

動画圧縮技術

～高圧縮率を実現した H.264/AVC～

山崎 弘貴, 宇野 尚子

Hiroataka YAMAZAKI, Naoko UNO

1 はじめに

近年、著しい映像のデジタル化の発展により映像の高画質化および大画面化が進み、映像に関する情報量が増加している。情報の圧縮なしでは通信チャネルの圧迫や蓄積媒体の容量不足など扱うことが困難なため、圧縮技術の進歩が不可欠となっている。本報告では動画圧縮の原理・国際標準と最新の圧縮技術である H.264/AVC の実現について述べる。

2 動画圧縮

2.1 動画圧縮とは

圧縮とは元の情報に存在する「冗長な情報」を削除して必要最小限の情報を取り出す処理のことである。動画圧縮は「冗長な情報」を除去することで、ほとんど画質を落とすことなく情報量を大幅に削減できる。

2.2 動画圧縮の過程

動画圧縮ではフレームをあるブロックサイズに分割した後、予測・変換・量子化・符号化の処理を行う。

- 予測：既に符号化したブロックから次に符号化するブロックを予測する処理である。隣接するフレーム同士、画素同士は似ていることが多いため、差分だけを扱って大幅な圧縮を実現する。また動き補償と呼ばれる物体の移動情報を利用することで、より正確な予測が可能となる。
- 変換：情報をより圧縮しやすくするよう、その意味内容が失われない別の情報表現に変化させる処理である。画素成分を周波数成分に置換する離散コサイン変換 (DCT) を用いることが多い。
- 量子化：変換後の情報に対して有意な情報だけを残す処理である。人間の視聴覚特性を利用して、人間の鈍感な情報を削減することが目的である。
- 符号化：量子化した情報に対して可変長符号化を行うことで情報量を削減できる。

2.3 動画圧縮の国際標準

動画圧縮の国際標準化は 1980 年代から始まり、通信分野を中心とした ITU-T 勧告の H.260 シリーズと、蓄積分野を中心とした ISO/IEC 国際標準の MPEG シリー

ズが存在する。各標準化は特定のメディアでの使用を目的にした仕組みを取りつつ、効率的な符号化技術を取り入れてきた。動画圧縮標準化の歴史を Fig. 1 に示す。

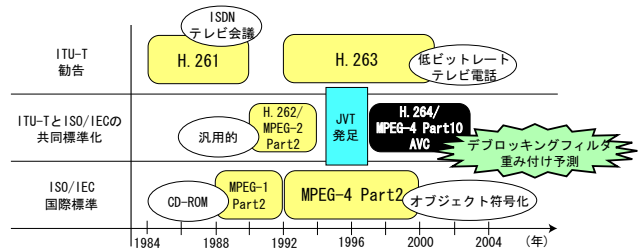


Fig. 1 動画圧縮標準化の歴史

最新の動画圧縮の国際標準は ITU-T と ISO/IEC の共同グループ JVT によって開発された H.264/AVC で、2003 年に標準化された。ITU-T では H.264、ISO/IEC では MPEG-4 Part10 AVC (Advanced Video Coding) という名称で呼ばれている。

3 H.264/AVC

3.1 H.264/AVC とは

H.264/AVC は携帯電話などの低ビットレートから HDTV などの高ビットレートまで幅広く利用されることが想定されている。従来の MPEG-4 に比べ、圧縮過程の多くの面で改良されており、新たに算術符号化やフィルタなどのツールも追加され、圧縮率は MPEG-2 の 2 倍以上、MPEG-4 の 1.5 倍以上になるとされている。

H.264/AVC のエンコーダの構成を Fig. 2 に示す。入力画像は以前に符号化した予測画像との差分を取り、予測誤差だけを符号化する。量子化された後の予測誤差はデコーダへ渡されるものと、新たな予測画像を作成するために以前の予測画像に加算されるものに分岐される。

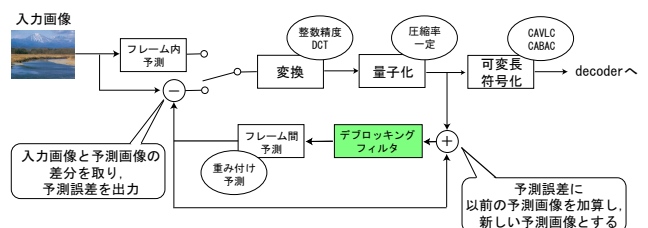


Fig. 2 H.264/AVC エンコーダの構成

3.2 H.264/AVC の圧縮技術

従来の MPEG-4 Part2 と比較した H.264/AVC の圧縮技術の特長を Table 1 に示す。

Table 1 H.264/AVC の特長

技術項目	MPEG-4 Part2	H.264/AVC
ブロックサイズ	16 × 16, 8 × 8	16 × 16, 16 × 8, 8 × 16 8 × 8, 8 × 4, 4 × 8, 4 × 4
フレーム間予測	1 フレーム参照	複数フレーム参照
フレーム内予測	DCT 係数レベル	画素レベル
変換	実数精度 8 × 8DCT	整数精度 4 × 4DCT
量子化	量子化ステップ一定	圧縮率一定
可変長符号化	VLC	CAVLC, CABAC

