

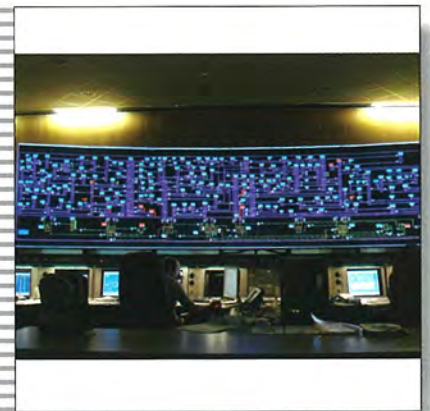
MITSUBISHI

三菱電機技報

Vol.83 No.2

2009 2

特集「映像技術」



目次

特集「映像技術」

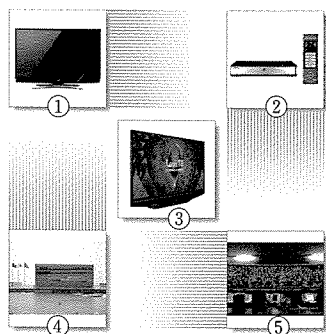
| | |
|--|----|
| 画像機器発展の針路 下平美文 | 1 |
| 映像技術の最新動向 木目健治朗 | 2 |
| 液晶テレビの高画質化 野村 崇・長谷川仁志・安井裕信 | 7 |
| 省エネルギーを考慮した液晶テレビの画質改善 中村芳知・野本弘平 | 12 |
| ブルーレイディスクレコーダ“DVR-BZ200シリーズ” 渡辺由則・佐藤泰幸・濱田慎司 | 17 |
| Blu-ray Discを支える最新の光ディスク技術 竹下伸夫・中根和彦・岸上 智 | 22 |
| データウォール用リアプロジェクタ“PH70シリーズ” 洪江重教 | 27 |
| 三菱デジタルレコーダ“DX-TL6000” 此島和弘・森田知宏・野口正雄・福田智教 | 32 |
| UI設計ツール“NINA”を用いた 業務用デジタルレコーダのUI開発 森本伸俊・戸田保宏・山口芳裕・小中裕喜 | 37 |
| ディスプレイモニター用簡易カラーマネジメントツール “EASYCOLOR!2” 谷添秀樹 | 42 |
| “オーロラビジョン”の新技術 斎藤雄作・室園 透 | 47 |
| レーザーTV 小島邦子・ほか | 52 |

| |
|---|
| Display and Storage Technology |
| Development Course of Image Devices and Systems Yoshifumi Shimodaira |
| Display and Storage Technology Trend Kenjiro Kime |
| High Quality Image Processing Technology of Liquid Crystal Display Television Takashi Nomura, Hitoshi Hasegawa, Hironobu Yasui |
| Image Quality Improvement Technologies of LCD TV for Energy Savings Yoshitomo Nakamura, Kohei Nomoto |
| Blu-ray Disc Recorder “DVR-BZ200 Series” Yoshinori Watanabe, Yasuyuki Sato, Shinji Hamada |
| New Optical Disc Technologies for Blu-ray Disc Nobuo Takeshita, Kazuhiko Nakane, Tomo Kishigami |
| “PH70Series”; Data Wall Rear Projector Shigenori Shibue |
| Mitsubishi for Digital Recorder “DX-TL6000” Kazuhiro Konoshima, Chihiro Morita, Masao Noguchi, Tomonori Fukuta |
| UI Software Development for Digital Recorders with UI Design Tool “NINA” Nobutoshi Todoroki, Yasuhiro Toda, Yoshihiro Yamaguchi, Hiroki Konaka |
| “EASYCOLOR!2”; Simple and Advanced Color Management System for LCD Monitor Hideki Tanizoe |
| New Technologies of “Diamond Vision” Yusaku Saito, Toru Murozono |
| Laser TV Kuniko Kojima, et al. |

特許と新案

| | |
|------------|----|
| 「車両盗難防止装置」 | 56 |
|------------|----|

| |
|-----------------------|
| スポットライト |
| ホームシアタープロジェクタ“HC7000” |

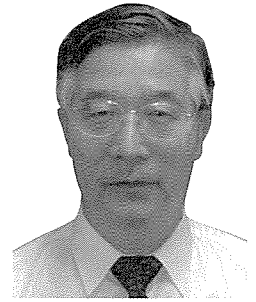


表紙：最新の映像技術を搭載した製品

三菱電機は基盤映像技術と製品化技術が融合した最新の技術を用いて様々な映像関連製品を創出している。①三菱電機独自の高画質映像処理エンジンと光沢処理液晶パネルを搭載した“液晶テレビREAL”，②使いやすさの追求，ハイビジョン長時間録画，時間の有効利用をコンセプトとした“ブルーレイディスクレコーダ”，③世界初の3原色(R/G/B)レーザー光源を使用し，通常の液晶テレビに比べて約2倍の色再現範囲や高いコントラスト，約1/3となる低消費電力を実現した超高画質の大画面“レーザーTV”，④明るく高精細映像が表示できる大型表示装置で従来よりも省エネルギー型の“オーロラビジョン”，⑤長時間運用対応の高信頼性と精細情報も表現可能な高画質の“DLP方式ディスプレイウォールシステム”

画像機器発展の針路

Development Course of Image Devices and Systems



下平美文

Yoshifumi Shimodaira

15年ぶりに開かれた高校の同級会に参加するため、昨年11月に南信州の温泉に行った。晩秋の山々の紅葉は一層その色を濃くし、一部の木々は落葉が進んでいた。恩師のほかにも還暦を過ぎた23名の生徒が集まり、つもる話に遅くまで会話が尽きなかった。その中で、テレビ番組の製作を請け負っている者、写真が趣味の者などから、紅葉が思うように撮れない、仏像や、海の中の珊瑚(さんご)や魚も美しく撮れないなどの話題が出た。多くの者は、その原因がすべて自分の腕の未熟さによると思い込んでいた。それも一理あるが、主な原因は現在の画像システムでは理論的に不可能であること、したがって、自分の好みに合せて全体がバランス良く再現されていけば良いのだと私が説明すると、みな安堵(あんど)していた。

画像機器が飛躍的に進歩し、現在は一般人が記念の風景をデジタルカメラで撮影し、パソコンの画面で画像の編集を行い、プリンターで印刷することがあたり前である。その間、画像の変化を自分で体験することになる。そこで、いろいろ工夫しても画像が思うような色にならないという先の会話になったのである。

一方個人の趣味を離れて、画像機器の職業的応用の観点からこれについて考えると、電子商取引、工業デザイン、工業生産管理、美術品のデジタルアーカイブ、医療関連等の分野では、使用する各種画像機器に依存した画像の色再現では不都合が発生する。画像機器に対する低い信頼性の原因の一つは、この点にあるのではないだろうか。画像機器のカラーマネジメントがあるにもかかわらず、現実はこのような状態である。

テレビの分野ではHDTV(High Definition TeleVision)があたり前になり、さらに高精細なテレビシステムがNHKを中心に研究されている。一方パソコンやデジタルカメラなどの分野では、10M画素程度までの高解像度

画像を扱うことができる。すでに、高解像度化については具体的な動きがあり、3D表示装置についても、最近関心が再び盛り上がっている。これらの方向も画像システムが目指す方向であるが、画像の忠実な色再現(測色的色再現)も今後の画像システムの目指すべき、重要な候補であると私は考えている。はじめに述べた一般人の悩みをなくすことができるだけでなく、従来画像機器を使うことに躊躇(ちゅうちょ)してきた分野の新たな開拓につながると思う。

忠実な色再現を実現する原理はシンプルで、カメラの感度を人の色に対する感度(等色関数)に等しくすることである。これを実現する方法の一つは、カメラの総合感度が等色関数と等価になるように光学フィルタを設計し、これを使って画像を撮影する方法であり、もう一つは物体からの反射スペクトルを推定し、それと等色関数の畳み込み演算で求める方法である。これらの開発はすでに行われ、カメラにおける忠実色再現は可能である。表示装置では、画像信号に対して忠実に再現することである。当然、現状の表示装置の色域は人の色域より狭いので、すべての色について測色的色再現ができるわけではない。しかし、デジタル化された画像信号であれば、少なくとも色域内の色の測色的色再現は容易である。もし、表示装置の色域が物体からの反射色(物体色)のすべての範囲をカバーすれば、普通の物体の色についてはすべて測色的色再現が実現可能である。これに相当する表示装置、すなわち6原色LCD(Liquid Crystal Display)やレーザを光源とする投写型表示装置が三菱電機でも開発されている。これらの表示装置で、従来どおりの好ましい色再現を実現することは当然可能である。このことは、従来の絵創りの考え方を大きく変えることになる。測色的色再現の技術的な問題は解決している。次の発展の方向は、ユーザーの希望に画像システムの特性をどのように合致させるかという選択にかかっている。



