

H. 264 符号化における動きの整合性に基づいたスキップモード選択方式 A Novel Skip-mode Selection Method Based on Motion Consistency in H.264/AVC Coding

蝶野 慶一† 宮本 義弘†
Keiichi Chono Yoshihiro Miyamoto

1. まえがき

H. 264 を用いた HDTV 低ビットレート符号化における特有の画質劣化として、零の動きベクトル場が動き領域に形成されることによって発生する、平坦領域での輪郭劣化が指摘されている[1]。この零の動きベクトル場(以後、望ましくない動きベクトル場と呼ぶ)は、スキップモードに対する符号化モード選択方式に起因して形成される。この問題を解決するために、著者らは、動き推定で検出した動きベクトルとスキップモード動きベクトルとの整合性に基づいたスキップモード選択方式を提案してきた[1]。本稿では、より高度な符号化モード選択を利用する Joint Model (JM) [2]の高 complexity モードにおいても望ましくない動きベクトル場が形成されることを示し、JM の高 complexity モードにおける提案方式の動作と効果をシミュレーションによって確認する。

2. 従来方式と課題

JM の高 complexity モードにおける符号化モード選択では、以下の式(1)に基づいて各符号化モード m のコスト J を計算し、その値が最小となる m を MB の符号化モードとして決定する。

$$J(m, QP) = SSD(m) + \lambda(QP) \cdot R(m) \quad (1)$$

$$\lambda(QP) = 0.85 \times 2^{QP/3} \quad (2)$$

ただし、 QP は量子化パラメータ、 SSD は m による符号化で発生する誤差量、 R は符号量である。式(2)からビットレートが低くなるほど λ も大きくなる。ゆえに、低ビットレートでは、符号が発生しない($R=0$)スキップモードが、比較的平坦な領域で選択され易くなる。

ところで、H. 264 のスキップモードの動きベクトル (SMV) は、MB に対して左側および上側に隣接するブロックの動きベクトルのいずれかが零である場合に零 (SMV=0)、そうでない場合に 3 近傍ブロックの動きベクトルの中央値 PMV (SMV=PMV) となるように規格で定められる。このため、比較的平坦な動領域で零の動きベクトルを持つモードを 1 つでも選択すると、この零の動きベクトルが後続して符号化する MB にも伝播する[1]。

一例として、スキップモードを禁止した JM で ITE のテストシーケンス Marching in を符号化した結果の動きベクトル場を図 1、スキップモードを禁止しない JM で符号化した結果の動きベクトル場を図 2 に示す(ただし、画像の 1 格子が 1MB に相当し、格子中の線分は動きベクトル、点は零の動きベクトルである)。図 1, 2 に対応する領域は、動領域であるにも関わらず、図 2 の従来方式では零の動きベクトル場が形成されていることを確認できる。

3. 提案方式

動きの整合性が低く、尚且つ、誤差量が多いスキップモードを選択しないように、符号化モード選択を制御する。提案方式では、スキップモードのコスト計算においてその動きの整合性を考慮するために、動き推定で検出した Inter16x16 モードの動きベクトル AMV を用いる。提案方式では、式(1)の代わりに、式(3)を用いてスキップモードのコストを計算する。

$$J(m, QP) = \begin{cases} SSD(m) \cdots & \text{if(SMV} == \text{AMV)} \\ SSD(m) + \lambda(QP) \cdot VR(m) \cdots & \text{Otherwise.} \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 VR は、スキップモードを Inter16x16 モードとして符号化する際の符号量である。ただし、その予測動きベクトルには、PMV ではなく、AMV を用いる。

式(3)を用いることで、実際の動きを表す AMV とは異なる値の SMV を持つスキップモードでは、符号量 VR がコストに加算される。この作用により、SMV に対する誤差量が AMV に対する誤差量よりも大きい場合、スキップモードのコストは最小とならない。つまり、提案方式では、SMV に動きの整合性がない場合、従来方式よりも誤差量を優先した符号化モード選択を行う。この結果、動きの整合性が低く、尚且つ、誤差量が多いスキップモードを選択しなくなり、スキップモード選択に起因する望ましくない動きベクトル場の発生を防止できる。

4. シミュレーション

HDTV(1920x1080i) の ITE 標準テスト画像(Marching in, Crowded Crosswalk)に対して符号化実験を行った。符号化条件は、N=0(先頭のみ 1 ピクチャ)、M=3、MBAFF、CABAC、固定量子化(QP=27/32/34/37/40、P ピクチャには+1、B ピクチャでは+2)である。エンコードに用いた JM のバージョンは 12.2 である。JM12.2 に 3 節のスキップモード判定を実装した方式を Method 1、更に、AMV の整数精度動きベクトル探索に原画像を利用した Method 1 の改良方式を Method 2 として、方式毎の符号化結果をグラフ 1-2 に示す。Method 2 は、低ビットレートにおける粗量子化の歪みの影響下でも、より実際の動きに近い AMV を検出できる。

グラフから、Method 1 によって JM に対する RD 特性劣化が生じないこと、Method 2 によって Method 1 に対する RD 特性改善が得られること(Crowded Crosswalk で約 0.7[dB] の改善)を確認できる。前者の理由は、提案方式による誤差量削減とヘッダ符号量増加が相殺したからである。後者の理由は、誤った動きベクトルによる動き補償予測が回避されたからである。

† 日本電気(株)、NEC Corporation

図3に、提案方式の動きベクトル場を示す。図3から、提案方式によって、スキップモードを用いながらも、図1に近い望ましい動きベクトル場が得られることが確認できる。この動きベクトル場の改善によって、文献[1]の結果と同様に、平坦な動領域の輪郭部の主観画質改善を確認できた。

