

進化する高画質化デジタル要素技術

Advancements in Digital TV Technologies for High-Quality Image Processing

山内 日美生

■ YAMAUCHI Himio

近年、液晶テレビやプラズマテレビなどの薄型テレビが急速に普及しており、製造技術の進展やテレビの低価格化に伴って、現在では、消費者の望むテレビの画面サイズが大型化の傾向にある。また、デジタルハイビジョン放送や次世代DVDなどによって、ハイビジョンコンテンツが気軽に楽しめるようになったこともあり、画質に対する関心が非常に高まっている。

東芝は、このような大画面・ハイビジョン時代に求められる高いレベルの画質要求に応えるために、映像エンジン“パワー・メタブレイン™”を開発し、液晶テレビ“レグザ (REGZA™)”に搭載した。高画質化のための多くのデジタル要素技術がこのパワー・メタブレイン™に搭載されており、REGZA™の高画質を支えている。

Flat-screen TVs, such as liquid crystal display (LCD) and plasma display panel (PDP) models, have rapidly disseminated in recent years. With the progress of production technologies and lowering of prices, consumers are tending to select TV sets with larger screen size. At the same time, there is increasing emphasis on high picture quality since high-definition contents can be easily accessed by means of digital high-definition broadcasting, next-generation DVDs, and so on.

To meet the demand for high-level picture quality suitable for such large-screen and high-definition TVs, Toshiba has developed the POWER meta brain™ image-processing engine and incorporated it in the REGZA™ digital LCD TV. The POWER meta brain™ features a variety of digital process technologies, supporting the high picture quality of the REGZA™.

1 まえがき

テレビが大画面になり、ハイビジョンコンテンツが増えてくると、画質に対する要求が変わってくる。まず、高画質への期待が高まるほか、ハイビジョンコンテンツならではの密さ（技術的には“高い解像感”と言う）をたんのうしたいという要求が生まれる。これに対し、大画面になるほど画素サイズが大きくなるため、テレビには、これまで以上に高い解像感を表現することが求められている。

従来、HD (High Definition) パネル (1,366×768画素前後) の製品が広く普及してきたが、現在、大画面テレビではフルHDパネル (1,920×1,080画素) の製品が主流となっている。パネルの画素数の増加は、前述の要求に応える一つの解であるといえる。東芝の液晶テレビ“レグザ (REGZA™)”では、現在37V型以上の機種がフルHDパネルである。

人が感じる解像感を決める要素は、パネルの画素数だけではない。動画のぼけ、プログレッシブ変換やスケーリングの性能、コントラストやシャープネスといった絵作りなどによっても解像感が変わる。

動画のぼけは、一般的に、液晶の応答不足による動きぼけと、ホールド型の表示方式に起因した動きぼけ（ホールドぼけ）が原因とされている。現在、前者については液晶デバイスの改善やオーバドライブ技術などにより応答の高速化が図られ

ており、後者の改善が鍵となっている。

今回開発した“パワー・メタブレイン™”では、ホールドぼけの改善をはじめとして、前段のプログレッシブ変換を含めた映像信号処理全体で解像感の向上を図った。

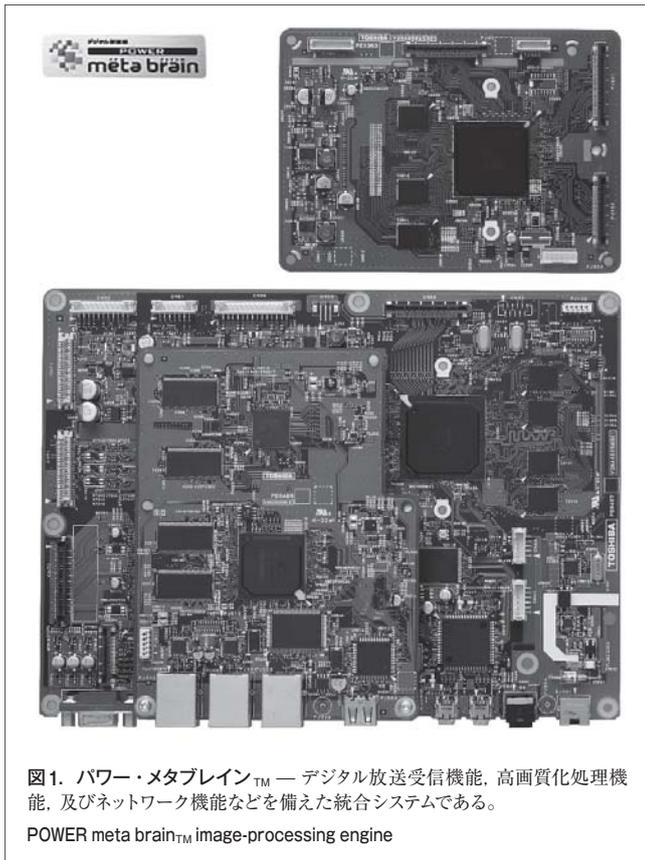
ここでは、パワー・メタブレイン™の概要と、特に動画の解像感向上の要素技術について述べ、最後に、フィルム素材の新たな表現方法である5-5フィルムモードについて述べる。