木目健治朗*

映像技術の最新動向

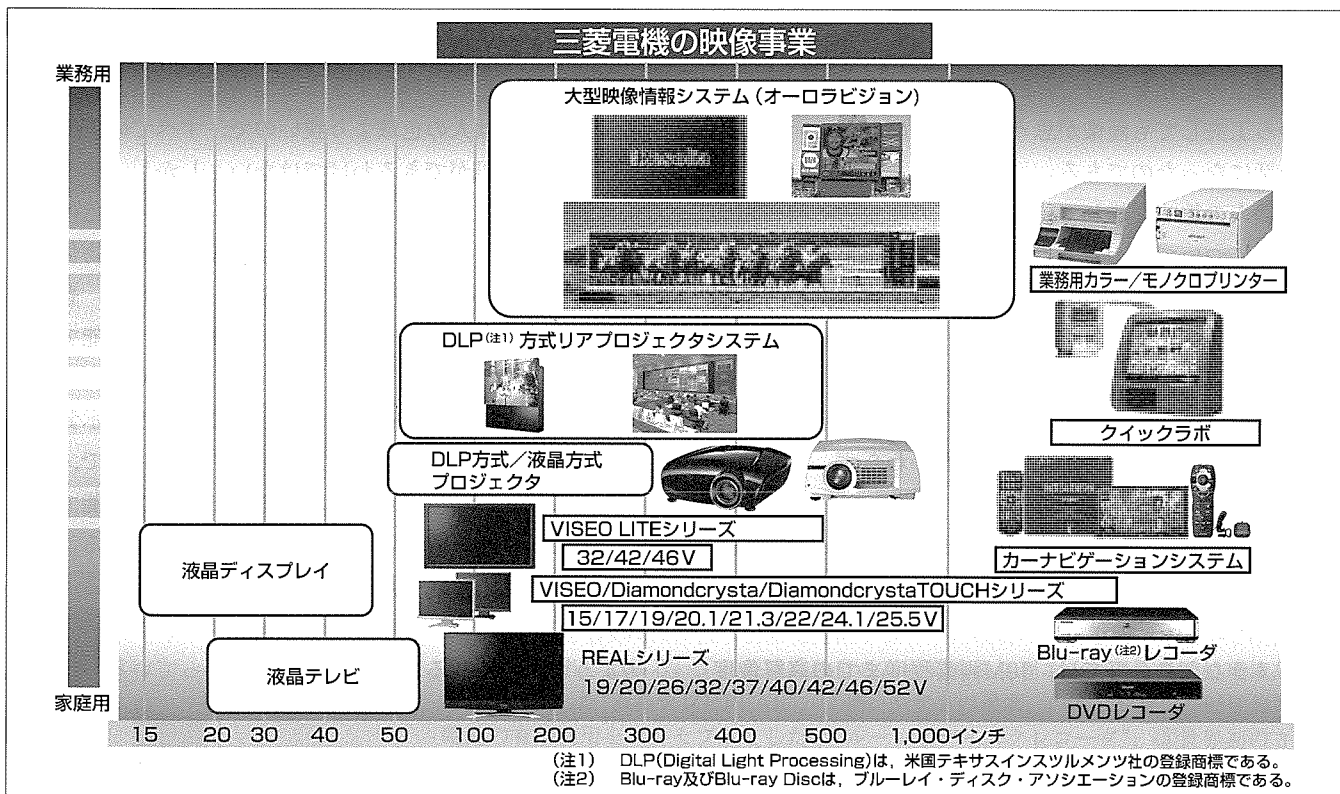
Display and Storage Technology Trend

Kenjiro Kime

要旨

放送のデジタル化、パッケージメディアのハイビジョン化、映像表示デバイスの変遷・多様化は、民生機器のみならず業務用を含むすべての映像情報機器の変化を促進している。高精細化、画面サイズの変化、映像表示デバイスの変化のみならず、映像のデジタル化に伴うデジタル画像での画質改善、表示デバイスの表示能力の改善等の開発競争は急速に進んでいる。また、デジタル化とともにネットワーク化、通信との融合の動きが起こっている。三菱電機の映像技術は、ベースとなる研究所での基盤技術と民生機器商品化の実用化技術を融合させながら長年培われてきた。こうした技術は、多くの業務用機器への展開にも活用されてきた。特にデジタル化、高画質化は単純な映像処理のみならず、多様化するデバイスごとの差別化や蓄積機器での差別化等、より多岐にわたってきている。国内では放送の地上デジタル完全移行まで2年半を切った。2008年前半ま

では、ほぼ普及目標に沿って地上デジタル対応機への移行が進んできたが、これから残された期間で完全に移行するための対策は、これまで以上に重要となってきた。総務省が主導し完全移行に向けた施策が、2008年に“総合対策”として具体的に示された。すなわち、支援センターの設立、集合住宅対策、衛星セーフティネット、生活保護世帯への支援等、完全移行に向けて国を挙げた取組が行われている。放送のデジタル化は多くの映像関連機器に大きな影響を与えるもので、順調な移行を期待する。2008年の北京オリンピック前に急遽(きゅうきょ)妥結したダビング10問題は記憶に新しい。記録、映像伝送によって画質の劣化がない高画質映像の著作権、VOD(Video On Demand)等の新しいサービスでのコピープロテクション等の課題は、新たなビジネスの普及にあたり解決されなければならない。本稿では最近の映像技術の動向と当社の取組について述べる。



当社の映像関連機器

当社の映像機器は、世界最大の“オーロラビジョン”、業務用映像機器、民生テレビ・DVD(Digital Versatile Disc)／BD(Blu-ray Disc(注2))機器、パソコン用モニター、車載用映像機器と多岐にわたる。各分野とも高画質化、ネットワーク化とともに低消費電力化、使いやすさを訴求するユーザーインターフェースの充実が求められている。

1. ま え が き

テレビは一般家庭で最も身近な商品の代表である。国内需要は年間900万台前後であるが、2005年にフラットテレビ(液晶, PDP(Plasma Display Panel))がブラウン管(CRT)テレビを上回り、2008年にはCRTテレビは数%にまで急減している。世界的に見てもBRICs等ではまだCRTテレビの需要は根強いものの、昨年のJEITA(社電子情報技術産業協会)の予測によれば2011年には世界全需は2億台を超え、そのうち60%以上がフラットテレビに移行すると見られている。国内での急速な変化は、放送のデジタルへの移行や次世代DVD(BD)の導入等によるハイビジョン画像の普及、パネルデバイスの移行タイミングが合致したことにもよるものであろう。2011年に完全移行する地上デジタル放送は、ハイビジョン映像の提供のほか、ネット接続による双方向やデータ放送サービス、ワンセグも含め移動体(車載、携帯)への展開が期待されている。BDプレーヤーにもネット接続機能が付与されることから、今までの“見る”テレビから“楽しむ”テレビへのインフラが自然に整備されてきた。フラットテレビやハイビジョン画質そのものが訴求できた時期が過ぎ、急速に価格低下が進む中、新たな訴求点を模索している状況にある。一方で複雑になる機能をいかに使いやすく訴求するか、省エネルギー・エコ対応商品は重要な差別化になってきている。当社の映像情報機器はテレビやBD等の民生機器のほかに、世界最大のスクリーンサイズを誇るオーロラビジョン、監視表示システム、パブリックディスプレイ、車載映像機器、パソコン用モニタと多岐にわたっている。これら製品の技術は研究所が培ってきた基盤映像技術、担当する事業部での製品化技術の技術蓄積が融合し進められてきたものである。

本稿では映像表示機器、映像再生・記録機器を中心に、最近の技術動向と当社製品の取組状況について述べる。

2. 映像表示機器の動向

2.1 国内テレビ

急速に地上デジタル対応、フラットテレビへの移行が進み、特に大型37インチ以上の液晶パネルはWXGA(Wide eXtended Graphics Array)からフルHD(High Definition)へ移行、画面サイズは大型化の傾向にある。また、画面サイズ、デザイン、機能等での多様化も進み、パネルデバイスそのものの改良と、その特性を最大限に生かすための技術開発で競い合う状況にある。

映像高画質化の要素は、①高コントラスト化、②色再現性、③高階調等が挙げられる。コントラストの改善のためにCCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)バックライト制御やダイナミックレベル拡大処理が行われており、当社ではパネル自体の高コントラスト化のためグレアパネルを

採用し、深みのある黒を実現した。また、当社は色再現性に関する国際規格であるxvYCC規格作りで主導的な役割を果たしてきており、独自のナチュラルカラーマトリックス回路、高色域パネル採用等で高い色再現性を実現している。さらに、映像信号処理の高ビット化(12ビット)、10ビットフルハイビジョンパネルの採用できめ細やかな映像を実現している⁽¹⁾。図1、表1に46インチ2008年秋モデルについて示す。

一方、CO₂削減、省エネルギーはますます大きな流れとなってきており、商品の重要な訴求点になってきた。国内では年間消費電力の表示が規定されているが、2008年11月から米国でもテレビに関する新しいEnergy Starの基準が発効され、これまでの待機電力に加え、動作時の基準が追加(テレビのスクリーンサイズによって基準値を決定)される等、より具体的な基準を設けることが世界的な動きになってきている。

当社では2008年秋、全モデルで新省エネルギー基準“5つ星”を達成し、年間消費電力量を2004年モデル比で56%削減した。さらに、主電源切り時“0W(ゼロワット)”や“家庭画質モード”(省エネルギーかつ最適な明るさに制御)、電力量節約モード(明るさセンサで消費電力約50%)等、多くの省エネルギー設計を盛り込んでいる。

2.2 米国テレビ

米国では従来、より大型のテレビが好まれてきたが、日本同様高画質化の流れにあり、一層大型化にシフトしてきている。2008年度はテレビ全体の需要見通し約3,500万台のうち40インチ以上が4割に達する見通しである(当社予測)。当社は米国で大型(40インチ以上)を中心とした事業展開を行っている。最近の当社の取組を次に2つ述べる。

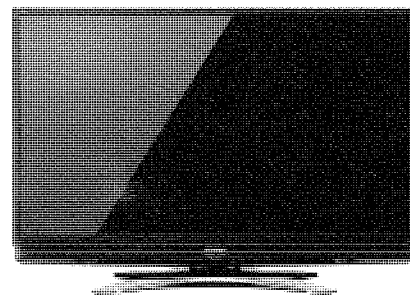


図1. 46インチ2008年秋モデル“LCD-46MZW200”

表1. LCD-46MZW200の基本仕様

| | |
|----|---|
| 映像 | “DIAMOND Panel”によって15000:1のコントラスト比実現 |
| | 16ビット映像処理回路“DIAMOND Engine PRO III”によって自然な階調とノイズの少ない映像表現を実現 |
| | 次世代の国際色標準規格“xvYCC”に準拠したx.v.Color ^(注3) に対応 |
| 音声 | スーパーウーファを内蔵しDIATONE音響技術によるサラウンド音場実現 |
| 機能 | 画面に集中できる“薄型&スリムフレーム”と最適視聴ポジションに向きを変えられる“オートターン”機能を搭載 |

(注3) x.v.Color は、ソニー(株)の登録商標である。

2008年秋に世界初の3色(R/G/B)レーザ光源を使用した65インチレーザテレビを米国市場に投入した。図2、表2に示すレーザテレビは3色(R/G/B)のレーザ光源を使用し、色再現範囲やコントラストを大幅に拡大可能な表示デバイスを開発し、当社の映像技術を駆使することによって、通常の液晶テレビに比べ約2倍の色再現範囲を実現した。さらに斬新(ざんしん)なデザインとともに、65インチで最大消費電力135W(通常の液晶テレビの1/3)と驚異的な低消費電力化を実現している⁽²⁾。

