

ステレオ動画像符号化のための多峰性確率モデルによる動き / 視差ベクトル表現

Representation of Motion and Disparity Vectors

Using Multi-Peaked Probability Models in Stereo Video Coding

増川 裕樹*
Hiroki MASUKAWA

青森 久*
Hisashi AOMORI

松田 一朗*
Ichiro MATSUDA

伊東 晋*
Susumu ITOH

1. はじめに

3D 映像コンテンツの拡充に伴い、テレビなどの一般家庭向け映像機器がステレオ動画像に対応しつつある。我々は先に、ステレオ動画像符号化のための予測方式として、整数画素精度で動き補償 (MC) または視差補償 (DC) された 2 枚の符号化済みフレームから、適応内挿フィルタ [1] を用いて予測値を生成する手法を提案した [2]。しかし、この予測方式では、ブロック毎に常に 2 本の動ベクトルまたは視差ベクトルが必要であり、低ビットレートにおける付加情報の増大が問題となっていた。本稿では、これらのベクトル情報を多峰性確率モデル [3] を用いて効率的に表現する方法について検討する。

2. 適応内挿フィルタを用いた動き / 視差補償

本方式では、H.264[4] やその拡張である MVC[5] で採用されている双予測方式と同様に、符号化済みの 2 枚の参照フレームから予測値を生成している。但し、スケラビリティの観点から片眼画像を単独で復号できるように、左眼画像の予測には MC のみを使用する。一方、右眼画像については左眼画像を参照する DC を併用できるが、演算量やフレームメモリの削減を図るため、1 枚目の参照フレームは直前 (時刻 $t-1$) の右眼画像に固定されており、2 枚目の参照フレームのみ時刻 $t-2$ の右眼画像または同時刻 t の左眼画像を 16×16 画素のブロック単位で切り替えている。各ブロックの予測値は、それぞれの参照フレームに対して整数画素精度の MC または DC を適用した後、図 1 に示すような菱型のマスク形状 (13×2 タップ) を有する 16 種類の内挿フィルタのいずれかを

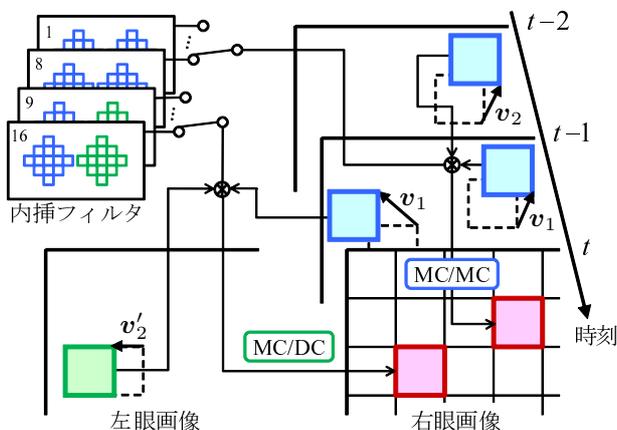


図 1 右眼画像符号化時の予測方式

適用することで生成される。したがって、2 枚目の参照フレームを右眼画像から選択したブロックでは 2 本の動ベクトル v_1, v_2 を、左眼画像から選択したブロックでは動ベクトル v_1 と視差ベクトル v'_2 をそれぞれ伝送する必要がある。

3. 多峰性確率モデルを用いた動き / 視差ベクトル表現

文献 [3] では各ベクトル情報を伝送するため、近傍 3 ブロックの同種の参照ベクトルにメディアン予測を適用して求めた予測ベクトルとの差分値を、水平・垂直成分独立に符号化していた。これは、算術符号を用いる本方式において、水平成分の差分値を Δx としたとき、その生起確率を次式の単峰性関数で近似することに相当する。