ブロックサイズやフレーム間予測は多くの種類が存在し、画像の特徴に合わせて最適なものを選択することができる。その反面、最適なものを選択するのに膨大な計算量が必要となる。フレーム内予測では 4 × 4 画素単位の場合、Fig. 3 に示す 9 通りの予測モードから最適な予測モードを選択し、その方向を 4 × 4 画素単位で符号化する。16 × 16 画素単位の予測もあり、その場合 4 通りの予測モードから選択される。

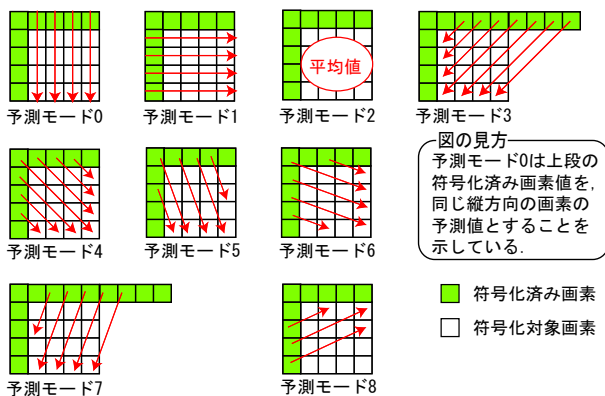


Fig. 3 4 × 4 画素のフレーム内予測

変換ではブロックサイズを小さくし整数精度にしたことで、ブロック間ノイズが目立たなくなった反面、符号化効率が低下する場合がある。量子化では量子化ステップではなく、圧縮率を一定に保つことで画質が大幅に変化するなど視覚的に不自然な画質劣化の原因を防いでいる。符号化では可変長符号化と算術符号化のいずれかを選択でき、効率的な符号の割り当てが可能となる。

3.3 H.264/AVC の新機能

● 重み付け予測

H.264/AVC では新たに重み付け予測が追加されている。参照フレームに対して重み係数を掛けた信号を予測に用いることで、明るさが時間的に変化するフェード画面などで性能が大幅に向上する。H.264/AVC の重み付け予測の様子を Fig. 4 に示す。

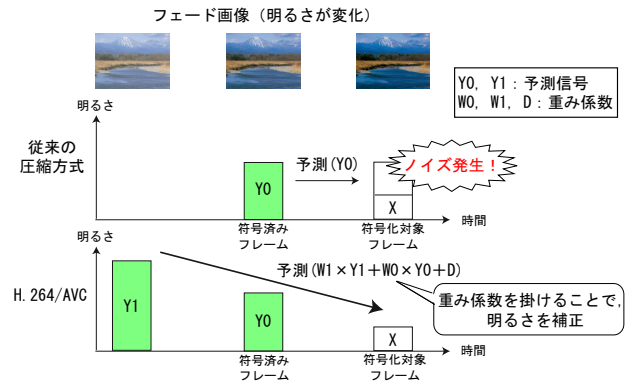


Fig. 4 H.264/AVC の重み付け予測

● デブロッキング・フィルタ

符号化を行う場合に多くのオプションおよびモードを導入するとブロックの境界に歪みが生じることがある。この状況で動き補償を行うと、歪みが生じたブロックが参照され、さらに画質の劣化が伝播する問題点が存在する。そのため H.264/AVC ではブロックの歪みを防ぐデブロッキング・フィルタを導入し、隣接ブロック同士のつながりを調整する。

● スイッチング・ピクチャ

H.264/AVC ではストリーム再生などのネットワーク系アプリケーションに対する親和性も実現している。アングルが変わるなどストリームが切り替わる際、フレーム間予測を用いることができないため、切り替え用の中間フレームを用いることでストリームの切り替え時に対応できるようにしている。

4 1年後の動画圧縮技術

H.264/AVC の規格は終了し、現在はアプリケーションの開発段階に入っている。既に様々なメディアに採用されることが決定しているため、1年後には多くのメディアで H.264/AVC を用いたアプリケーションが利用されていると考えられる。

各標準化機関では次世代の符号化技術の標準化が既に始まっており、JVT では業務用アプリケーションへの拡張を検討した FRExt (Fidelity Range Extensions)、ISO/IEC ではインターネットにおけるスケーラビリティ機能を持つ SVC (Scalable Video Coding)、ITU-T では H.265 の標準化が進められている。FRExt は H.264/AVC の Version2 として規格されているので、近い将来に標準化されることが期待される。

参考文献

- 1) 角野真也ら：「H.264/AVC 教科書」、インプレス、2004
- 2) H.264/AVC 動画画像符号化標準
http://www.sharp.co.jp/corporate/rd/25/pdf/90_05.pdf