

AVCHD

今宮 久夫, 西田 健

Hisao IMAMIYA, Takeshi NISHIDA

1 はじめに

1981 年, アナログ方式で記録する VHS ビデオカメラが登場し, いつでもどこでも映像を記録することができるようになった. そして, 1995 年にデジタル方式で記録する DV 規格のビデオカメラが登場した. 2003 年には DV 規格を改良し, 高精細な画像でデータ量の大きいハイビジョン映像を DV テープに記録可能な HDV(High-Definition Video) 規格のビデオカメラが発表された. そして, 2006 年にビデオカメラの記録フォーマット AVCHD(Advanced Video Codec High Definition) 規格が登場し, 高い圧縮効率や画質補正により効率よく映像を記録することが可能となり, 様々な記録媒体の対応することを実現した.

本稿では, AVCHD 規格と HDV 規格の比較を行い, AVCHD 規格を用いる利点について述べる.

2 AVCHD 規格

AVCHD 規格とは, ハイビジョン映像を記録するビデオカメラ記録フォーマットの一つである. AVCHD 規格が規定・実用化される以前は, ハイビジョン映像を記録するビデオカメラは HDV 規格のみであり, 対応する記録媒体は DV テープだけであったが, AVCHD 規格では高い圧縮効率により, データ量を減らすことができるため, DVD 記録用ディスク, 内蔵ハードディスク, SD カード, Blu-ray Disk などの幅広い記録媒体に対応している.

2.1 HDV 規格

HDV 規格とは, ハイビジョン映像を DV テープに記録するためのフォーマットである. 映像圧縮方式に, 圧縮効率が低く最高ビットレートが 25Mbps の MPEG-2 を採用している. ビットレートとは, 単位時間あたりに何ビットのデータが処理されるかを表す語であり, ビットレートが高くなると画質も向上する. 圧縮効率とビットレートは相対関係であり, 圧縮効率が低いとビットレートを高くなるため, 画質は良くなる.

2.2 HDV 規格との比較

HDV 規格との性能の違いを Table 1 に示す. Table 1 に示したように, AVCHD 規格では映像圧縮方式に H.264/MPEG-4 AVC 方式を採用しているため, 効率よく動画を圧縮することができる. この方式は MPEG-2 と比較すると 2 倍以上の圧縮効率が実現可能であり, 最高ビットレートが 12~16Mbps と低くなるため, ハイビジョン映像の長時間の撮影を可能としている. また, 今後普及することが見込まれる Blu-ray Disk でも採用されている.

Table1 HDV 規格との性能の比較 (出典: 自作)

| | HDV 規格 | AVCHD 規格 |
|---------------|--------|------------------|
| 映像圧縮方式 | MPEG-2 | H.264/MPEG-4 AVC |
| 圧縮率 | 1/40 | 1/80~ |
| ビットレート (Mbps) | 25 | 12~16 |
| 記録媒体 | DV テープ | DVD 記録用ディスク |
| | | 内蔵ハードディスク |
| | | 内蔵メモリー |
| | | メモリスティック |
| | | SD カード |
| | | Blu-ray Disk |

2.3 画質と記録時間

ビットレートが高いと画質が向上し, 情報は増加する. つまり, 高画質での長時間の撮影は膨大な情報量になってしまい, 記録するためには大容量の記録媒体が必要となる. Table 1 に示したように, HDV 規格のビットレートは MPEG-2 を用いているため 25Mbps であり, AVCHD 規格のビットレートは H.264/MPEG-4 AVC を用いているため 12~16Mbps となっている. HDV 規格では最高ビットレートが高いため, データ量は多くなる. AVCHD 規格では最高ビットレートを低くすることで情報を少なくし, 様々な記録媒体で長時間の撮影を可能としている.

3 映像圧縮方式

AVCHD 規格で採用されている H.264/MPEG-4 AVC 方式は, 高い圧縮効率を実現し, データ量を減らし, かつ画質の低下を抑えるための技術が採用されている. 4.1 節で圧縮するデータを減らす動き補償技術について, 4.2 節で画質の劣化を抑える重み付け予測技術について述べる.

3.1 動き補償技術

ビデオカメラにおける動画は, 時間的に連なるフレームで構成されている. 動画の性質として, 前回のフレームと現在のフレームが類似していることが多い. この性質を利用し, 前回のフレームから現在のフレームを予測したフレームとする. この予測フレームと現在のフレームを比較し, その差分だけをデータとする. この方式を動き補償技術と呼ぶ. 動き補償技術は, フレーム間の予測においてこれらの動きを補うもので, 現在のフレームを予測する場合に, 動きの量だけずらした位置に画像を用いる. 動き補償を行うためには, 画像の動いた量を推定する動きベクトルを用いる.