$$g(\Delta x) \propto \exp\{-\beta \cdot |\Delta x|^c\} \quad (1)$$

ここで、 $g(\cdot)$ は一般化ガウス関数を表し、その形状は 2 つのパラメータ β, c によって制御できる。

メディアン予測は H.264[4] にも採用された技術であるが、動きの異なる物体の境界付近では予測の精度が低下する場合がある。また、 v_2 および v'_2 については近傍ブロックに同種のベクトルが存在しているとは限らないため、メディアン予測の適用が困難になるという問題もある。そこで本稿では、参照ベクトルの存在範囲を拡大すると共に、上記の生起確率を各参照ベクトルの位置にピークを持つ多峰性関数でモデル化する手法 [3] を導入する。以下では、簡単のために各ベクトルの水平成分の符号化を例に議論するものとし、ベクトル $v = (x, y)$ から水平成分を取り出す操作を $X(v)$ と表記する。

3.1 動ベクトル v_1, v_2 の符号化

動ベクトル v_1 の符号化に際しては、図 2 のように近傍 3 ブロック (a, b, c) に、前フレームの同一位置ブロック (d) と左眼画像の同一時刻、同一位置ブロック (i) を加えた 5 ブロックを参照動ベクトルの存在範囲とする。これらのブロックの符号化済み動ベクトルで構成される参照動ベクトルの集合を V とおき、符号化対象動ベクトルの水平成分の条件付生起確率を次式でモデル化する。

