

プロジェクターの高画質化の取り組み

根津 英風

要 旨

近年、プロジェクターへの要望は、明るさ、重さ、騒音に加え、高画質化への期待も高まっています。しかしながら、プロジェクターにおいてはその性質上、映像のコントラストが低下しやすいという特徴があります。そのため、過去よりこのコントラスト低下に関しては多くの工夫がなされ、画質の向上が図られています。当社でも独自の技術である見た目のコントラスト感を向上させるという技術を年々進化させ、プロジェクターの画質の向上を実現しています。

キーワード

- プロジェクター ●コントラスト ●高画質 ●クレイクオブライエン効果

1. はじめに

近年、プロジェクターにおいて、高輝度化、高精細化が進み、単純な製品のスペック（明るさ、重さ、騒音値）だけではなく、映像品位に関する要望は高くなっています。プロジェクターの基本的スペックは光学仕様と表示デバイス仕様でほぼ決定されますが、電気的補正無しではお客様の満足を得る画質性能を得ることはできません。このため、液晶プロジェクターでは表示品位を満足させるために、電気的に色斑の補正や液晶特性の補正を行っています。DLPプロジェクター（ビジネス向けRGBWカラーホイール採用モデル）においてはカラーホイールのW（ホワイト）セグメントによる色再現範囲の狭さのため、色の補正を行っています。共通的な課題としてはプロジェクター用表示デバイスが自発光でないことに起因する低コントラストや投射型であることによる外光によるコントラスト低下です。通常、コントラストを改善するには投射する映像の明るさに応じて、ランプの明るさを可変させたり、光学的絞りを可変させたりするという光学系での方法で行われます。電気系においても、映像の明るさに応じてコントラスト感を可変するという方法も行われますが、この方法だと全体的に明るい映像や全体的に暗い映像内ではコントラストは改善されにくいという難点があります。

本稿では、上記のような方法ではコントラストが改善されにくい映像においても、映像信号処理によって見た目のコントラスト感を向上させるという機能（SweetVision）を紹介します。本機能の最新バージョンはSweetVision3 LSI（写真1）



写真1 SweetVision3 LSI



写真2 NP1000/NP2000

に盛り込まれ、本LSIを搭載したプロジェクターNP1000/NP2000（写真2）は発売され好評を得ています。

2. SweetVisionの基本効果

SweetVisionとは、周囲の明暗との対比によって同じトーンでも感じ方が変わるという、人間の目の特性を画作りに利用したもので。見た目のコントラスト感が高まることで、陰影がはっきりし、ディテールまでクリアに見えるというもの

です（写真3）。回路構成としては、水平ローパスフィルタと垂直ローパスフィルタから2次元ローパスフィルタを構成し、その出力を原信号から減算して2次元ハイパスフィルタを構成させます。そして、この2次元ハイフィルタの出力を原信号に加算することにより、映像信号の周波数成分の中域から高域にかけて強調する構成としています（図1）。この構成により、画像の輪郭および起伏を鮮明にし、クレイクオブライエン効果¹⁾により立体感や見かけ上のコントラストを改善することができます。これは大きな意味では輪郭強調とも考えられますが、従来の画像の輪郭部分を強調して鮮明にみせる輪

郭強調では輪郭部分の先鋒度は改善されますが、全体的な見かけ上のコントラスト比を上げる効果はありません。しかし、映像信号の周波数成分の中・高域の強調は、輪郭からその周辺にかけてなだらかに強調することにより、全体的に立体感が出るような効果があります。²⁾

3. SweetVisionの新機能

3.1 対応解像度およびビット数の向上

従来、SweetVision機能は大規模な2次元フィルタを構成する必要があることによる回路規模の問題でSDTVクラスまでしか対応できませんでしたが、今回より画像用メモリの使用方法を工夫することにより、HDTVやPC信号にも対応できるようになりました。従来の垂直ローパスフィルタの構成は単純にラインメモリを内蔵して処理を行っていました。このため十分な効果を得るために非常に多くのラインメモリを使用していました。このため、HDTVやPCのような1ラインのサンプル数の多い信号に適用させることが困難でした。今回は新たに、外付けのフレームメモリを使用し、かつ、その処理方法を大幅に改善したため、内蔵するラインメモリの本数は2本で済む構成としました。これにより、処理できる水平のドット数を増やすことができ、HDTVの1080iまでに関してもSweetVision処理が可能になりました。また、パソコンなどのRGB信号に対しては、RGB信号を内部でいったんコンポーネント信号に変換することで少ないハード規模でSweetVision処理が可能になりました。ただし、RGB本線系は画質劣化を防ぐためにRGB信号のまま通し、補正系のみをコンポーネントとしています。さらに、従来、映像信号は8ビット処理であったのに対して、今回はHDTVまでに関しては10ビットで処理を可能にしたため、プロジェクター本体での入力から出力までをフル10ビット処理することが可能になり、画質の向上が図れました。