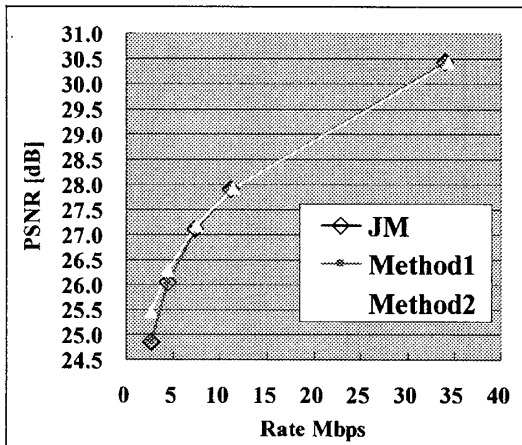
5. まとめ

本稿では、JMの高complexityモードにおける、動きベクトルの整合性に基づいたスキップモード選択方式を提案した。提案方式によって、JMのRD特性を低下させることなく、望ましくない動きベクトル場の形成を防止できることをシミュレーションで確認した。また、提案方式においてAMVの動きベクトル探索に原画像を利用することで、JMに対する提案方式のRD特性が最大で0.7[dB]改善することを確認した。

参考文献

- [1] 蝶野他, “符号化アーチファクトを抑制する H.264 符号化モード選択方式”, FIT2006, LJ-003, 2006年9月.
- [2] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/index.htm>

グラフ 1: “Marching in” 1080i 58frame



グラフ 2 “Crowded Crosswalk” 1080i 58frame

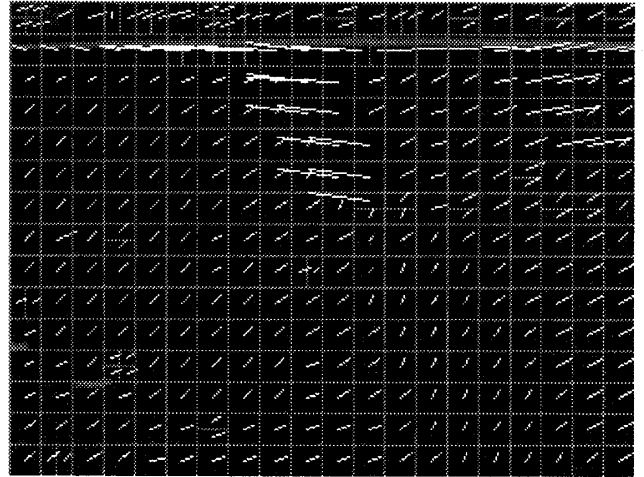
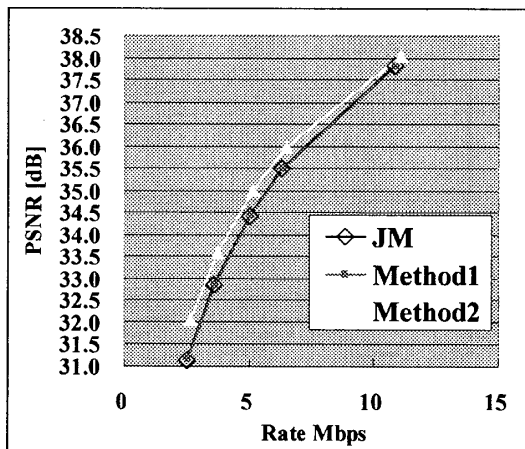


図 1: JMによる動きベクトル場 (スキップモードなし)

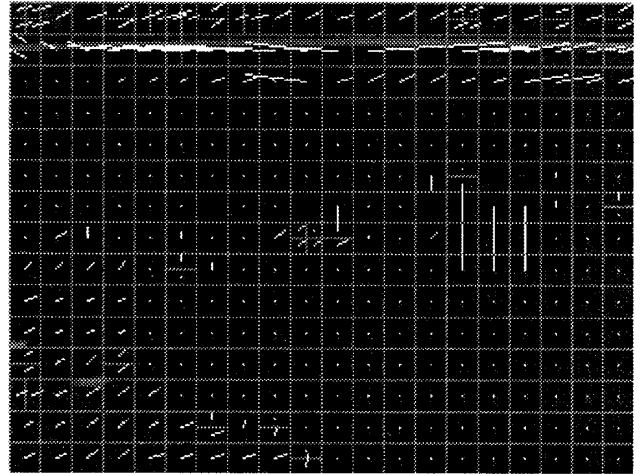


図 2: JMによる動きベクトル場 (スキップモードあり)

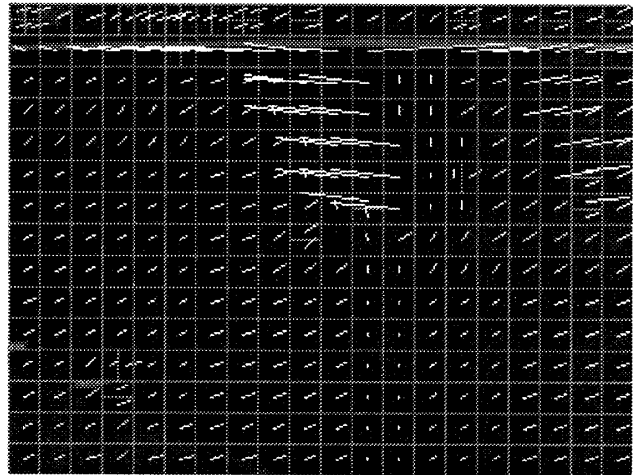


図 3: Method 1による動きベクトル場 (スキップモードあり)