米国では3D(三次元立体)映像の劇場での上映が急速に普及している。2008年前半には約4,000劇場で放映されていると言われている。ハリウッドを中心にコンテンツ制作時点から3Dを意識し、一般家庭にも普及させたいとの気運が高まりつつある。当社は2007年機種から本格的に3D対応機(レディ機)を発売し、2008年度はレーザテレビを含め全機種3D対応とした。米国ではすでに100万台強の3D対応機が一般家庭に普及しており、3Dゲームやダウンロードサービスで3Dを楽しむことができる。液晶シャッター眼鏡を使用し、右左順次送られてくる映像を切り替えて立体映像を視聴する方式であるが、映像のハイビジョン化、3Dコンテンツの製作技術の向上等から、臨場感ある立体映像を楽しむことができる。今後BD等を活用し一般家庭への普及が進むと期待されている。

2.3 ホームシアタープロジェクト

フルHD(1080p)ホームシアタープロジェクトの世界全需は、前年比で2倍近い伸びを示しており、BDプレーヤーの普及、放送のハイビジョン化が市場形成を後押ししている。

当社が2008年秋に発売した“LVP-HC7000”(図3、表3)は、わずか3.1mの投射距離で100インチサイズの大型映像を映し出す光学エンジンを搭載しており、場面の明るさに応じて光量を高速に制御する等の工夫によって70000:1の

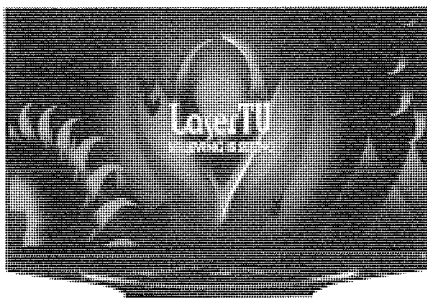


図2. レーザテレビ

表2. レーザテレビ基本仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------------|----------------------|
| 画面サイズ | 65インチ |
| 輝度 | 500cd/m ² |
| 色再現範囲(u' v') | 208% |
| 消費電力(最大定格) | 135W |
| 外形寸法(H×W×D) | 1,011×1,389×269(mm) |

コントラスト比を実現した。IP変換(1080iインタレース信号を1080pプログレッシブ信号に変換)やノイズリダクション等を行い、ハイエンドAV機器で定評のある10ビットReon-VX(Silicon Optix社製チップ)を採用し、高品位(画面輪郭に発生しやすいモスキートノイズ低減等)を実現している。フルHD視聴にふさわしい業界最高の17dBという静粛性や、高級感ある光沢仕上げは好評である⁽³⁾。

2.4 車載映像機器

国内の新車市場では、カーナビゲーションシステムの装着率が50%を超えた。ユーザーは家庭と同じことが車内でできることを潜在ニーズとして持っており、CD、DVD再生、テレビ受信の視聴ができることは不可欠要件になっている。テレビ受信は、今まで走行中には画面が大きく乱れるのを我慢して使っていたが、地上デジタル放送によって、通常の受信エリアでは、走行中も画面が全く乱れず受信できる仕様となり、助手席や後部座席に用途が広がっている。しかし、図4に示すように、車載用途では受信環境が時々刻々と変わり、また、デザイン面からもアンテナの取付けの制限もあるなど、劣悪な条件で受信エリアが限られる。受信エリアを広げるために各社いろいろ対策を講じている。当社は独自に開発をした2つのアンテナ受信電波を最適なバランスで選択・合成する“D3Aエンジン”を搭載した⁽⁴⁾。

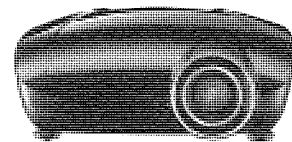
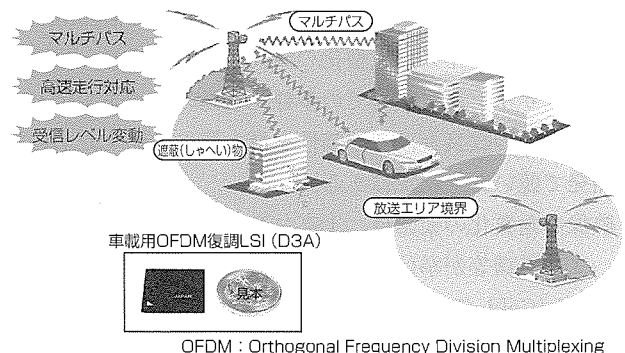


図3. LVP-HC7000

表3. LVP-HC7000の仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------|--------------------------|
| 投射画面サイズ | 50~300インチ |
| 明るさ | 750lm |
| コントラスト比 | 70000:1(オートアイリス) |
| 解像度 | VGA640×480~UXGA1600×1200 |
| 騒音 | 17dB(ランプ低モード) |
| 外形寸法 | 427×159×440(mm) |

VGA : Video Graphics Array
UXGA : Ultra eXtended Graphics Array



OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

図4. 車載地上デジタル

受信感度の視点では、携帯電話での受信を主に考えるワンセグ放送は、12セグ放送より受信可能エリアが広いので、車載に向いている。しかし、解像度やフレーム数の面で6インチ前後での視聴を前提にする場合には画質的に不満もあり、今後民生テレビでの高画質化技術の活用等で、フレーム数を擬似的に増やす処理や、高解像度処理などがさらに進むものと思われる。

2.5 業務用映像機器

世界最大のスクリーンサイズ(縦11.2m×横66.4m、JRA東京競馬場)を誇るオーロラビジョンを始めとする超大型映像機器は、外光による自動輝度制御や文字、動画、特殊効果表示、パソコン直接入力、ハイビジョン信号対応等、当社の技術の粋を集めたシステム製品とも言える。近年は大型映像装置分野でも高精細化のニーズが高く、高輝度・高密度実装LED(Light Emitting Diode)を活用し、140インチクラスで最大1,500cd/m²の明るさを実現した“レゾリア”を屋内型オーロラビジョンとして2007年秋に発売した。こうした分野では多様化する映像ニーズに対応するため、映像配信システム、他の表示機器との連携等、統合映像システムが求められてきている。当社のDLP方式大型監視表示装置は製品化して10年になる。インフラ設備の監視分野を中心に実績を積んできた。キューブと呼ばれる表示モジュール(50~80インチ)を組み合わせることで高解像度、大画面のシステムを構築できることから、目的に応じた画面サイズを構成、システム構築が重要な分野となっている。

3. 映像再生・記録機器の動向

3.1 規格標準化動向

次世代DVD規格争いが終焉(しゅうえん)し、ちょうど1年を迎える。BDの本格的な普及が進みつつあるが、より高機能な仕様となったBDの規格や種類はやや複雑である。規格の変遷、内容について述べる。図5にはBD規格の推移を年表に示す。BD規格はまずハイビジョン放送を録画する第一世代の規格制定が先行し、記録型(BDレコーダ)から製品化されたが、2006年3月にハイビジョン画質

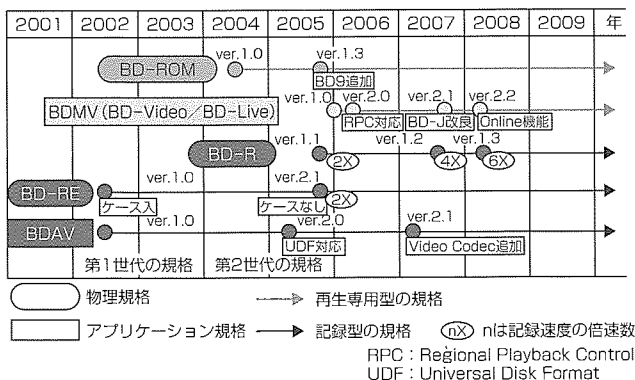


図5. BD規格年表

の映像コンテンツを収録する再生専用型ディスク規格(BDMV)が第二世代のBD規格ファミリーとして制定されてから、本格的な普及が始まった。BD規格にはProfile1とProfile2があり、Profile1は“BD-Video”と呼ばれBDプレーヤー単独でハイビジョン映像コンテンツを楽しむための規格である。Profile2は“BD-Live”と呼ばれ、Profile1の仕様に加えてBDプレーヤーをインターネットに接続し、コンテンツプロバイダ側が提供するサービスを受ける拡張仕様を規定している⁽⁵⁾。

DVDと比較してBDの主な仕様を表4に示す。ビデオ画質はDVD(SD:画素数720×480)を大きく上回るハイビジョン画質(画素数1920×1080)である。BDの大きな特長は高画質化のほかにインタラクティブ機能にある。例えば、映画本編の再生中に場面に関連付けたゲームもできる。そのプログラム言語として、Java^(注4)をベースにした“BD-J”が開発され採用された。図6にはインターネットにつながるBD-Live機能の概要を示す。BD-LiveプレーヤーはBD-Live機能を使ったコンテンツ入りのディスクを再生すると、コンテンツプロバイダ側が用意するサーバに自動的に接続し、そのコンテンツに対応する追加情報にアクセスできるようになる。例えば、タイトル発売時に入っていない特典映像を後から入手したり、別の言語の音声や字幕を追加したりするサービスが可能になる。BD-Liveプレーヤーは、サーバから関連データをダウンロードしてプレーヤー内に備えたメモリに蓄積される。元のディスクに記録されているデータとメモリにダウンロードしたデー

(注4) Javaは、Sun Microsystems, Inc. の登録商標である。

表4. DVDとBDの仕様比較

| 仕様 | 規格 | BD | DVD |
|---------------|----|---|----------------------------|
| ビデオ画面 | | 1920×1080画素(HD) 1440×1080画素(HD) 1280×720画素(HD) 720×480画素(SD) | 720×480画素(SD) |
| グラフィックス画面 | | 2面(字幕:1面, インタラクティブ:1面) 1920×1080画素 同時使用256色 | 1面 720×480画素 同時使用16色 |
| ビデオ画面の映像符号化方式 | | MPEG-2 MPEG-4 AVC VC-1 | MPEG-2 |
| インタラクティブ機能 | | BD-J(Java技術を適用) | なし |
| その他の画面機能 | | ピクチャーインピクチャー | なし |
| ネットワーク接続機能 | | あり(BD-Liveのみ) | なし |