2 パワー・メタブレイン™の概要

パワー・メタブレイン™ (図1) は、デジタル放送受信機能、高画質化処理機能、及びネットワーク機能などを備えた統合システムである。これらのうち、高画質化処理のブロック図を図2に示し、以下にその処理の概要を述べる。

デジタル放送などのMPEG-2 (Moving Picture Experts Group-phase 2) 映像をデコードした映像信号や、外部機器からキャプチャした映像信号は、まずダイナミックノイズリダクション及びリアルスピード プログレッシブのブロックに入力され、ノイズ除去やプログレッシブ変換が行われた後、オーバサンプリング スケーラでサイズ調整が行われる。ここでのプログレッシブ変換処理も動画の解像感にとって重要な処理である。

次に、新ヒストグラム ダイナミックガンマやカラーイメージコントロール・プロ、階調クリエーション™などの絵作り処理が



行われ、ホールドぼけの改善を図るフルHD・モーションクリアへと入力される。フルHD・モーションクリアでは、当社独自の高精度動き予測フレーム補間技術により、毎秒60フレームの映像のフレーム間に補間フレームを挿入して毎秒120フレームとする。これにより、同じフレームの表示時間（ホールド時間）が1/2となり、ホールドぼけが改善される。

最後に、魔方陣アルゴリズム・プロで映像をパネルに階調豊かに表示する。

次章で、動画の解像感を向上する要素技術として、プログレッシブ変換技術と動き予測フレーム補間技術について述べる。

3 動画解像感向上のための要素技術

3.1 プログレッシブ変換技術

デジタル放送やDVDなどのパッケージメディアから入力される映像信号は、インタレースキャン（飛越し走査）方式であることが多い。一方、液晶パネルの表示はプログレッシブキャン（順次走査）の固定画素方式であるため、すべての表示映像信号をプログレッシブフレームに変換し、かつ、パネルの画素数に合わせてスケーリングを行う必要がある。

プログレッシブ変換技術でもっとも広く使われているのは、動き適応型と呼ばれる方式である。この方式の概念を図3に示す。中心フィールドの走査線間に画素を補間してプログレッシブフレームを生成する。まず、この補間画素と空間的に同じ位置の前後フィールドの画素を比較して動きを検出する。静止と判定した場合、前フィールドの画素を補間画素とする（静画補間）。動いていると判定した場合、同じ中心フィールド内の画素を用いて補間画素を生成する（動画補間）。更に、動きの量が小さいほど静画補間画素の割合を多くして動画補間画素と混合し、両者の切替が目立たなくなるようにする。この方式では、静止部分は中心フィールドと異なる垂直位相の画素で補間するため、高い垂直解像度が得られるが、動いている部分は同一フィールド内の画素による補間のため、静止部分ほど高い垂直解像度は得られない。

この問題を解決するためパワー・メタブレイン™では、特に拡大表示されることにより垂直解像度の差が現れやすいSD（Standard Definition）信号に対して動きベクトル補償型のプログレッシブ変換技術（リアルスピード プログレッシブ）を採用している。

