関係となっている。これより符号量の減少率（初段符号量から見て 2 段目の符号量がどれだけ削減されたかの割合）を求めることができる。

$$j = S_{(H.264, TH=0)} \div S_{(MPEG-2, TH=0)} \quad (1)$$

(j:減少率)

図 2 より初段の符号量の増加に伴い符号量の減少率が 2 次曲線的に変化している。このことから式 (2) を導き出した。

$$k = j \div S_{(MPEG-2, TH=0)}^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

(j:減少率, k:定数)

(1), (2) 式を用いることにより 2 段目符号化後の符号量を予測することができる。

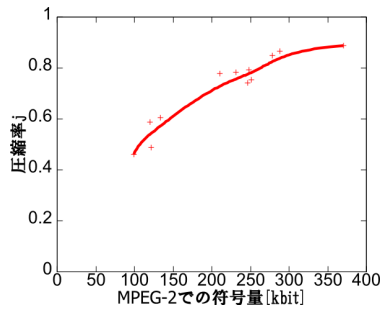


図 2: 初段符号量と 2 段目符号量の関係

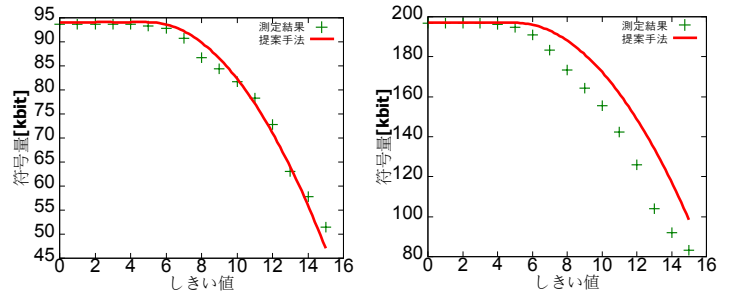


図 3: 測定結果と提案手法の比較

### 3.2.STEP2

STEP2 では予測した 2 段目の符号量を用いてしきい値を変化させた時の符号量の変化を予測する。

$$x = [(S_{(H.264, TH=0)} - \alpha) \div l]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

( $\alpha$ : 目標符号量,  $l$ : 定数,  $x$ : しきい値)

ここで目標符号量はユーザーが決定する任意の値である。定数  $l$  は各シーケンスの符号量に比例していることから以下の式の様に表せる。

$$l = 5 \times 10^{-3} \times S_{(H.264, TH=0)} \quad (4)$$

( $l$ : 定数)

目標符号量を定め (3), (4) 式を用いることによりしきい値を決定することができる。

### 4. 実験結果

MPEG-2/H.264 トランスコードにおいて H.264 エンコーダでしきい値を変化させたときの測定結果と提案手法を用いた時の結果の比較を図 3 及び表 1 に示す。

表 1: 目標符号量と提案手法で選択された符号量の比較

| merry-go-round |             | bicycling    |             |
|----------------|-------------|--------------|-------------|
| 目標符号量 (kbit)   | 提案手法 (kbit) | 目標符号量 (kbit) | 提案手法 (kbit) |
| 80.0           | 81.8        | 180.0        | 164.4       |
| 75.0           | 78.3        | 160.0        | 142.2       |
| 70.0           | 63.1        | 140.0        | 104.1       |
| 65.0           | 63.1        | 120.0        | 92.0        |

merry-go-round では従来手法での符号量と提案手法を用いた時の符号量との差は約数%となった。図 3(a) より従来手法と提案手法の結果の差が小さいため表 1 において従来手法での符号量と提案手法での符号量は同じものが選択され易くなっている。

一方 bicycling では測定結果と提案手法の結果との誤差が最大で約十数%となった。表 1 より bicycling では目標符号量と提案手法で求めた符号量の差が最大で 20 %程度となっている。理由としては TH=1 以上の場合符号量の差が大きいためであると考えられる。

また、予測値と実測値に大きな差が出る場合はシーケンスの輝度値が全体的に高い傾向にあるので、誤差が大きくなる原因は輝度値にあると考えられる。

提案手法を用いた場合に誤差が生じている理由は、2 段目符号化時の符号量と量子化マトリクスを変更した時の符号量の変化を予測で求めているからであると言える。

### 5. 結論

本稿では 2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 トランスコードにおいて符号量制御を行う手法について述べた。量子化ステップは MB ごとに変えることができるので、符号量制御は容易である。しかし、量子化ステップの数値を上げていくと画質の劣化が著しくなる。そこで画質の劣化を抑えることのできる量子化マトリクスで符号量の制御を行う 2 段型量子化マトリクスを用いた MPEG-2/H.264 トランスコードに着目した。

レート制御を行うに当たって初段符号化情報だけを用いて 2 段目の符号化時の符号量を予測する方法を提案した。提案手法の有効性を示すためにシーケンス毎に目標符号量を定め実験を行った。シーケンスによってはしきい値を変化させたときの従来手法と提案手法の結果が十数%離れている場合でも実験結果では同じしきい値を選択する場合もあった。

提案手法での予測の最大誤差が約 20 %になるのはシーケンスの輝度値が大きく全体的に明るい場合であると考えられる。また、提案手法での符号量と目標符号量の差は約 10 %となる傾向が見られた。

なお本研究は JSPS 科研費 24560460 の助成を受けたものです。

### 6. 参考文献

- [1] MPEG-2. Test model 5(tm5). Doc ISO/IEC JTC/SC29/WG11/N0400/, 4 1993. Test Model Editing Committee.
- [2] Joint Video Team(JVT) "Reference Software JM9.0"
- [3] 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. Vol. 63, No. 6, pp. 837.846, 6 2009.
- [4] 小林雅通. 量子化マトリクスを利用した量子化雑音の少ない MPEG-2/H.264 イントラトランスコード.