SD : Standard Definition

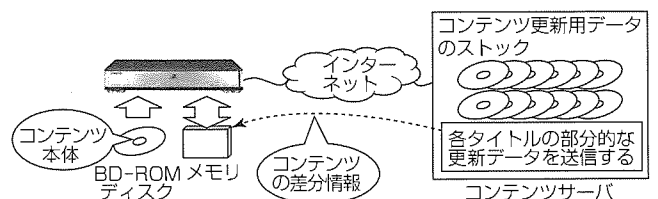


図6. BD-Liveの機能

表 5. BD規格ディスクの種類と主な仕様

| 仕様 (種類) | 第 1 世代 | | 第 2 世代 | |
|------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| | BD-RE ver.1 (書換型) | BD-RE ver.2 (書換型) | BD-R ver.1 (追記型) | BD-ROM ver.1 (再生専用型) |
| 記録容量 | 23, 25, 27GB(1層) 46, 50, 54GB(2層) | 25GB(1層) 50GB(2層) | 25GB(1層) 50GB(2層) | 25GB(1層) 50GB(2層) |
| ディスク直径 | 120mm | 120mm(80mmもあり) | 120mm(80mmもあり) | 120mm |
| カバー層厚み | 0.1mm | 0.1mm | 0.1mm | 0.1mm |
| ディスクケース | あり | なし | なし | なし |

タを組み合わせて、あたかも1枚のディスクから再生しているように見せる仮想ファイルシステム技術を導入した。ユーザーは、再生しているコンテンツが画面に表示するガイドにしたがって画面上のボタンをクリックするだけで、この新機能を利用することができる。コンテンツプロバイダ側で開発され提供される新たなサービスに期待が持たれる。

3.2 製品動向

欧米を中心に再生機が普及しつつあるが、国内市場は記録型が中心の特異な市場である。第一世代の記録機ではケース入りディスクの形態が規定され、再生規格策定前であったこともあり再生互換性は保証されていなかった。第二世代からBD規格のファミリーは、これらすべてのディスク間で相互に再生互換性が取れるように仕様統一されている。記録規格としては書換型(BD-RE)と追記型(BD-R)があり、いずれも25GB(1層)/50GB(2層)の容量で、1層当たり2時間以上のハイビジョン放送ストリーム記録が可能であるが、高効率でデジタル符号化が可能なMPEG(Moving Picture Experts Group)-4 AVC(Advanced Video Coding)等によってさらに長時間に圧縮して記録する試みがなされている。表5にBDファミリーの種類と主な仕様を示す。追記型BD-Rディスクを高速記録へ拡張する規格の開発も急速に進み、今般6倍速までが実用化された。高速記録可能なBD-Rディスクの普及によって、録画・ダビングの高速化による使い勝手の向上が期待できる。

BDレコーダの機能向上に伴い、使いこなしが難しいと言われることが多く、ますます、ユーザーフレンドリーな操作性の追及が求められている。当社では2008年春に世界初の液晶タッチパネルリモコンを搭載したBDレコーダを発売した。さらに、録画予約を簡単に行う機能としてEPG(Electronic Program Guide)を用いた電子番組表からの予約操作については、当社が新聞欄形式の番組表を初めて導入したのを皮切りに、各社DVDレコーダで標準的な機能となってきた。その後、連続ドラマの予約やお勧め番組抽出、キーワード検索等、電子番組表の使い勝手を徹底的に追求し、BDでも“簡単”をキーワードに訴求している(図7)。

便利機能としてはDVDから当社が率先して訴求してきた“省タイム機能”が挙げられる。当社2008年春モデルでは次の3つの省タイム機能を搭載し、便利機能を先駆けて推進してきた。これらは独自の映像・音声特徴判定処理技術

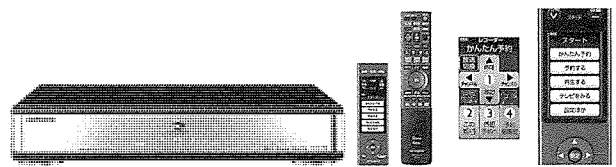


図 7. BDレコーダ, 簡単リモコン

によって実現したものである⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

- ①本編だけを選んで再生する“オートカットアイ”
- ②決定的瞬間のみ抽出し連続的に見る“ハイライト再生”
- ③歌や演奏だけを視聴する“楽曲再生”

4. むすび

映像技術の変革と当社の取組状況について述べた。映像のハイビジョン化、ネットワーク化、新たな映像デバイスへの対応は急務である。また、デジタル化に伴いより複雑になる機能への対応が不可欠になってきた。

当社ではデジタル化の技術を推進するための規格標準化活動(MPEG, BDA等)への参画、先行技術開発を進めており、タイムリーに製品への適用を行ってきた。

参考文献

- (1) 栗田泰一郎, ほか: 情報ディスプレイ, 映像情報メディア学会, 映像情報メディア年報1-2, 62, No.8 (2008)
- (2) Sugiura, H., et al.: 65-inch, Super Slim, Laser TV with Newly Developed Laser Light Source, SID08 Digest, 854~857 (2008)
- (3) 三菱電機広報発表: 三菱フルハイビジョンホームシアタープロジェクター新製品発売のお知らせ, 2008年9月16日
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2008/0916.htm>
- (4) 三菱電機広報発表: 三菱HDDカーナビゲーションシステム「NR-HZ700CDシリーズ」発売のお知らせ, 2007年5月16日
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2007/0516-a.htm>
- (5) BDA/Blu-ray Disc Association :
<http://www.blu-raydisc.com/jp.html>
- (6) 林 直人, ほか: マルチメディアストレージ, 映像情報メディア学会, 映像情報メディア年報1-3, 62, No.8 (2008)
- (7) Otsuka, I., et al.: Detection of Music Segment Boundaries using Audio-Visual Features for a Personal Video Recorder, IEEE Transaction on Consumer Electronics, 53, No.1, 150~154 (2007)

液晶テレビの高画質化

野村 崇*
長谷川仁志*
安井裕信**

High Quality Image Processing Technology of Liquid Crystal Display Television

Takashi Nomura, Hitoshi Hasegawa, Hironobu Yasui

要 旨

国内液晶テレビ市場は、2011年の地上波アナログ放送停波に向けて、2009年度には約1,000万台と需要拡大が見込まれている。また、液晶テレビの画質も、液晶パネルや映像信号処理技術の進歩によって年々改善されており、高画質化による差別化が重要になっている。

本稿では、三菱電機の国内液晶テレビ“REAL”の2008年モデル“MZW200シリーズ”に搭載した当社独自の画質映像処理エンジン“DIAMOND Engine PROⅢ”と、光沢処理液晶パネル“DIAMOND Panel”について述べる。

当社京都製作所と先端技術総合研究所が共同で、高画質映像信号処理技術とそれらを搭載したASIC (Application Specific Integrated Circuit) “DIAMOND Engine PROⅢ”を開発した。

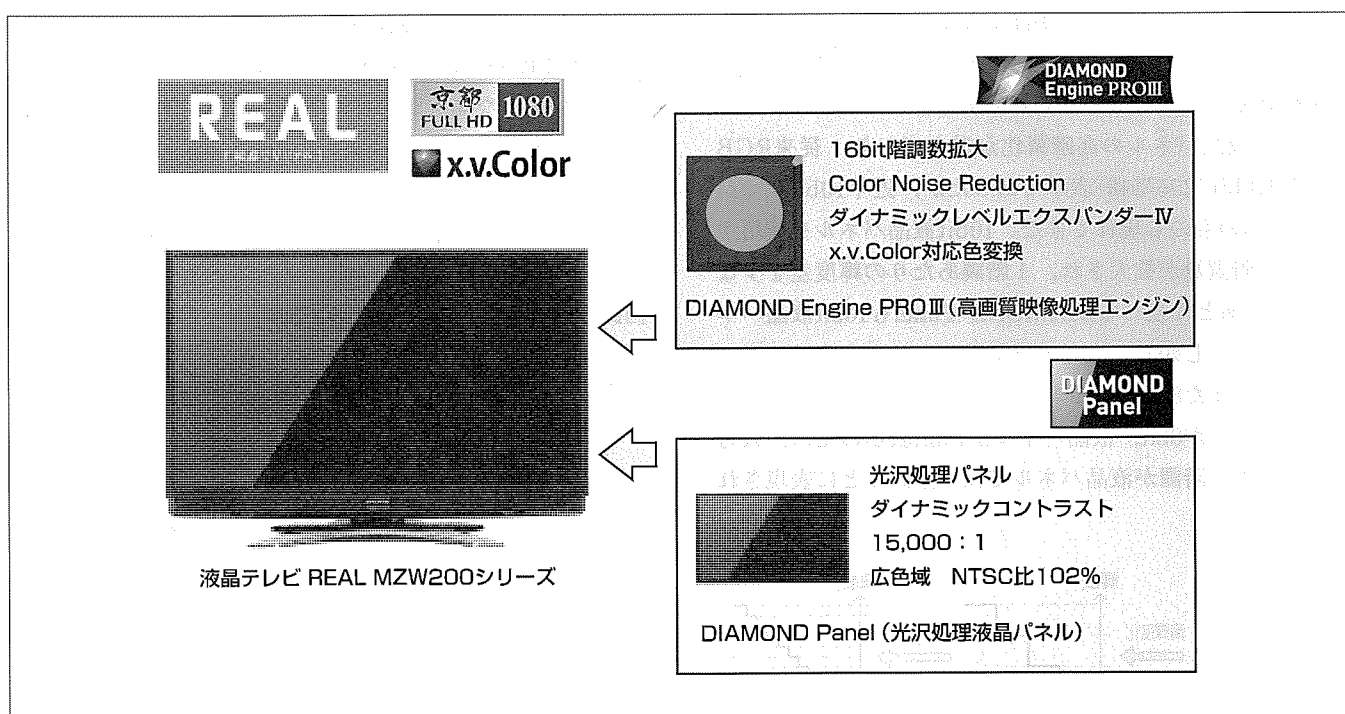
このASICには、新たに追加した当社独自の画質映像信号処理技術として、①滑らかできめ細かい自然な映像を実現可能な16bit階調数拡大技術、②ハイビジョンに特有なノイズを低減するCNR (Color Noise Reduction)、③