物体の抽出および動きベクトルの検出を Fig.1 に示す。

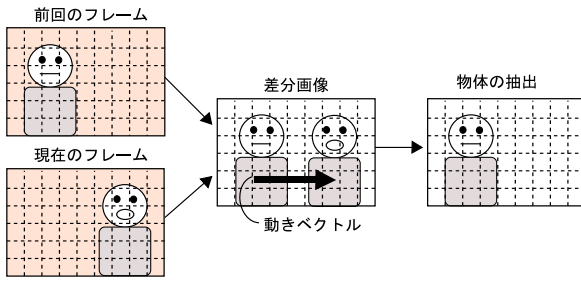


Fig.1 物体の抽出および動きベクトルの検出 (参考文献³⁾より参照)

Fig.1 に示したように、各フレームを分割したものをブロックといい、前回のフレームと現在のフレームをブロックごとに比較し、共通部分を全て取り除くことで差分画像を生成する。そして、前回のフレームと差分画像をブロックごとに比較し、共通部分を取ることで物体の抽出を行う。また、抽出した物体の各ブロックがどこに動いているかを差分画像を用いて求める。これを動きベクトルという。

MPEG-2 での動き補償は 16×16 のブロックサイズでの処理だったが、H.264/MPEG-4 AVC 方式では 16×16 , 16×8 , 8×16 , 8×8 , 8×4 , 4×8 , 4×4 の 7 種類のブロックサイズから最適なものを使用する。細かい単位での動き補償は、より正確な動き補償を実現することができるが、その分データ量が増えてしまうので、動きの量に応じてブロックサイズを選択することで、予測誤差情報を減らしている。

H.264/MPEG-4 AVC 方式におけるブロックサイズの選択の方法を Fig.2 に示す。

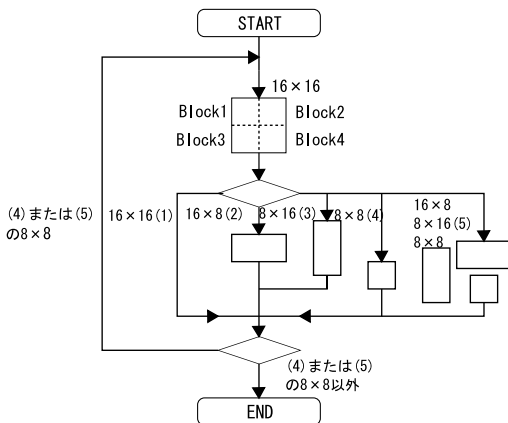


Fig.2 H.264/MPEG-4 AVC 方式におけるブロックサイズの選択の方法 (参考文献³⁾より参照)

Fig.2 に示したように、まず 16×16 のブロックサイズで画像を抽出する。Block1, Block2, Block3, Block4 の全ての Block において、予測画面の画素値と比較して変化がなかった場合、 16×16 のブロックサイズが選択される (1)。Block1 と Block2 または Block3 と Block4

に変化があった場合、 16×8 のブロックサイズが選択される (2)。Block1 と Block3 または Block2 と Block4 に変化があった場合、 8×16 のブロックサイズが選択される (3)。Block1, Block2, Block3, Block4 のどれか 1 つの Block のみ変化があった場合、 8×8 のブロックサイズが選択される (4)。最後に 3 つの Block に変化があった場合、 16×8 , 8×16 , 8×8 の全てのサイズを探索して最も圧縮率が高いものを選択する (5)。そして、 8×8 のブロックサイズが選択された場合のみ、同じ処理を繰り返し、 8×8 , 8×4 , 4×8 , 4×4 のブロックサイズを選択する。

動き補償予測の例を Fig.3 に示す。

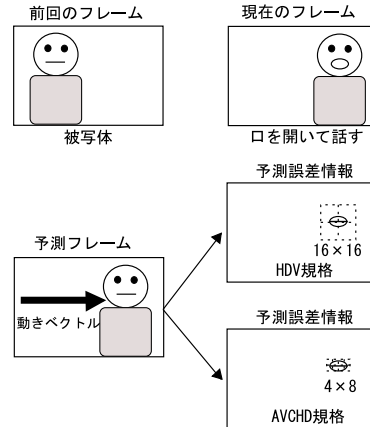


Fig.3 動き補償予測の例 (参考文献³⁾より参照)

