

1080/60p記録ビデオカメラの高画質化技術

High-Quality Picture Technologies for 1080/60p Camcorder

佐藤 真史* 安倍 清史**
Masafumi Sato Kiyofumi Abe

プログレッシブ（順次）走査方式である1080/60p記録では、1画面の画像信号をライン間引きすることなくすべて記録する。このため、折り返しノイズが発生しにくく、なめらかで奥行き感のある映像表現が可能となる。また、速い動きの被写体でもちらつきを抑えてくっきりと撮影できるようになる。1080/60p記録のビデオカメラでの実用化には、カメラの解像感向上、低消費電力で高画質な符号化アルゴリズムの導入が重要となる。

1080/60p recording in progressive (sequential) scanning method records all the lines of each frame without thinning any lines. For this reason, 1080/60p recording suppresses aliasing, and enables picture expression with a smooth, deep feeling. Additionally, 1080/60p recording enables sharp shooting of fast-moving subjects with reduced flicker. For introduction of the 1080/60p recording in a camcorder, it is important to improve camera resolution and to develop a low power consumption and high image quality coding algorithm.

1. 1080/60p記録

インタレース（飛び越し）走査方式である1080/60i記録では、1画面の画像信号を偶数あるいは奇数ラインのみの半分に間引いて記録する（インタレース化）。このため、高周波数成分の折り返しノイズの発生や、動きのある映像でのちらつきや精細感不足が課題となっていた。

一方、プログレッシブ（順次）走査方式である1080/60p記録では、1画面の画像信号をすべて記録する。このため、折り返しノイズが発生しにくく、なめらかで奥行き感のある映像表現が可能となる。また、速い動きの被写体でもちらつきを抑えてくっきりと撮影できるようになる。

2. カメラの解像感向上

1080/60p記録を導入するにあたって、他社を凌駕（りょうが）するカメラの解像感^(注1)を目指し、筆者らの経験則に基づいて解像感に影響を及ぼす水平垂直800 TV本付近の周波数特性の改善に取り組んだ。特に60pならではの解像感達成に重要な垂直周波数特性において、レンズ周辺対策による約15%の向上（ $\times 1.15$ ）、垂直フィルタ特性の変更による約10%の向上（ $\times 1.10$ ）の、合わせて従来比約27%の向上（ $1.15 \times 1.10 = 1.27$ ）を実現し、大幅な解像感の向上を実現することができた。

2.1 レンズ周辺対策による解像感の向上

カメラの解像感を向上させるためには、レンズのMTF（Modulation Transfer Function）^(注2)を上げることと、MOS

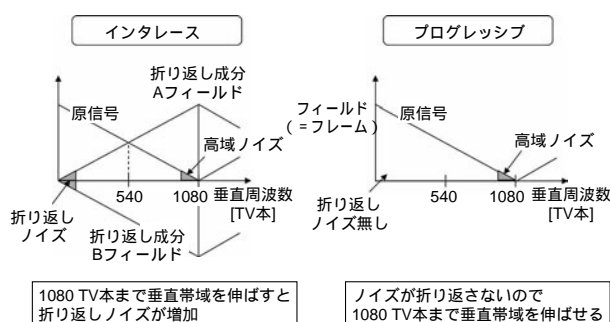
（Metal Oxide Semiconductor）センサの有効画素数を上げることが必須となる。

信号処理LSIでのレンズ歪曲（わいきょく）補正の進化によりレンズ固有の歪曲の仕様を緩和して解像度を上げることなどにより、レンズのMTFを上げた。また、レンズの有効画円いっぱいまで有効画素数を上げることで、MOSセンサの有効画素数を上げた。

これらレンズ周辺対策の結果、800 TV本付近のカメラ垂直周波数特性にて従来比で約15%の向上が得られた。

2.2 垂直フィルタ特性の変更による解像感の向上

1080/60iでは信号やノイズの折り返しが発生する（インタレース妨害）ため、垂直周波数帯域を垂直解像度約900 TV本程度に制限する必要があった。一方、1080/60pでは



第1図 インタレースの折り返し特性

Fig. 1 Mechanism of interlace disturbance

(注1) 画質を決定する一要素であり、映像を視聴した際に、主に輪郭の輝度コントラストや細部の分解能として知覚される。

(注2) レンズ性能を評価する尺度の1つで、被写体のもつコントラストをどの程度忠実に再現できるかを空間周波数特性として表現したもの。

* AVCネットワークス社 ネットワーク事業グループ

Network Business Group, AVC Networks Company

** AVCネットワークス社 技術統括センター

Technology Planning & Development Center, AVC Networks Company

インタレース化で発生する信号やノイズの折り返しがなく、垂直解像度1080 TV本まで帯域を伸ばすことができ、解像感の向上につながる（第1図）。

このように、1080/60p向けにカメラの垂直フィルタ特性を変えることで、800 TV本付近のカメラ垂直周波数特性にて前節で述べた特性にさらに約10%向上させた。