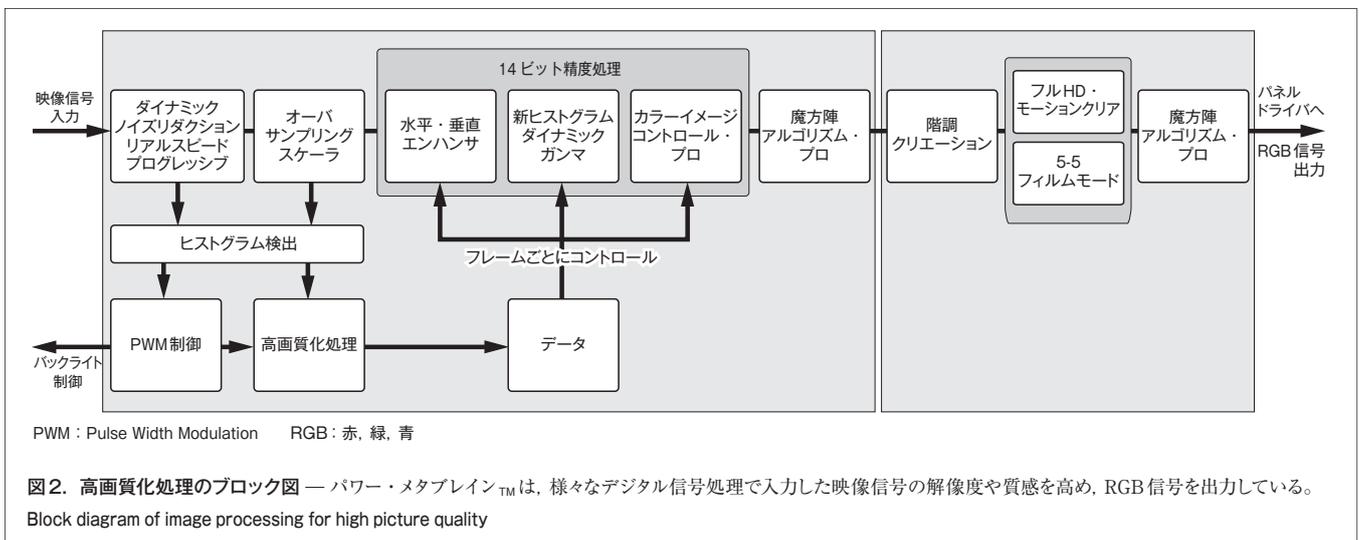
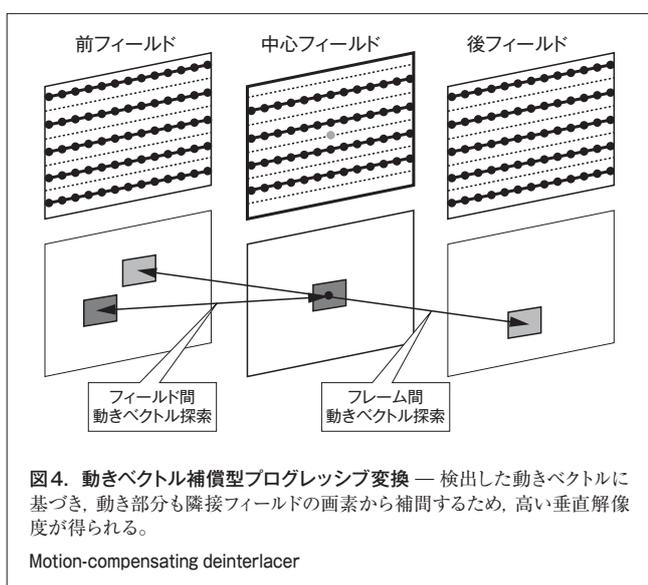
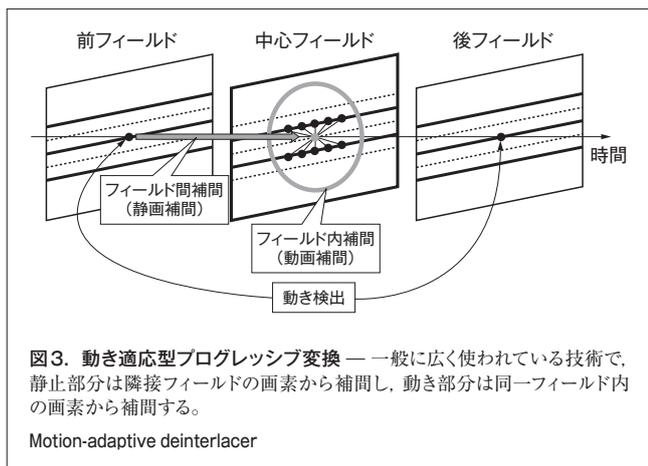