映像シーンごとに高コントラスト感とつややか感を向上させる“ダイナミック・レベル・エキスパンダーⅣ”，④次世代国際色標準xvYCC規格に準拠した“x.v.Color^(注1)”に対応可能な色変換技術を搭載している。

また当社独自の光沢処理液晶パネル“DIAMOND Panel”は、光沢処理によって“艶(つや)”のある映像表現、ダイナミックコントラスト15,000：1で深みのある“黒”の実現、NTSC (National Television System Committee) 比102%の広色域によって忠実で色鮮やかな映像表現とx.v.Color対応が可能である。

今回の液晶テレビMZW200シリーズは高画質映像処理エンジンDIAMOND Engine PROⅢと、光沢処理液晶パネルDIAMOND Panelの組合せで高画質化を実現した。これからも事業場所と研究所の連携をとり、当社独自の画質映像処理技術の開発を推進していきたい。

(注1) x.v.Colorの名称及びロゴは、ソニー(株)の登録商標である。



液晶テレビ“REAL MZW200シリーズ”と“DIAMOND Engine PROⅢ”，“DIAMOND Panel”

液晶テレビ REALの2008年秋モデル MZW200シリーズの外観写真(左)と、新たに開発したDIAMOND Engine PROⅢ ASICの外観写真(右上段)と、当社独自開発のDIAMOND Panelの外観写真(右下段)である。このDIAMOND Engine PROⅢとDIAMOND Panelで色鮮やかな色彩と艶やかな美しさの高画質化を実現した。

*京都製作所 **先端技術総合研究所

1. ま え が き

国内液晶テレビ市場は、2011年の地上波アナログ放送停波に向けて、2009年度には約1,000万台と需要拡大が見込まれている。また、液晶テレビの画質も、液晶パネルや映像信号処理技術の進歩によって年々改善されており、高画質化による差別化技術が重要になっている。

本稿では、当社の国内液晶テレビREALの2008年モデルMZW200シリーズに搭載した当社独自の高画質映像処理エンジンDIAMOND Engine PROⅢと、光沢処理液晶パネルDIAMOND Panelについて述べる。

2. 高画質映像処理エンジン DIAMOND Engine PROⅢ

当社京都製作所と先端技術総合研究所が共同で、高画質化映像信号処理技術とそれらを搭載したASIC“DIAMOND Engine PROⅢ”の開発を行った。

このASICには、新たに追加した当社独自の高画質化映像信号処理技術として、①滑らかできめ細かい自然な映像を実現可能な16bit階調数拡大技術、②ハイビジョンに特有なノイズを低減するCNR(Color Noise Reduction)、③映像シーンごとに高コントラスト感と艶やか感を向上させるダイナミック・レベル・エキスパンダーⅣ、④次世代国際標準規格xvYCCに準拠したx.v.Colorに対応可能な色変換技術を搭載している。

2.1 16bit階調数拡大技術

液晶パネルの高輝度化が著しく、2001年では液晶パネルのピーク輝度が200cd/m²であったが、現在では500cd/m²になっている。ピーク輝度が高くなることで、液晶パネルの1階調あたりの輝度の変化量が大きくなり、この輝度差が偽輪郭やノイズとして目立ちやすくなっている(図1)。

また、液晶パネルの高階調化が進んでおり、従来RGBそれぞれ8bit(256階調)表示であったが、近年10bit(1,024階調)表示のものも現れてきた。10bit液晶パネルを使用することで階調数が拡大され、1階調あたりの輝度差を少なくできる(あとで述べるDIAMOND Panelも10bit液晶パネルである)。しかし、入力映像信号ソースの多くはデジタル階調数がまだ8bitである。10bit液晶パネルを使用した場合、入力信号が8bit、液晶パネルが10bit表示のため、入力映像信号の1階調が液晶パネルでは4階調ごとに表現され

ることになる。このため、映像信号の階調を1階調ごとになめらかに補正する必要がある。今回、8bitの入力映像信号から16bit(65,536階調)の信号を生成する16bit階調拡大技術を開発した。

この技術は、図2に示すように、階調の変化を滑らかに変換するためのビット拡張ブロックと、下位bitに対するディザ処理を行うディザ処理ブロックによって構成している。

ビット拡張ブロックでは、階調変化が平坦な区間、すなわちグラデーション領域を検出し、このグラデーション領域を16bit精度でなだらかなように平滑化処理を行う。このことで、映像をぼやかすことなく、8bit階調中の1階調のステップをなだらかな16bit階調中の256階調にでき、自然な階調変化を実現することができる。また、なだらかに変化する平坦部に発生しているブロックノイズにもノイズ低減効果がある。

ディザ処理ブロックでは、この16bitに階調拡大した信号を液晶パネルの階調数である10bitにするために、ディザ処理を行う。このディザ処理によって、16bit中の下位6bitを人間の視覚特性の積分効果を利用して表現している。

2.2 CNR

映像のデジタル化によって、蓄積、伝送で画像圧縮が行われるが、液晶テレビの大画面化、高輝度化に伴って、画像圧縮特有のノイズが目立つようになってきた。例えば、明るさや色合いが変化する部分、動きの激しい部分に出るブロックノイズ、平坦部に出るざらつきノイズ、青空のような鮮やかな色が広がっている部分で目につきやすい色ノイズなどの画像圧縮特有のノイズである。

このASICのCNR(Color Noise Reduction)回路では、図3に示すようなエッジ保存型平滑化フィルタを用いてエッジ部分の急峻(きゅうしゅん)な変化を保持しつつ、階調差の少ない領域のみ平滑化を行う。このエッジ保存型平滑化フィルタを用いることで、輪郭の鮮鋭度を保持しつつ、ノイズを低減することができる。また、あとで述べる色変換回路との組み合わせで12色各色別にノイズ低減を行うことができる。

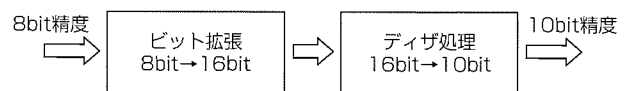


図2. 16bit階調拡大技術の構成

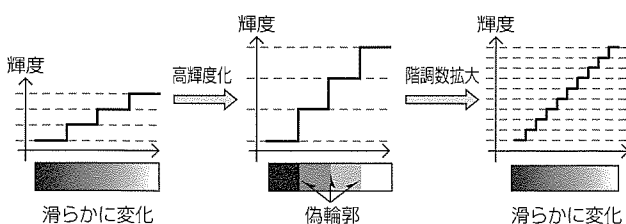


図1. 入力映像信号と液晶パネル輝度

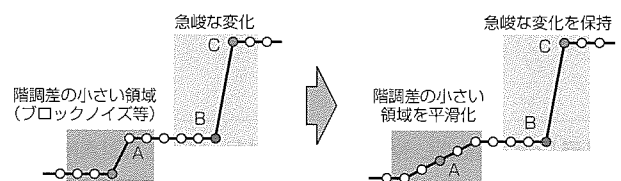


図3. 平滑化フィルタの動作

2.3 ダイナミック・レベル・エクスパンダーⅣ

デジタル映像信号処理での高コントラスト化は、デジタルデータの限られたダイナミックレンジの中で、いかにレンジを有効活用するかが重要なポイントである。このASICに搭載したダイナミック・レベル・エクスパンダーⅣでは、映像のヒストグラムを検出し、リアルタイムにダイナミックガンマ補正を行うことで、高コントラスト化を実現した。

図4に映像ヒストグラムの一例とそのときのガンマ補正の一例を示す。映像ヒストグラムで16分割された区間の中で、出現頻度の高い階調区間のゲインをより高く、出現頻度の低い階調区間のゲインをより低くするようにして、16点折れ線でガンマ補正を行う。また、映像の平均輝度が高い場合に暗い部分の黒が締まるように、黒部分のガンマを寝かせるような補正を行う。このように映像ヒストグラムに応じたガンマ補正を行うことで、シーンごとに最適なコントラスト補正が行われ、黒が締まった、高コントラストで艶やかな映像となる。

このASICでは、映像ヒストグラム検出とその検出結果に対応した自動ガンマ補正をハードウェア処理のみで行っており、高速処理のCPU(Central Processing Unit)によるソフトウェア制御なしで、映像と処理の遅延を最小にすることができる。

2.4 色変換技術

2.4.1 xvYCC色空間規格

次世代の国際色標準xvYCC規格について述べる。xvYCC規格は、新たな拡張色空間として2006年1月にIECからIEC 61966-2-4⁽¹⁾として発行された。このxvYCC規格は、HDTV(High Definition TeleVision)の規格であるITU-R(International Telecommunication Union-Radiocommunication sector)BT.709⁽²⁾規格と下位互換を持つ動画用の拡張色空間である。BT.709規格では、式(1)を用いてRGB色空間からYCC色空間Y', Cb', Cr'へ変換される。

$$\begin{bmatrix} Y' \\ Cb' \\ Cr' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ -0.1146 & -0.3854 & 0.5000 \\ 0.5000 & -0.4542 & -0.0458 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \dots\dots(1)$$

図5に、簡易的に色差信号を三次元軸にしたBT.709規格とxvYCC規格の色空間の比較を示す。また図6に、図5に示した三次元色差空間のY-Cr平面を切り出した図を示す。BT.709規格で扱われるR', G', B'の範囲は、0から1.0の間であるので、BT.709規格のYCC空間では、図5に示した内側のグレー部分で示される斜めに傾いた立方体の中、図6では内側のグレー部分で示される四角だけが定義されている。一方、xvYCC規格では、R, G, Bの範囲は負の値と1.0以上が使えるように定義されており、図5の外側の立方体、図6では外側の四角の広い色空間を表現することができるようになる。