前回のフレームの被写体は、現在のフレームで口を開いて話し始めた場面である。前回のフレームの被写体が右方向にどれだけ動いたかの動きベクトルを用いて判断し、予測フレームを作ることができ、現在のフレームと比較し差分を求める。この求めた差分が予測誤差情報となる。HDV 規格は、予測誤差情報を 16×16 のブロックサイズで行うのに対して、AVCHD 規格は 7 種類のブロックサイズから最適なサイズで行うため、圧縮するデータ量を減らすことができる。

3.2 重み付け予測技術

重み付け予測技術とは、直前のフレームを最大 5 枚用いることによって、明るさを補正する技術である。

H.264/MPEG-4 AVC 方式では複数のフレームを用いて、時間と距離から明るさを補正することができる。これを重み付け予測と呼ぶ。

重み係数の計算方法を Fig.4 に示す。

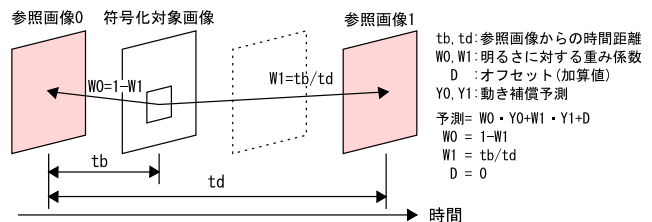


Fig.4 重み係数の計算方法 (参考文献³⁾より参照)

求められた重み係数を動き補償予測の画素値に掛けることにより、画像の明るさを予測している。

重み付け予測の例を Fig.5 に示す。

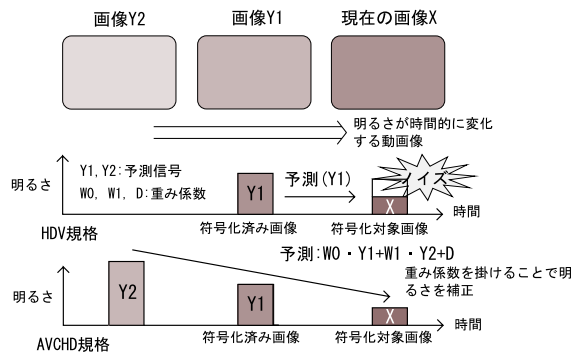


Fig.5 重み付け予測の例 (参考文献³⁾より参照)

特に、フェードインフェードアウトする動画の場合、MPEG-2では複数の画像を参照できないため、画像の明るさを予測することは難しい。そのため、符号化画像の画質が劣化する原因となる。H.264/MPEG-4 AVC方式ではFig.5のように複数の参照画像に重み付け係数を掛けた画像を予測に用いることによって、この問題を解決している。

4 まとめ

近年、高画質なハイビジョン映像のように、映像には膨大なデータ量が必要になってきている。このような膨大なデータ量を効率良く記録するための、圧縮技術が重要になってくる。そこで、2006年に従来の圧縮技術と比較して2倍以上の圧縮効率を実現したAVCHD規格が登場した。AVCHD規格は映像圧縮技術にH.264/MPEG-4 AVC方式を採用することで、ハイビジョン映像の長時間の撮影を可能にし、様々な記録媒体に対応することが可能となった。H.264/MPEG-4 AVCは、動き補償技術による7種類のブロックサイズから最適なサイズを使用することにより、予測誤差情報を減らし、高い圧縮効率を実現している。また圧縮効率が高いため、最高ビットレートが下がっているが、重み付け予測技術による画像の明るさを予測することで、画質の劣化にも対応している。これらの技術により、様々な記録媒体の長時間の撮影を可能にしている。

5 今後の展望

現在、幅広い記録媒体に対応し、ハイビジョン映像の長時間の撮影可能なAVCHD規格が採用されたビデオカメラは普及し続けている。H.264/MPEG-4 AVC方式は、従来の圧縮方式と比較して2倍以上の圧縮効率を実現しているが、最高ビットレートは下がっている。重み付け予測などの技術により画質の劣化に対応し、HDV規格と同等の画質になっているが、最高ビットレートが高ければ、さらに高画質を実現できる。また、圧縮効率は世代ごとに2倍ずつ向上していることから考えて、H.264/MPEG-4 AVC方式を超える圧縮効率を実現する

ことが考えられる。圧縮効率を向上させると同時に最高ビットレートも向上させることで、複雑な計算をして圧縮しても、高画質のまま記録できることが今後の目標になると思われる。

参考文献

- 1) IT用語辞典
<http://e-words.jp/w/bps.html>
- 2) 図解 ブルーレイディスク読本
株式会社オーム社 小川 博司 田中 伸一
- 3) H.264/AVC 教科書
株式会社インプレス ネットビジネスカンパニー
大久保 榮【監修】 角野 真也ら【共編】