図2. 高画質化処理のブロック図 — パワー・メタブレイン™は、様々なデジタル信号処理で入力した映像信号の解像度や質感を高め、RGB信号を出力している。

Block diagram of image processing for high picture quality

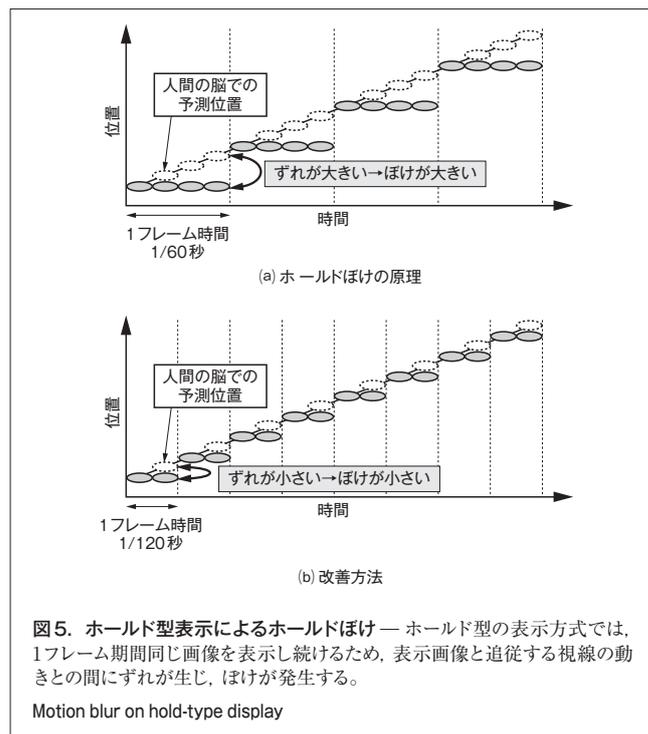


動きベクトル補償型プログレッシブ変換技術の概念を図4に示す。中心フィールドの補間画素位置を含むブロックの動きベクトルを、前フィールドとの間（フィールド間）及び前後のフィールド間（フレーム間）で、水平、垂直、及び斜め方向に探索し、求めた動きベクトルに従い補間画素を生成する。時間的距離が近いフィールド間探索と垂直位相が同じフレーム間探索のそれぞれの良い点を活用することで、高精度に動きベクトルを求めることができる。このように、動いている部分も垂直位相の異なるフィールド間で補間するため、静止部分と同様に高い垂直解像度を得ることができ、動画の解像感が向上する。

3.2 動き予測フレーム補間技術

ホールド型表示が引き起こすホールドぼけの原理を図5に示す。ホールド型表示では、1フレーム期間同じ映像を表示し続けるため、表示映像と追従する視線の動きとの間にずれが生じ、それがぼけと認知される。

これを改善する方法として、黒を挿入したりバックライトを点滅させるなど、インパルス的に映像を表示する方法（疑似イン

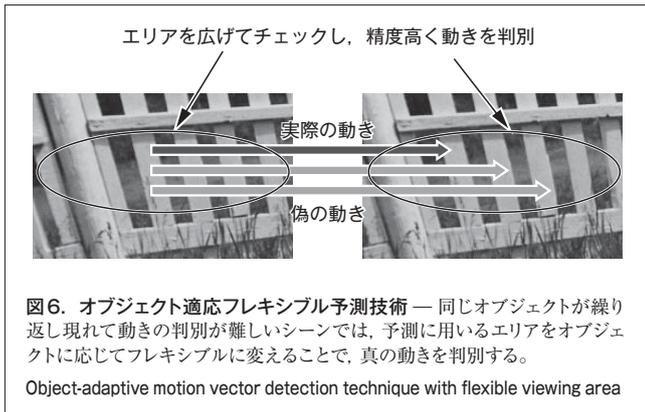


パルス表示法)があるが、輝度低下や大画面フリッカを新たに引き起こすといった課題もある。フルHD・モーションクリアでは、高精度に動きを予測して補間フレームを生成し、フレームレートを高くして1フレーム期間を短くするフレーム補間方式を採用している。映像のホールド時間が短くなるので、視線のずれが小さくなり、ホールドぼけも減少する。

フレーム補間方式の特長は、輝度低下や大画面フリッカが発生しないことであるが、動き予測精度が高くなければホールドぼけが改善されないため、動き予測精度を高めることが課題となる。