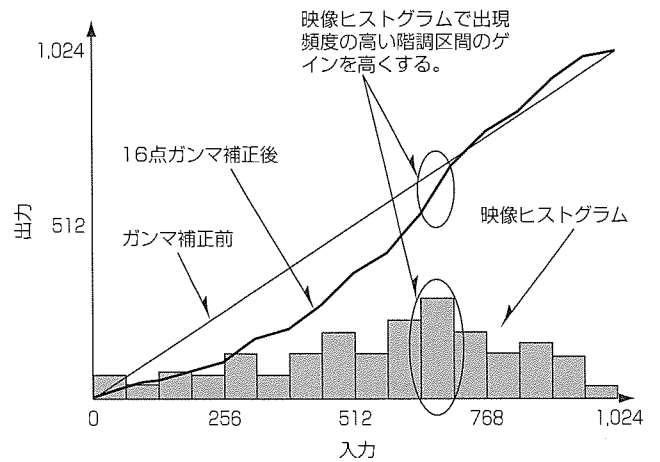


図4. 映像ヒストグラムとガンマ補正の一例

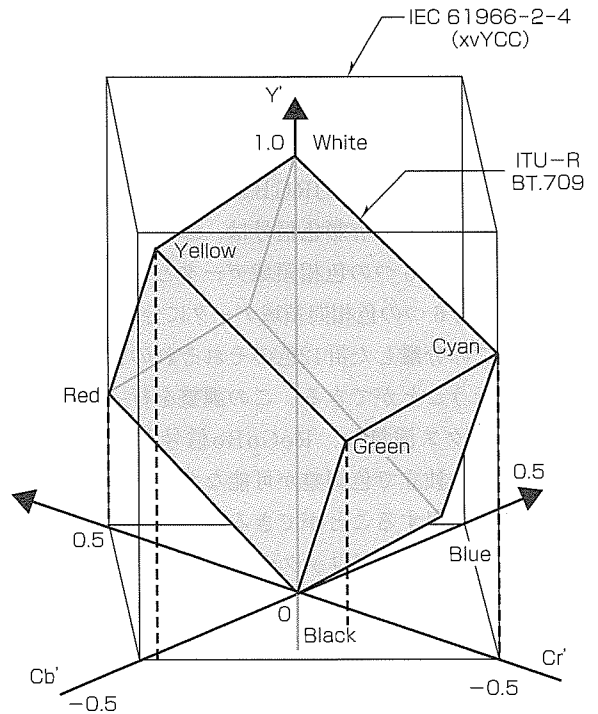


図5. BT.709とxvYCC色空間比較

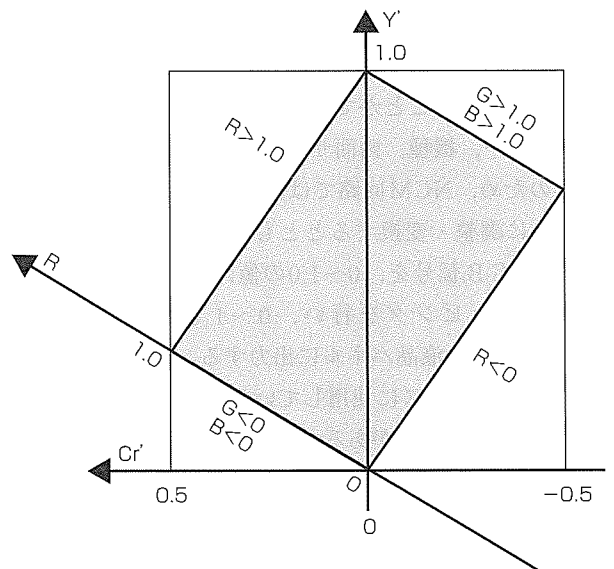


図6. Y-Cr平面図

このようにxvYCC規格では、BT.709規格で規定されていなかったRGB信号の1.0以上又は負の値に明確な定義が加えられ、色域が拡張されている。このxvYCC規格によって、従来のBT.709規格ではオーバーレンジでクリップされ潰（つぶ）れてしまっていた高彩度の色表現が可能となる。

図7はマンセル色票^(注2)(物体色)でのBT.709規格とxvYCC規格の色表現比較を示す。マンセル色票は自然界に存在し、人間の目が認識できる物体色を示した図である。同図(a)のグレー部分で囲われている内側部分がBT.709規格では表現できなかった部分で、BT.709規格では物体色の約55%しか表現できていなかった。同図(b)で示すxvYCC規格では、グレー部分がなくなり、物体色のほぼ100%の表現が可能となる。

2.4.2 xvYCC対応色変換技術

図8は、xvYCC規格に対応した当社独自の色変換技術NCM(Natural Color Matrix)回路のブロック図である。NCM回路では、まず、入力 R_i, G_i, B_i 信号を、有彩色信号と無彩色信号に分離する。有彩色信号は、赤、青、緑、黄、マゼンタ、シアンの6つの色相領域データと、これらの色相の間に位置する6つの色相間領域データに分離する。NCM回路では、この分離した計12色のそれぞれの領域で独立して色調整を行うことができる。この調整を行ったデータを再度マトリックス演算し、 R_o, G_o, B_o 信号として出力する。このように12色独立で色調整が可能のため、自然で色鮮やかな色再現を実現することができる。

図9は、ASICの各ブロックの映像信号レベルを示す図である。入力映像信号であるxvYCC対応色差信号①は、式(1)に示すマトリックスの逆マトリックス演算によってRGB信号に変換し、負及び1.0以上の値を持った R_i, G_i, B_i 信号②に変換する。このRGB変換後の映像信号処理回路では、これらの負及び1.0以上の値をクリップしないように映像信号処理を行う。この R_i, G_i, B_i 信号②をNCM回路に入力する。液晶パネルの入力はデジタルRGB信号のため、0~1.0の範囲でしか入力することができない。また、液晶パネルの色域はメーカー、機種、画面サイズによって、それぞれ異なる。そのため、NCM回路では液晶パネルの色域に合わせ、自然な色に調整・変換するとともに、負及び1.0以上の値を持った R_i, G_i, B_i 信号を、0~1.0の値になる様に液晶パネルの色域にマッピングを行い、0~1.0の値に変換した R_o, G_o, B_o 信号③を液晶パネルに出力する。

MZW200シリーズに使用しているDIAMOND PanelはNTSC比102%の色域があるため、xvYCC規格で拡張された色の表示が可能である。MZW200シリーズでは、このDIAMOND PanelとNCM回路とを用いて、xvYCC規格対^(注2) Munsell Color Cascadeのデータは、英国The National Physical Laboratoryで測定されたものをMichael R. Pointer博士から提供された。

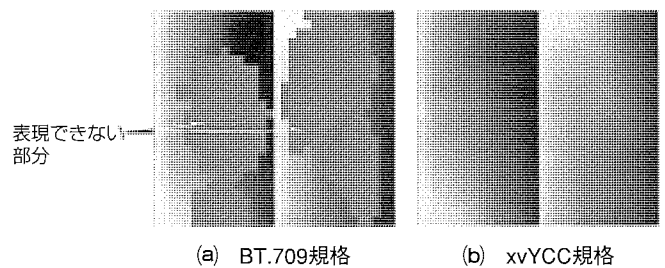


図7. マンセル色票による比較

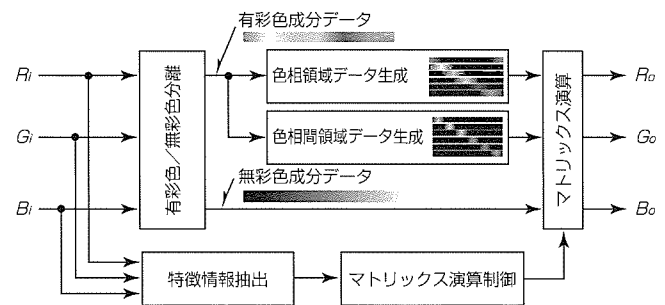


図8. NCM回路ブロック図

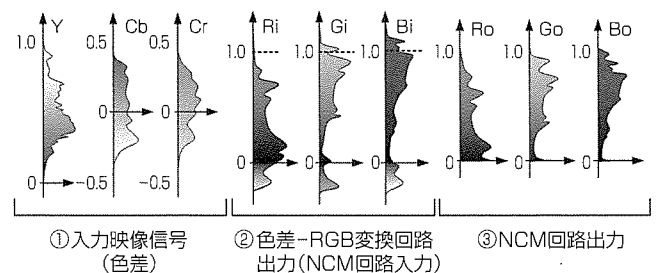


図9. 各ブロックの映像信号レベル

応を実現した。xvYCC規格に対応した映像ソースでは、高い彩度を持つ物体色、例えば、花びら1枚1枚の微妙な彩度の違い、エメラルドグリーンの海の波しぶきのディテール感などが表現可能である。

このxvYCC規格に準拠した広色域対応の製品に、業界統一呼称として、x.v.Colorの呼称とロゴを付している。

3. 光沢処理液晶パネル DIAMOND Panel

“MZW75シリーズ”以降、“MZW100”“MZW200シリーズ”に採用されているDIAMOND Panelについて述べる。

DIAMOND Panelは、映像を映し出すパネルの表面に光沢処理を施すことで、

- ①コントラスト比
- ②映像のシャープネス感

の改善効果が見られる。

当社としては、光沢表面処理を施した製品で他社との差別化が可能なこと、画質においては改善効果が大きいこと、ブラウン管テレビ開発の時代から表面光沢処理を施した製品を出荷していた実績があることから、DIAMOND Panelを採用し、製品化することとした。

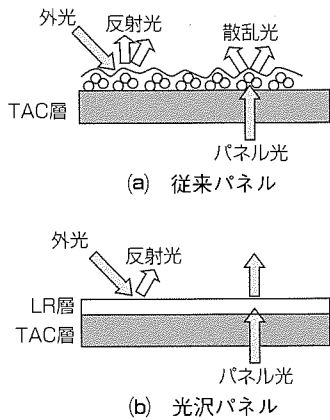


図10. 従来パネルと光沢パネルの表面処理

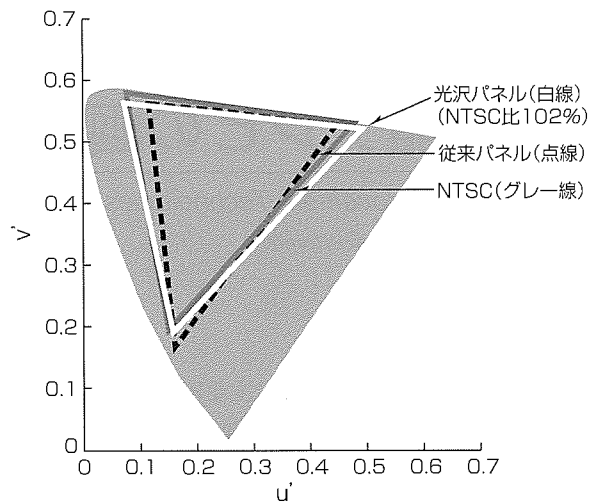


図11. 従来パネルと光沢パネルの色域の違い

図10は従来パネルと光沢パネルの表面処理の違いを示す図である。

従来のパネルは、表面に外光反射を防ぐため偏光フィルム層と呼ばれるものが張り付けられており、これによって表面の映り込みを軽減していた。しかし、このフィルムはパネルからの光も散乱させる結果となり、コントラストの低下、シャープネス感の劣化を招いていた。