写真3 SweetVisionの実際の効果

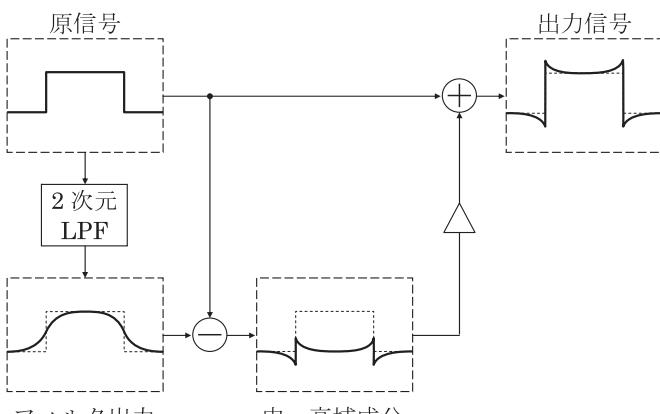


図1 SweetVisionの方式

3.2 SweetVision機能採用時の信号処理のあり方

プロジェクターでは様々な画像サイズの入力信号に対応するため、内部で画像サイズ変換（スケーリング処理）を行い、表示デバイスのサイズ（SVGAやXGAなど）に合わせて出力していますが、画質改善などの画像処理を行うにはスケーリング処理後が最も効果的です。

プロジェクト

プロジェクトの高画質化の取り組み

従来はハード規模の制約のため処理を解像度の低い信号に限定し、映像信号を表示デバイスのサイズに変換するスケーリング処理の前の段階において、SweetVisionの処理を行わざるを得ない状況でした。この構成だとSweetVisionの処理を行った後にスケーリング処理にて非線形処理を含んだ画像サイズ変換が行われるため、SweetVision本来の効果を完全に得ることができません。

ただし、理想としてのスケーリング処理後にSweetVisionの処理を行う場合においても、オンスクリーンメニューにもSweetVisionの効果がかかることになり、SweetVisionの効果を強くした場合、付加したエッジが見えてくるという課題がありました。このような理由から、今回のプロジェクトNP1000/NP2000（写真2）においては、スケーラの前段でSweetVision処理を行いました。

本来はスケーラ内部のオンスクリーンメニュー回路の前段で処理を行うことで、さらなる画質の改善は可能となります。

3.3 ブースト周波数可変

SweetVision処理回路（図1）内のローパスフィルタのフィルタ係数の値を可変することで、ブーストする周波数帯域を可変させ、SweetVisionの効果の見え方を変えることも可能です。

入力信号が図2（a）のようなフラットな周波数特性を持つとすると、SweetVision処理後は図2（b）のように中・高域が強調された周波数特性を持つことになります。ここで、SweetVision処理回路（図1）内のローパスフィルタのフィルタの特性を可変すると、図2（c）および図2（d）のように強調される周波数帯域を可変することが可能になります。これにより、映像によって好みのSweetVision効果を付加することが可能になります。ただし、強調する周波数帯域をあまり高域にもっていくと、通常の輪郭強調の状態に近くなり、クレイクオブライエン効果による見かけ上のコントラストを改善する効果が薄れます。実際の映像による効果の違いを写真4に示します。