そこでフルHD・モーションクリアでは、以下のような技術を用いて動き予測精度を高めている。

- (1) ピクセル単位動きベクトル検出技術 1画面200万画素の1画素ごとの動きを検出して補間フレームを生成することにより、動きのある人物や物体の周りに生じる不自然さやぼけを抑えた。
- (2) オブジェクト適応フレキシブル予測技術 従来、図6に示すような同じオブジェクトが繰り返し現れる部分で、実際の動きと偽の動きを判別することが困難であった。これは、図6の例では、1本のさくの移動先として近隣の複数本のさくが候補として検出されるため、1本のさくどうしのマッチングだけではどのさくに移動したか見分けがつかないからである。そこで、オブジェクトの繰返しがとぎれるまでエリアを広げてチェックすることにより、真の動きを判別できるようにした。
- (3) 入力映像の素材に応じた予測処理 SDコンテンツ

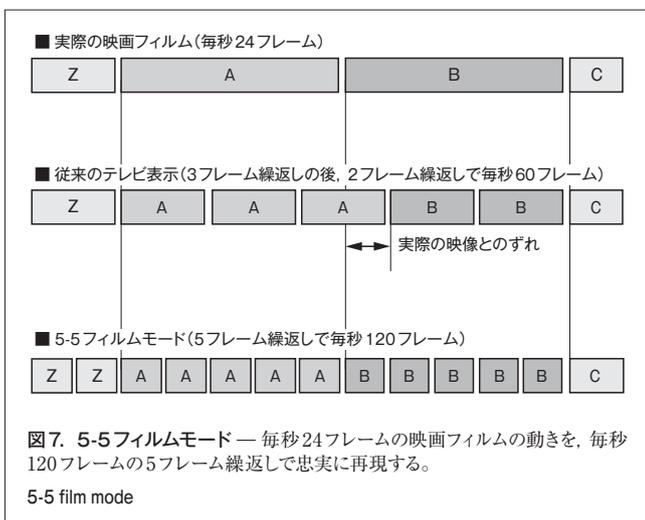


やHDコンテンツ、フィルムなど、入力映像の素材に応じた予測処理を行うことにより、予測精度を高めた。

4 フィルム素材の新表現技術

表示フレームレートの入力フレームレートの2倍になることで、映像表現の自由度が増した。このことを利用したのが、フィルム素材の新表現技術である5-5フィルムモードである(図7)。

映画フィルムは毎秒24フレームで製作されている。従来のテレビは、これを毎秒60フレームで表示するため、フィルムの1フレームを3フレーム繰り返しした後、次の1フレームを2フレーム



繰り返す、いわゆる3-2プルダウン処理を行う。図7に示すように、3-2プルダウン処理した映像は、同じフレームの表示時間が均等ではないため、ややぎくしゃくした独特の動きとなる。

これに対し、5-5フィルムモードでは、毎秒24フレームのフィルムの1フレームを5フレームずつ繰り返して毎秒120フレームで表示することにより、映画フィルムの動きを忠実に再現することができ、映画独特の質感が生まれる。

5-5フィルムモードは、外部機器から毎秒24フレームで入力(HDMI (High-Definition Multimedia Interface) 1080 24p 入力)された場合はもちろん、3-2プルダウン処理された入力映像信号であっても対応可能である。つまり、放送されてきた映画コンテンツや、HDMI 1080 24p出力に対応していないプレーヤからの出力であっても、映画フィルムらしい質感を味わうことができる。これを実現するため、入力映像信号から自動的にプルダウンのパターンを検出し、最適なフレーム表示になるようフレームの表示順序を制御している。

5 あとがき

今回、パワー・メタブレインTMの概要と、搭載した高画質化のための要素技術のうち、特に動画の解像感を向上させる技術について述べた。動画の解像感に関しては、今回触れることのできなかつたノイズリダクション技術も大きくかかわっており、動き予測フレーム補間技術だけでなく、映像信号処理全体での性能向上が重要である。

今後も高画質のための要素技術を更に進化させるとともに、5-5フィルムモードのような新たな映像表現技術についても模索していきたい。

文献

- (1) 阿部裕俊, ほか. フラットパネルディスプレイの高画質化技術. 映像情報メディア学会誌. 61, 9, 2007, p.1281 - 1284.



山内 日美生 YAMAUCHI Himio

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター
AV技術開発部主務。高画質化技術の開発に従事。映像情報メディア学会会員。
Core Technology Center