また、映り込みを防止する効果はあるものの、外光がパネルに当たったとき、黒浮きの現象が発生してしまっていた。

DIAMOND Panelでは偏光フィルム層の代わりに光沢処理を施し、その上にブラウン管時代から使用しているLR(低反射)コーティングを施した。それによって、外光反射を低減しつつ、高コントラスト、シャープネス感の向上につながるパネルを使用した製品へ仕上げた。

そのほかの特長としては、色域をNTSC比102%まで表示能力を向上させた(図11)。これはこのパネルに使用されるCCFL(冷陰極蛍光ランプ)の発光特性を改善することで実現しており、現行パネルよりもより深い緑、より深い赤の表示が可能になっている。

また、MZWシリーズではこの広色域特性を利用してx.v.Colorの性能を発揮させている。

4. む す び

当社液晶テレビに搭載している高画質化技術について述べた。当社液晶テレビは、高画質映像処理エンジンや光沢パネルだけでなく、DIATONEサラウンド、スリムフレーム、オートターンといった差別化を行い、市場で高い評価を得ている。

高画質化の要求は液晶テレビだけではなく、映像表示装置を備えた様々な製品、システムで要求されている。テレビ用途で独自に開発した高画質化の技術を、社内での映像事業、例えば、プロジェクションテレビ、パソコン用ディスプレイモニタ、ビデオプロジェクタ、大型映像機器“オーロラビジョン”、車載モニタ、FA(Factory Automation) 端末機器、産業用液晶モジュール等に横展開していく。

高画質化は、映像信号処理回路だけでなく、表示デバイスとのトータル性能でないと成り立たない。今回の液晶テレビMZW200シリーズも、高画質処理エンジンDIAMOND Engine PROⅢと光沢処理液晶パネルDIAMOND Panelの組合せで高画質化を実現した。今後も事業場所と研究所の連携をとり、当社独自の高画質化の開発を推進していく。

参 考 文 献

- (1) IEC 61966-2-4, Multimedia systems and equipment-Colour measurement and management-Part 2-4: Colour management-Extended-gamut YCC colour space for video applications-xvYCC, IEC 61966-2-4 (2006)
- (2) Recommendation ITU-R BT.709-4: Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange (1990-1994-1995-1998-2000)

省エネルギーを考慮した 液晶テレビの画質改善

中村芳知*
野本弘平**

Image Quality Improvement Technologies of LCD TV for Energy Savings

Yoshitomo Nakamura, Kohei Nomoto

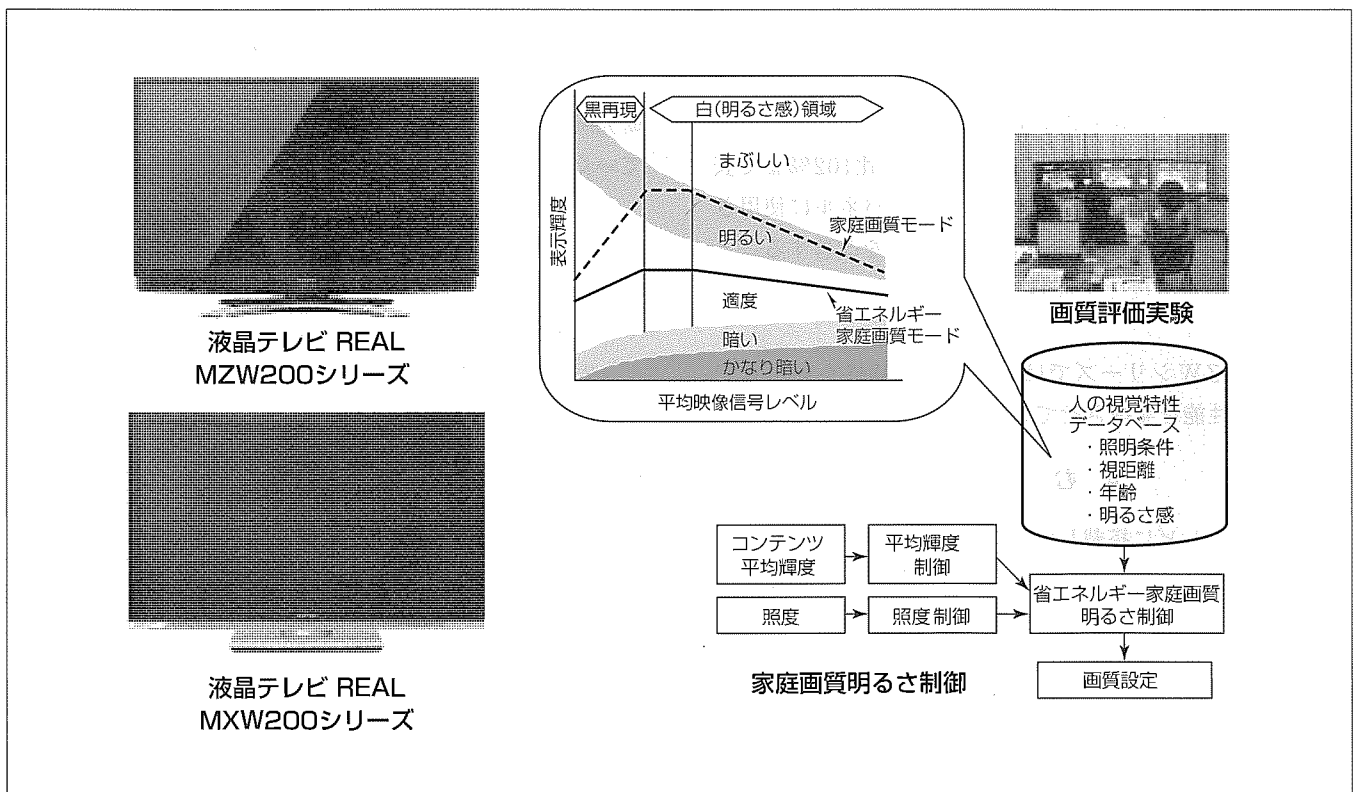
要 旨

2008年8月、北海道の洞爺湖で主要国首脳会議(サミット)が開催され、世界全体の温室効果ガスの排出量を2050年までに50%削減するという長期目標を世界全体の目標として共有し、採択するよう求めることを合意するなど、環境問題について話し合われた。身近なところでは、店頭でエアコンや冷蔵庫など家電製品の年間消費電力量の表示が行われており、家電製品の省エネルギー化に対する消費者の関心は高くなっている。その中でもテレビは、エアコン、冷蔵庫、照明器具に続き家庭内の電力消費量で4番目に多く、テレビの省エネルギー化は重要な課題となっている。

三菱電機では、2006年から液晶テレビのまぶしさや黒再現を改善するために、視覚特性を考慮した明るさ制御“家庭画質モード”を搭載している。家庭画質モードは、テレビの視聴環境の実態調査、ユーザーの視覚特性の研究、表示デバイスの性能調査を基に、年齢や観視距離、表示コン

テンツ条件から表示輝度や表示の色味を自動調整する機能である。家庭環境の調査で、一般的な照明条件として画面照度が100lxであることがわかった。視覚特性評価から、照明環境と視聴者によって、黒色の輝度要求、まぶしい明るさ、適度な明るさは、照度とともに変化することを示した。また、高齢者の好ましい明るさと好ましい色温度に傾向を見つけた。

今回、“MXW200シリーズ”の家庭画質モードは、高齢者の好む明るさに対応した色味表示がなされ、より高齢者が見やすい画質作りを実現している。また、“MZW200シリーズ”では、人の明るさ感を詳細に評価することで、より高い省エネルギー効果を実現する明るさ制御を開発した。また、MZW200シリーズは、家庭画質モードを基準として、主観評価結果を基にした画質作りがなされ、ユーザーの嗜好(しこう)に即した画質も実現している。



明るさ制御搭載液晶テレビ“REAL MXW, MZWシリーズ”

液晶テレビ REALの2008年モデル MZW200シリーズの外観写真(上段左)とMXW200の外観写真(下段左)である。明るさ制御技術は、人の視覚特性をデータベース化し、表示される絵の平均輝度レベルを基に人の明るさ感に合わせた無駄のない輝度制御を実現している(図中グラフ)。

1. ま え が き

近年、一般家庭で液晶テレビの普及が著しい。その背景には、急激なコストダウンによる価格的な要因が考えられるが、画質性能面で液晶パネルのコントラスト、黒色再現、動画応答性や色再現などの表示性能が大きく改善されたことも要因と考えられる。ただし、画質はこれら物理的な数値性能の向上のみでなく、観視する人に合わせることも重要であり、人の視覚特性を評価することから最適な表示性能を作り出すことが必要である。

今までは表示性能を改善する技術を中心とした開発が進んでいたが、地球環境を考える上で、これからは、消費電力削減のための開発が重要になっている。2008年の8月に洞爺湖で開催されたサミットでは、温室効果ガスの削減など地球環境について話し合われた。このように、市場からの消費電力の削減要求は高まっている。

本稿では、当社の液晶テレビREALの“家庭画質モード”、2008年モデルMZW200シリーズで開発した“省エネルギー家庭画質モード”のコンセプト、省エネルギーに向けた最適な画質設定、観視者の視覚特性に合わせた目にやさしい明るさ調整技術について述べる。

