

## 超高精細映像符号化における広範囲探索手法の一考察 A Study of Wide Range Motion Estimation Algorithm for UHDTV Video Coding

佐野 卓 大西 隆之 嵯峨田 淳 清水 淳  
Takashi Sano Takayuki Onishi Atsushi Sagata Atsushi Shimizu

### 1. はじめに

近年、HD や 4K×2K の解像度を超える 8K×4K 等の高精細映像を符号化する機会が高まってきている。高精細映像の符号化においては、物体の動き量が大きくなるため、HD サイズ等の符号化を行う場合よりも広い動き探索範囲が必要となる。一方で、細かいテクスチャが多い映像においては、高精細映像本来の画品質を保つため精度の高い動き探索アルゴリズムも要求される。

我々は、高精細映像符号化の動き探索において、物体やカメラパンの動き量に応じて、動き探索に用いる画像の縮小比率と探索中心点を適応的に決定し動き探索を行うアルゴリズムを提案した。本稿では提案する探索アルゴリズムと、そのアルゴリズムを用いて 8K 映像を HEVC[1]で符号化した際の評価結果について示す。

### 2. 提案する動き探索アルゴリズムについて

#### 2.1 動き探索部の構成

提案する動き探索部の構成を図 1 に示す。本提案方式は縮小画像上で行う事前動き探索処理と、単画素精度で行う動き探索処理とで構成される。事前動き探索処理の縮小比率は 1/4 と 1/8 の 2 種類を適応的に切り替える。事前動き探索処理は 64×64 サイズのみで動き探索処理を行い、単画素精度探索では事前動き探索処理で検出した動きベクトル位置を中心に、8×8、16×16、32×32、64×64 の CU サイズで周辺探索を行う。

#### 2.2 縮小比率と探索中心点の決定アルゴリズム

本提案方式では事前動き探索部で検出した動きベクトルを元に各成分 15 個のヒストグラムを作成し、その最頻値  $MV_{hist}$  を検出する。また、ヒストグラムを作成した動き探索時のフレーム間距離を  $D_{hist}$  と、当該符号化フレームのフレーム間距離を  $D_{pic}$  とすると、当該符号化フレームの最頻ベクトル  $MV_{most}$  は、式(1)に示す様に  $MV_{hist}$  の値をフレーム間距離に応じてスケールリングすることで求められる。

$$MV_{most} = MV_{hist} \times (D_{pic} - D_{hist} + 1) \quad (1)$$

$MV_{most}$  から事前動き予測で用いる縮小比率と探索中心点を決定する処理フローを図 2 に示す。ここで 1/4 縮小画像による探索範囲を  $SR_{1/4}$ 、1/8 縮小画像による探索範囲を  $SR_{1/8}$  とする。はじめに  $|MV_{most}|$  と  $|SR_{1/4}|$  を比較し、 $|SR_{1/4}|$  未満であれば動きの小さいシーンであると判断し、1/4 縮小画像による探索を用いて精度の高い動き探索を行う。 $|MV_{most}|$  が  $|SR_{1/4}|$  以上  $|SR_{1/8}|$  未満であれば動きの大きいシーンであると判断し 1/8 縮小探索を行い、更に  $|MV_{most}|$  が  $|SR_{1/8}|$  以上の場合、式(2)に示す様に  $MV_{most}$  と  $SR_{1/8}$  の差分値を探索中心座標として設定し 1/8 縮小探索を行うこと