3. 1080/60p高画質コーデック

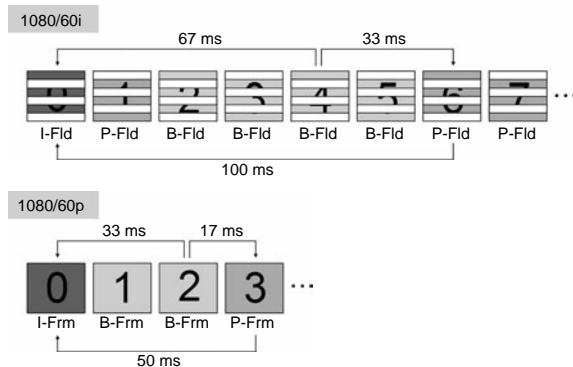
1080/60pは1080/60iの2倍の情報量を有する画像信号を圧縮記録する必要がある。そこで、限られた記録媒体に高画質長時間記録を可能とする高画質符号化アルゴリズム、低消費電力と2倍の処理速度を両立させる処理高速化アルゴリズムを開発し、これを実現した。

3.1 高画質符号化アルゴリズム

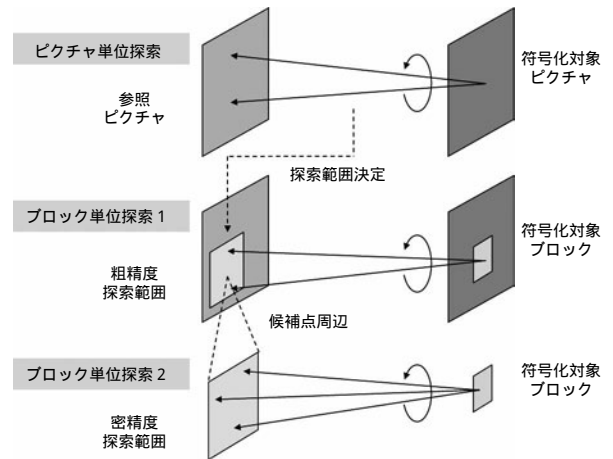
H.264/AVCでは、ブロックごとに符号化済みピクチャに対して動き予測を行い、得られた参照領域との差分情報のみを符号化することで情報量の圧縮を行う¹⁾。高画質符号化を実現するためには動き予測の高性能化が重要となる。

動き予測における参照構造を、第2図に示す。前方参照のPピクチャ、前方/後方参照のBピクチャのおおのの参照において、1080/60pは1080/60iの半分の時間間隔となっている。短い時間間隔により映像の変化量が少なくなり精度の高い（差分の少ない）動き予測が可能となる。

さらに、新開発の階層的動き予測を導入することで、より複雑な動きの映像にも対応可能としている。階層的動き予測は、まずピクチャ単位の動きを検出し、その情報を用いてブロック単位の探索範囲を決定する。次に探索範囲に対して満遍なく粗い探索を行い、得られた候補点の周辺をより細かく探索することを繰り返していくことで、最終的には1画素の1/4精度で参照領域が決定される（第3図）。



第2図 動き予測における参照構造
Fig. 2 Reference structure in motion prediction



第3図 階層的動き予測
Fig. 3 Hierarchical motion search

これら動き予測の高性能化により、特に手振れなどの複雑な動きの映像に対し大幅な高画質化に成功し、その他の高画質化処理と合わせて、従来の1080/60iに比べフレーム単位に換算した平均で約2.0 dBのSNR (Signal-to-Noise Ratio) 改善を達成した。

3.2 処理高速化アルゴリズム

低消費電力と高速化の両立のためには、処理サイクル数の削減によりクロック周波数の高速化を最小限に抑えることが必要である。新方式では、ピクチャ全体の符号化制御処理を画素データ符号化の処理期間に隠蔽(いんぺい)可能とするアルゴリズムを開発し、エンジン最適化と合わせて全体で約30%の処理サイクル数を削減し、従来の1.4倍のクロック周波数で1080/60pの符号化を可能とした。

4. 今後の課題と展開

これらの技術を導入した1080/60p記録による映像は、高画質として市場での高い評価を得ている。

今後は、再生対応機種拡大、保存環境の拡大などに取り組んでいく。

参考文献

1) ISO/IEC 14496-10 : Information technology - coding of audio-visual objects - Part10 : Advanced Video Coding (2004).