$$\Pr(x|V) \propto \sum_{\tilde{v} \in V_1} g(x - X(\tilde{v})) \quad (2)$$

このとき $\Pr(x|V)$ の分布型は、図 3 に示すように最大 5 つのピークを有する多峰性関数となる。

*東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科

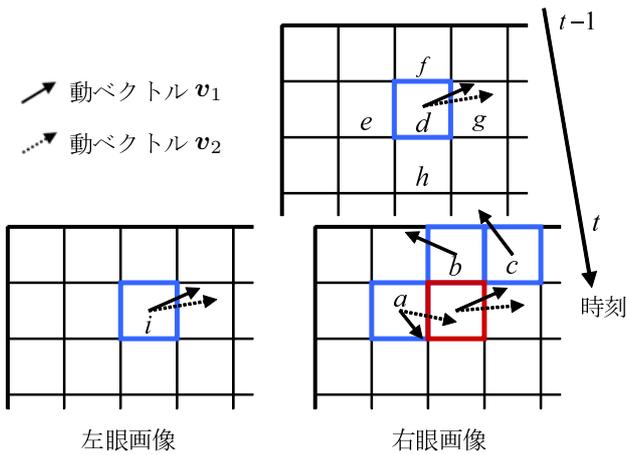


図2 参照動ベクトルの存在範囲

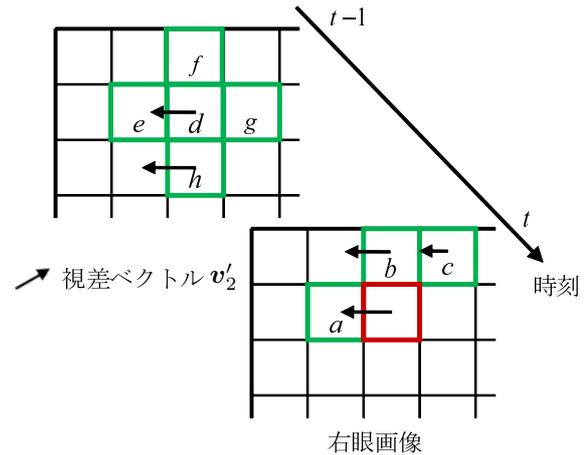


図4 参照視差ベクトルの存在範囲

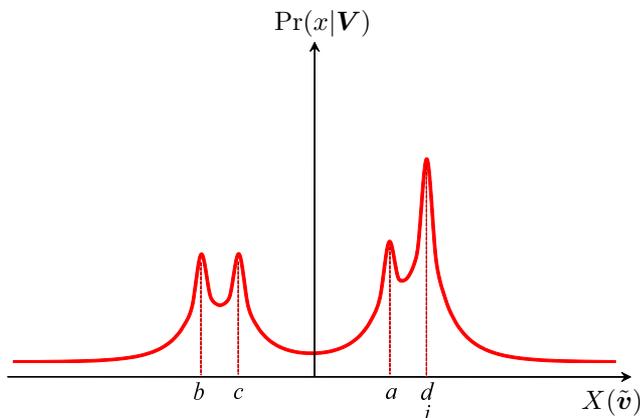


図3 多峰性確率モデル

一方、2本目の動ベクトル v_2 に関しても、参照動ベクトルの存在範囲を同様に設定しているが、これら5ブロックに同種の動ベクトル v_2 が存在しているとは限らない。但し、左眼画像のブロック (i) には必ず動ベクトル v_2 が存在するため、参照動ベクトルの集合 V の要素数は1~5となる。例えば図2の場合 $|V| = 3$ である。

3.2 視差ベクトル v'_2 の符号化

左眼画像には符号化済みの視差ベクトルが存在しないため、参照視差ベクトルの存在範囲を右眼画像に限定し、図4のような $a \sim h$ の8ブロックに設定する。したがって $|V|$ の最大値は8であり、図4の例の場合 $|V| = 4$ となる。なお、参照視差ベクトルが1本も存在しないとき ($|V| = 0$) は、ダミーの参照ベクトル $v = (0, 0)$ を V に加えるものとする。

4. 特性評価とまとめ

ステレオ動画象 Trapeze (SIF サイズ, 30Hz, 30フレーム分, Y 信号) の右眼画像を対象にして符号化シミュレーションを実施した。図5の「単峰性確率モデル」は(1)式に基づいて動ベクトルと視差ベクトルを算術符号化する方式を示しており、それ以外については本方式

と同一である。なお、予測誤差信号の符号化には、DCTと算術符号化を組み合わせた手法を実装した。また、一般化ガウス関数の分布型を制御するパラメータ β, c については、 v_1, v_2, v'_2 の水平・垂直成分それぞれについてフレーム毎に適切な値をダウンロードしている。同図より、本方式が「単峰性確率モデル」と比較して符号化レートを約7.1%削減している様子を確認できる。

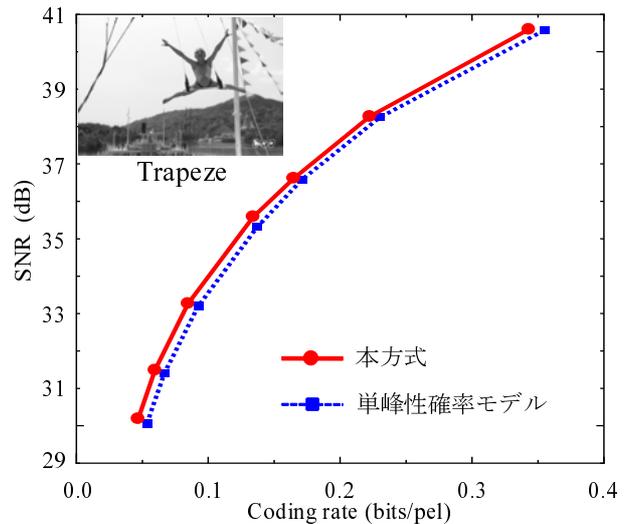


図5 符号化特性

【参考文献】

- [1] I. Matsuda et.al: "Block Matching-Based Motion Compensation with Arbitrary Accuracy Using Adaptive Interpolation Filters", Proc.of EUSIPCO 2006 (Sep. 2006).
- [2] 海野 他: "ステレオ動画象符号化のための適応内挿フィルタに基づいた双予測方式", 信学総合大, No.D11-81 (Mar. 2009).
- [3] 竹内 他: "多峰性の確率モデルを用いた動ベクトルの算術符号化", 映情学年次大, No.5-3 (Aug. 2009).
- [4] ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services", 2003.
- [5] Y.S. Ho et.al: "Overview of Multi-view Video Coding", Proc. of EC-SIPMCS 2007 (June 2007).