

MPEG-4INTER 符号化における誤り伝播特性

Error propagation property in MPEG-4INTER coding

宝蔵寺 優介

Yusuke HOZOJI

木本 伊彦

Tadahiko KIMOTO

1. はじめに

筆者らはこれまで MPEG-4 フレーム間符号化(以下 INTER 符号化)において動きベクトル成分は正しく受信され差分情報にエラーが混入した場合に、エラーの伝播性を考慮せずに、差分値を 0 としてエラーコンシールメントする方法の効果を調査してきた。[1] また MPEG-4 フレーム内符号化(以下 INTRA 符号化)においてエラーが混入した際にエラーコンシールメントし、後のフレーム (INTER 符号化) へはエラーが混入しないものとして、後の P フレームへのエラーの伝播特性を調査してきた。[2] そこで今回は、INTER 符号化の差分情報にエラーが入り、差分値を 0 としてエラーコンシールメントし、B フレームの 3 つの予測方法における後のフレームへのエラーの伝播特性を調査した。

2. 方法

2.1 エラーコンシールメント方法

MPEG は主に I フレーム、P フレーム、B フレームの 3 種類から構成される。さらに B フレームの予測方法として、前方予測、後方予測、双方向予測、直接モードがある。そこで今回は最初の P フレームと P フレームの差分情報にエラーが入り、差分値を 0 としてエラーコンシールメントし、後の P フレーム、B フレームにはエラーが混入しないものとする。また B フレームの数を変えることにより各フレームの参照の仕方も変わるの、B フレーム数を 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 と変えて行った。今回は B フレームには 前方予測、後方予測、双方向予測の 3 つの予測方法を用いた。またエラーが混入する差分情報のエラー率は 1~10% まで 1% ごとに乱数でブロックを決めて行った。

2.2 客観評価

2.1 で述べた B フレームの 3 つの予測方法に対して B フレームの数及び各エラー率について、SN 比、エラーを含む画素の数、エラーを含む画素と原画素との差の絶対値平均を計算し評価をした。

2.3 主観評価

2.1 で述べた 3 つの方法について各フレーム数に対して、エラー率 1%, 5%, 10% を MOS 評価した。評価者にはエラーなしフレーム (3.3 秒)+エラー伝播フレーム (3 秒) を 1 つの動画として前方予測と後方予測、前方予測と双方向予測、後方予測と双方向予測の順番で評価をしてもらった。MOS 評価の値を表 1 に示す。先に見た方の評価が 4 なら後に見た方の評価を 2 として 3 方法の評価を合計したものをも 2 で割り 10 人の平均を求めた。

テスト画像の説明: 352×288 画素, テスト画像の名前 Mobile&Calendar, Table tennis, 輝度成分 256 階調。

条件

①15 インチ液晶モニター上 (表示域高さ 16 cm) で 1.5m 距離して同じものを 1 回示した。

②画像には知識のない対象者数 10 人で行った

評価	
5	先に見た方が明らかに良い
4	先に見た方が良い
3	どちらも同じだ
2	先に見た方が悪い
1	先に見た方が明らかに悪い

表 1 MOS 表

3. 結果

3.1 客観的評価

3.1.1 SNR の推移

図 1 に mobile&Calendar エラー率の 1% の時の B フレーム数 2 と 30 の時の SNR を示す。これより、B フレームが増える方が値は下がることがわかる。また B フレーム数が同じ場合 3 つの予測方法のグラフの軌跡はほぼ同じである。B フレーム数 30 時の前方及び双方向の値が 30 フレーム前後まで高いのは前方予測の場合最初の P フレームにはエラーが混入しておらずその P フレームを参照するのでエラーが伝播しない。双方向も同じ原因で値が高くなる。また後方のみ値が突発的に低くなるところが見られた。これらの傾向は Table tennis でもみられた。

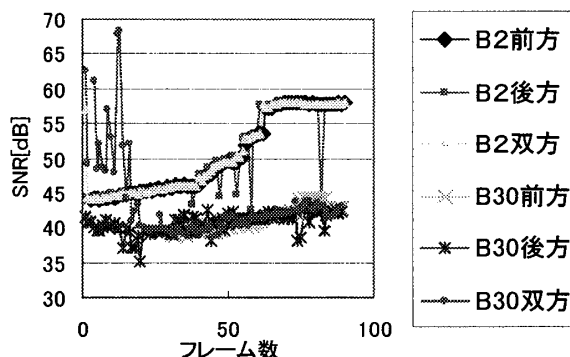


図1 Mobile&Calendar エラー率1%のSNR

3.1.2 エラー画素数の伝播状況

図 2 に Table tennis エラー率の 6% の時の B フレーム数 5 のエラー画素数の伝播状況のグラフを示す。これより後方予測だけエラー画素数が多いことが分かる。これは先にも述べたように後方は前方よりエラーの伝播が 1 回多く P フレームを参照するため、エラー箇所が拡散するためエラー画素数の変動が大きいと推測できる。またこれらの傾向は B フレーム数を変えてもみられ、Mobile&Calendar でもみられた。