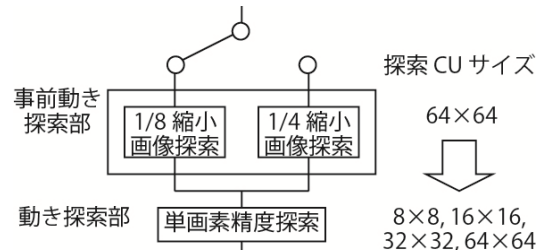


図1 動き探索部全体構成図。

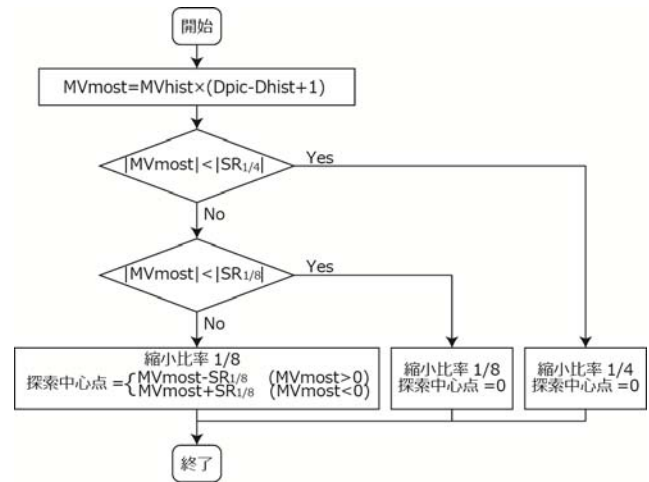


図2 動き探索処理フロー。

で、動き探索に要する演算量を一定に保ちつつ効率的に物体の動きを捉えることが可能となる。

### 3. 評価

#### 3.1 評価条件

本提案方式をソフトウェア上に実装し、HEVC 参照ソフトウェア(HM)[2]に適用し符号化効率の評価を行った。評価条件を表 1 に示す。評価コンテンツ<sup>1</sup>はカメラが右方向へ大きく動いている 8K の映像シーンを用いた。評価に使用したコンテンツを図 3 に示す。評価コンテンツ 10 フレームのうち、最初の 2 フレーム間で事前動き予測処理を行い、動きベクトルのヒストグラムを生成し 2 フレーム目以降の縮小比率及び探索中心点を決定した。その結果を用いて 2 フレーム目以降の 9 フレームについて符号化処理を行い、符号化効率について評価を行った。事前動き探索の探索範囲は 1/8 縮小時で±196 画素、1/4 縮小時で±48 画素とすることで動き探索処理における演算量を一定にして評価を行った。単画素精度での動き探索範囲は±16 画素とした。動き探索処理は全て全探索で行った。

日本電信電話(株)NTTメディアインテリジェンス研究所  
NTT Media Intelligence Laboratories, NTT Corporation.

<sup>1</sup> 評価コンテンツは NHK のスーパーハイビジョン映像を使用した。

表1 評価条件

入力画像フォーマット	SL (7680×4352 / 60P)
評価フレーム	9フレーム
CTUサイズ	64×64
CUサイズ	8×8, 16×16, 32×32, 64×64
事前動き探索範囲	±192画素(1/8縮小の場合) ±48画素(1/4縮小の場合)
動き探索範囲	±16画素
動き探索方法	全探索
HMバージョン	14.0
符号化ビット深度	10ビット
量子化パラメータ	22, 27, 32, 37



図3 評価映像(SL).

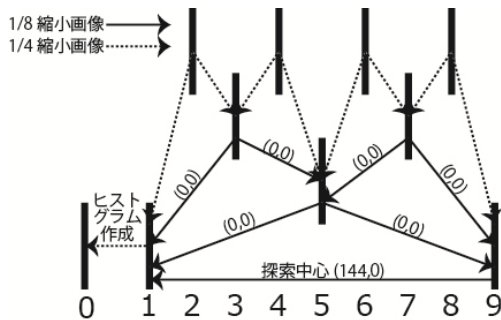


図4 提案方式の縮小比率と探索中心について.