このようにブースト周波数を可変することで画質が大きく変わりますので、プロジェクトのコントラスト、明るさ、フォーカス性能などに応じて最適に設定する必要があります。

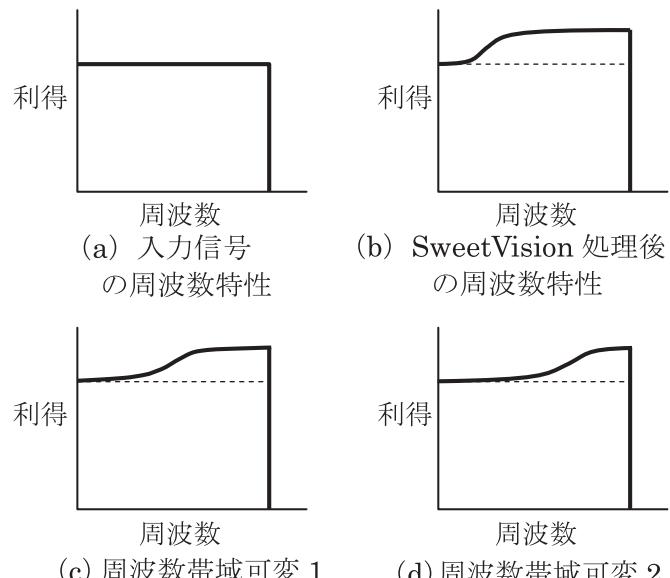


図2 ブースト周波数可変

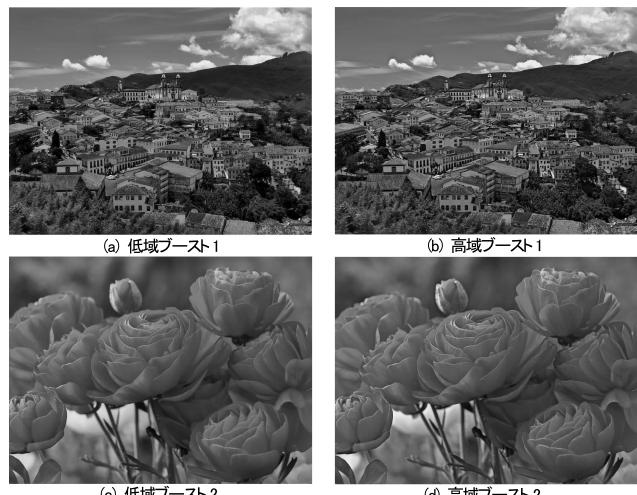


写真4 ブースト周波数可変時の画像

3.4 動画ボケの改善

従来のSweetVisionでは、基本的には画像の先鋭度、コントラスト感を改善するものであり、静止画では非常に有効です。今回さらに表示応答速度の遅い表示装置で動画像がボケる問題についても改善を図りました。動画像がボケる原因は現フ

フレームの映像の網膜残像が次フレームの映像と重なり、画像の先鋭度が落ちることによります。

動画像のボケを時間方向の周波数特性で考えると、フレーム周期が60Hzの場合、時間方向のサンプリング周波数fsは60Hzとされ、表現できる最も早い動画像の周波数は $fs/2 (=30Hz)$ となります。このとき、ホールド型駆動の表示装置の場合、アーチャ歪みにより高域周波数特性が低下します。この高域周波数特性の低下が動画像のボケとして観測されます。**図3**に、映像の3次元周波数特性のうち、時間方向の周波数特性を示します。この図3を参照すると、アーチャ歪みにより、周波数が30Hzにおいて、-3.92dBだけレスポンスが低下していることが分かります。ここで、アーチャ歪みとは、出力がPAM (Pulse Amplitude Modulation) 波の場合に、高域周波数特性が低下する現象をいいます。

今回は、従来の2次元フィルタに時間方向の処理を加えた3次元信号処理アルゴリズムにより、以上のようなホールド型

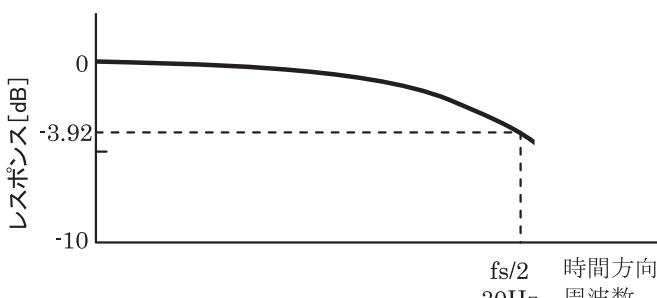


図3 アーチャ歪みの周波数特性

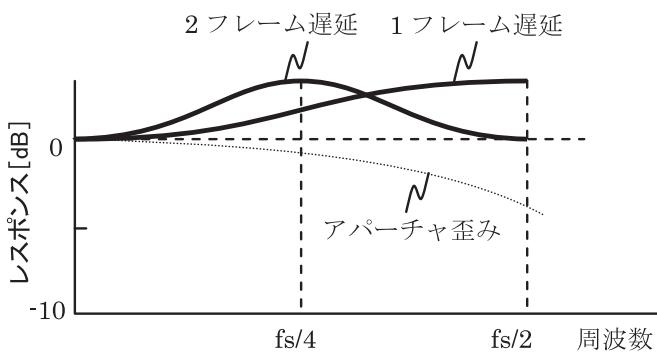


図4 3次元処理後の時間方向の周波数特性

表示素子を使用した装置に発生する動画ボケも改善しました。**図4**に、入力映像信号をもとに3次元信号処理により抽出した高域周波数成分をもとの入力映像信号に加算した場合の映像の時間方向の周波数特性を示します。**図4**のように、3次元の高域周波数成分の入力映像信号への加算により、アーチャ歪みによる高域周波数特性の低下が抑制されます。

なお、映像の時間方向の周波数特性は、フレームの遅延数によって特性が異なり、**図4**に示すように、1フレーム遅延ではフレーム周波数/2 ($=30Hz$) 付近が、2フレーム遅延ではフレーム周波数/4 ($=15Hz$) 付近がそれぞれピークとなります。いずれの場合も、アーチャ歪みによる高域周波数の低下、すなわちボケを改善するように働くことになります。

4. 今後の課題

以上のように、SweetVisionの性能を進化させ、その機能を新規LSIに盛り込んで、プロジェクターの高画質化を実現しました。今後は、SweetVision用の外付けメモリの内蔵化の実施や今回述べたSweetVisionの処理位置によるオンスクリーンメニューへの不必要的エッジ強調の問題を解決するとともに、最も高画質化が図れる回路構成の検討や新たな高画質化機能を実現していきます。

参考文献

1) 磯野ほか：「輪郭情報によるコントラストの生起現象」，テレビジョン学会技術報告, Vol.1, No.3, pp.7~13, 1977-11.

2) 高木ほか：「デジタルスキャンコンバータNSC-2200のフレア補正技術」，NEC技報, Vol.45, No.11, pp.60~65, 1992-11.

執筆者プロフィール

根津 英風
NECディスプレイソリューションズ
プロジェクト事業ユニット
開発本部
主任