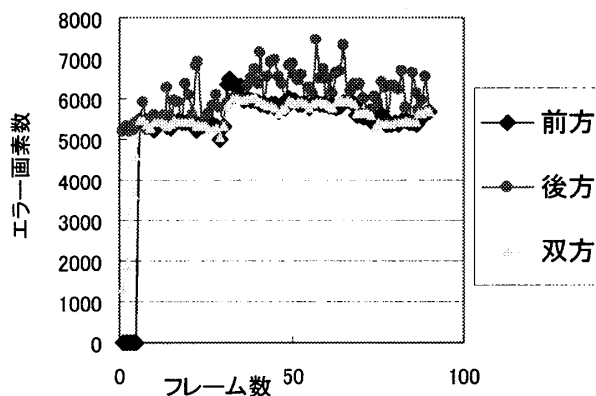


図2 Table tennis エラー率の6%エラー画素数

3.1.3 エラー画素と原画素との差の絶対値平均

図3に Table tennis エラー率の6%の時のBフレーム数5のエラー画素数の伝播状況のグラフを示す。これより後方予測だけ絶対値平均値が低いところが多いとわかる。これは先にも述べたように後方は前方よりエラーの伝播が1回多くPフレームを参照するため、エラー箇所が拡散することにより値は原画像に近いと推測できる。またこれらの傾向はBフレーム数を変えてもみられ、Mobile&Calendar でもみられた。また以上の結果からSNRが突発的に下がる場所は、ほとんどの場合エラー画素の数が多く、また誤りの値も大きくなる場合に起きることがわかった。

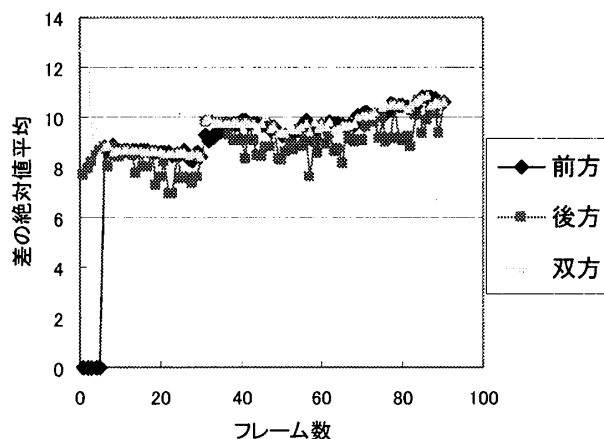


図3 Table tennis エラー率の6%差の絶対値平均

3.2 主観的評価

図4に Mobile&Calendar エラー率の5%の時のMOS評価のグラフを示す。図5に Table tennis エラー率の1%の時のMOS評価のグラフを示す。この両方のグラフから分かるように、Bフレーム数が10枚辺りを境に後方予測の評価が下がることが分かる。これは他のエラー率での同じような傾向にあった。この原因として考えられるのは、客観評価でも述べたように、前方予測の場合最初のPフレームにはエラーが混入しておらずそのPフレームを参照するのでエラーが伝播しないのでBフレームの数が増えるほど、エラーの混入時刻が遅くなる。故に前方予測および双方向予測の評価が高かったと考えられる。またSNRが突発的に下がる場所でも映像でみると多少影響があるので、これも原因の一つと考えられる。

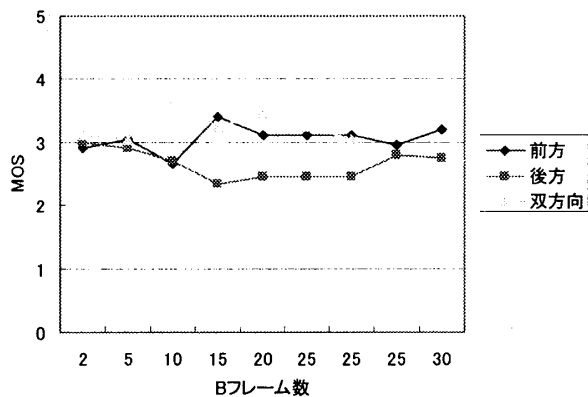


図4 Mobile&Calendar エラー率の5%のMOS評価

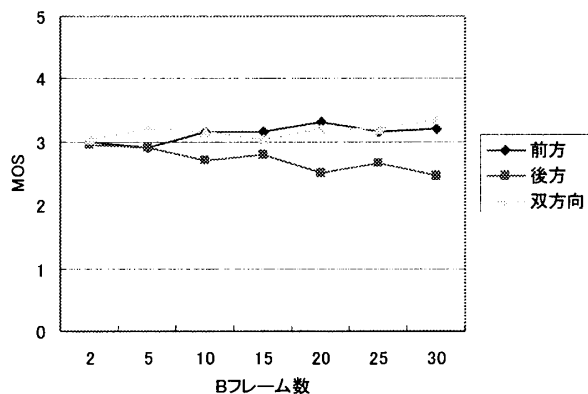


図5 Table tennis エラー率の1%のMOS評価

4. むすび

今回はテスト画像を2種類使って評価をしてみた。客観的評価においてBフレームの数が増えるほど、SNRは下がることは分かり、後方予測だけ突発的に値が下がるところがあった。エラー画素の伝播数では後方予測が多く、原画像との画素差の絶対値平均値は後方予測が低くなる場合が多かった。また後方予測だけSNRが下がる場合は、エラー画素の伝播数が多く、原画像との画素差の絶対値平均が高い場合に下がることもわかった。また主観的評価において、Bフレーム数が10枚辺りを境に後方予測の評価が下がることが分かった。以上の結果から、主観的評価、客観的評価には、前方予測の場合最初のPフレームにはエラーが混入しておらずそのPフレームを参照するのでエラーが伝播しないことが前方予測、後方予測、双方向予測の伝播特性に大きく関わるようである。また今回はエラーコンシールメントの方法が差分値を0とする最も簡単な方法だったので今後別の方法の検討や直接モードも含めた伝播特性が今後の課題といえる。

参考文献

- [1] 宝蔵寺, 木本, 「MPEG-4 動画画像符号化におけるDC成分によるエラーコンシールメント効果の評価」, 16-2, 映像年次大会(2003年8月)
- [2] 宝蔵寺, 木本, 「MPEG-4 INTRA 符号化におけるDCTスキャン方法による誤り伝播特性」, D-11-54, 信学総大(2004年3月)