### 3.2 評価結果

表1に示した条件にて動きベクトルのヒストグラムを作成し、探索に用いる縮小比率と探索中心点を決定した。結果を図4に示す。実線矢印は1/8縮小画像による探索処理を表しており、点線矢印は1/4縮小画像による探索処理を表している。フレーム間距離の短いフレームについては1/4縮小画像を用いて高精度に動き探索を行い、その他のフレームについては1/8縮小画像を用いて広い範囲を探索する動作が適応的に切り替えられていることがわかる。更に最もフレーム間距離の長いフレームについては探索中心点を水平方向に144画素ずらして探索を行うことで動き探索の演算量を増加させずに効果的に動きを捉えている。

本提案方式を用いて符号化を行い、符号量とPSNRを算出しBD-Bitrateにて評価を行った。ここで原点を中心として1/8縮小画像で事前動き探索を行った場合と、1/4縮小画像で行った場合を従来手法として比較した。各従来手法を基準とした場合のBD-Bitrateの結果を表2に、輝度成分のR-D特性を図5に示す。本提案手法は動き探索に要する演算量を一定に保ちつつ、1/8縮小探索のみの場合と比較して0.54%、1/4縮小探索のみの場合と比較して5.38%の符号量削減を実現した。

表2 BD-Bitrate 評価結果

	BD-Bitrate		
	Y	Cb	Cr
1/8縮小探索のみ	-0.54%	-2.43%	-2.96%
1/4縮小探索のみ	-5.38%	-13.80%	-12.74%

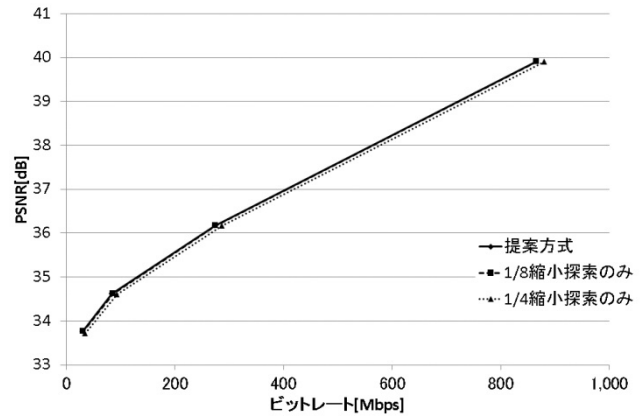


図5 符号化効率評価結果(輝度成分).

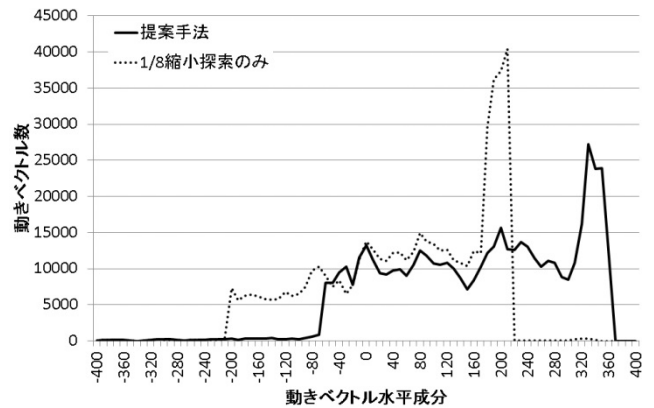


図6 水平動きベクトル成分の分布(8×8CU, QP32).

### 3.3 考察

本提案方式の9フレーム目符号化時における水平動きベクトル成分の分布を図6に示す。1/8縮小探索のみの場合と比較してより遠い成分にベクトルが集中していることが分かる。本提案方式ではカメラパンの動きを事前に検知し探索中心点を決定することで、原点を中心として動き予測を行った場合と比較して3.73%の符号化効率向上を実現した。

### 4. おわりに

本稿では高精細映像の符号化に適した動き探索アルゴリズムについて提案し、ソフトウェア上で符号化効率について評価を行った。縮小比率を1/8及び1/4で固定して符号化を行った場合と比較して、本提案方式は0.54~5.38%の符号量削減を実現した。今後はより高精度な探索中心点決定手法について検討する予定である。

#### 参考文献

- [1] ITU-T Recommendation H.265(2013), "High efficiency video coding", April 2013.
- [2] HM(HEVC reference software), available at [http://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_HEVCSoftware/](http://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/)