2. 家庭画質モード

2.1 家庭画質モードとは

2004年ごろから30型を超える液晶テレビが普及し始め、一般家庭では、それまでブラウン管テレビでは体験しなかった画面サイズで視聴されるようになった。このころ、液晶パネルの表示輝度とコントラスト値が急激に高くなり、液晶テレビがまぶしいという声がかれ始めた。2006年、当社は液晶テレビREALの春モデル“MX60”に、人がまぶしさを感ぜない明るさ調整機能として“家庭画質モード”を開発し、搭載した。家庭画質モードは、テレビの視聴環境の実態調査、ユーザーの視覚特性の研究、表示デバイスの性能調査を基に、年齢や観視距離、表示コンテンツ条件から表示輝度や表示の色味を自動調整する機能である。またこの機能は、無駄を省いた明るさ制御であるために、省電力化も実現している。

2.2 家庭の照明環境

テレビを視聴する一般家庭の照明条件の調査は、2004年に実施した⁽¹⁾ (図1)。その結果、平均画面照度は108lxであった。1994年に実施された測定結果⁽²⁾は93lxであったことから、近年の平均的な照明環境は画面照度がおおよそ100lxである。家庭画質モードの明るさ制御は、この照明条件に合わせた主観評価実験を基に設定している。

2.3 液晶パネルの黒表示

一般的なLCD(Liquid Crystal Display)は、画面が黒表示であってもバックライトが光っており、黒い服や黒いピ

アノなど黒表示の多いシーンでは、漏れ光によって黒い部分がグレーに見える場合がある。そこで、この黒再現改善のために、家庭画質モードでは、観視環境(照度)と黒に見える輝度を評価⁽¹⁾し、この結果を基に黒表示に合わせた明るさ制御を行っている(図2)。

また、明環境ではバックライトによる発光のみでなく、照明光による表面反射光の影響で黒色の再現性が低下する。この表面反射光は、表面処理によって大きく異なる。当社では2007年10月発売のMZWシリーズから光沢コートを施した液晶パネルを採用し、表面反射と内部の拡散光を抑えて、明るい環境下でも黒再現性を高めている。

2.4 まぶしい明るさ

液晶ディスプレイは、輝度制御をしない限り、ピーク白輝度が表示画像に依存せず一定となる。そのため、平均輝度レベルが低い映像に比べ、画面一面の白い画像が表示された場合は、まぶしさを感じる。また、明るさ感は人によって異なる。その要因としては年齢、視力などが挙げられる。

まぶしい明るさの評価は、高齢者(60~70代)と若齢者(20代)で実験を行った。評価方法は、表示サイズの異なる丸いパターンで、まぶしさを感じ始める輝度を求めている。この評価から表示パターンの面積が大きいほど低い輝度でまぶしさを感じ、暗い照明環境下(順応輝度)では、低い輝度でまぶしさを感じることを示した(図3)。2006年のMX60の家庭画質モードは、この結果を基にした明るさ制御が搭載されている。その後、多数の画像を用いた明るさ

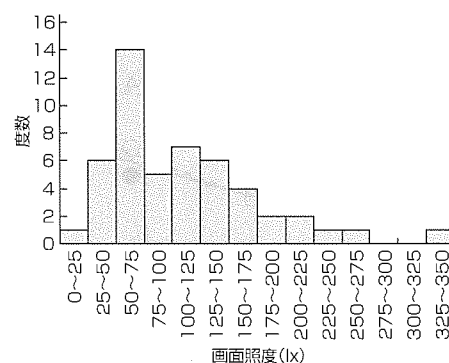


図1. 画面照度の分布(リビング)

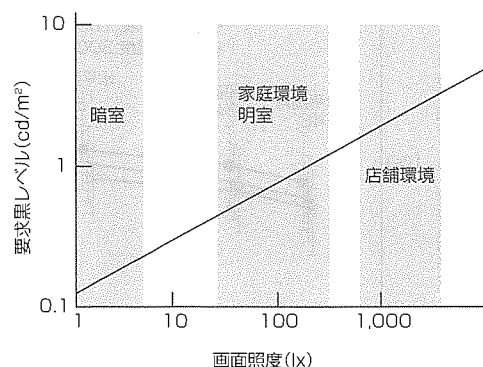


図2. 照度環境下における黒に見える表示輝度

感の評価⁽³⁾から、年齢の違いによる制御をより詳細に行い、2007年の“MX70”からは、若齢者向けには照度に対する輝度の変化量を大きくすることで、更にまぶしさを抑えた明るさ制御を行っている。

2.5 画角と明るさ

図4は、画面照度ごとの観視距離と好ましい輝度との関係⁽⁴⁾を示している。観視距離が近い場合、画角は大きくなり好ましい輝度は低くなる。大人と子供の観視距離の調査結果⁽⁵⁾から、10代の子供はおおむね大人の0.8倍の距離でテレビを観視している。このことからテレビの観視距離に合わせた輝度調整は重要であることがわかる。観視距離に対しては、MX60から3段階の強度差を設けた照度センサの設定値によって対応している。

また、画角は画面サイズに相当するため、画面サイズに合わせた輝度設定は、この結果を基に行っている。一般的に、画面サイズが大きくなることによって消費電力が増加するが、画面サイズに合わせて輝度制御を行い、視覚疲労の軽減だけでなく消費電力の削減を行っている。

2.6 色温度と明るさ感

家庭におけるテレビの色温度設定値は、7,000K~20,000Kという広範囲で使用されている。テレビ映像における好ましい色温度は、視聴者の年齢による影響、表示内容、周囲照明の色温度との関係がある。図5に高齢者20名の被験者が好む輝度と色温度の関係を示した。数値が高いほど色温

度が好ましいことを示している。一般的に高齢者は、加齢による水晶体の分光透過率の変化(黄色化)などによって、高色温度の画像を好む傾向があるといわれている。しかし図から、高輝度を好む被験者は高色温度を好み、低輝度を好む被験者は低色温度を好む傾向があり、必ずしも一貫して高色温度を好むわけではないことがわかった⁽⁶⁾。この結果を、2008年のMXW200シリーズの家庭画質モードに反映して搭載し、高齢者向けに、高輝度になる設定を選択すると高色温度、低輝度を選択すると低色温度で表示される。

3. 省エネルギーに向けた明るさ制御

3.1 省エネルギー家庭画質モードとは

図6は、明るさ感と表示輝度の関係を示している。家庭画質モードは、まぶしさの評価結果を基にした明るさ制御であり、まぶしくならない“明るい”領域内での輝度制御である。2008年のMZW200シリーズには、省エネルギーをコンセプトに、家庭環境で観視者が暗いと感じない適度な明るさを評価し、適度な明るさの領域内で輝度制御を行う省エネルギー家庭画質モードを開発し、搭載した。

3.2 下限許容値と好ましい輝度評価

テレビの適度な明るさ領域の評価は、次の2つの評価指標によって評価実験を行い、基準値を求めている。

- ①好ましい輝度：長時間見ても目が疲れず、高画質に見える明るさ

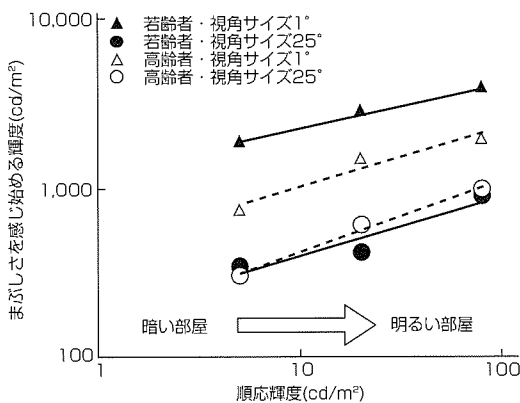


図3. 順応輝度環境下における好ましい表示輝度

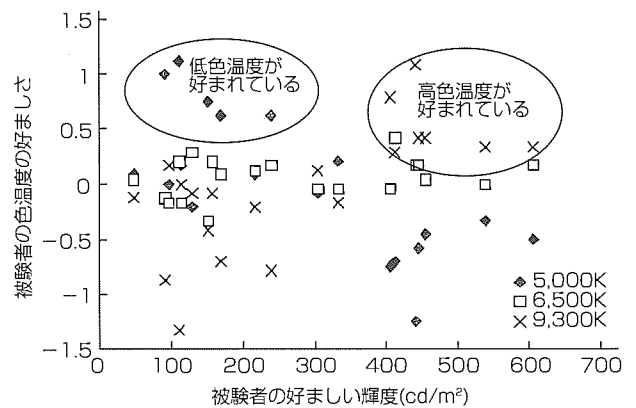


図5. 被験者の好ましい輝度と色温度(高齢者20名)

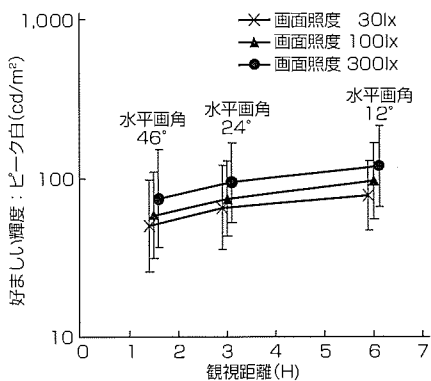


図4. 観視距離と好ましい輝度(20代24名)

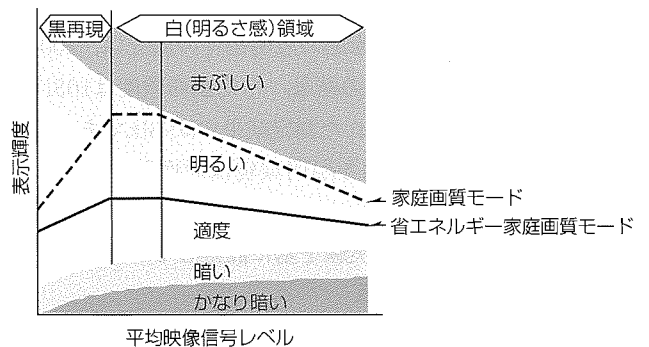


図6. 明るさ感と表示輝度の関係

②許容下限輝度：省エネルギーを考慮した場合に、許容できる明るさ

評価は、画面照度100lxの家庭環境下で、46型の液晶テレビを用いて、20名の20代以上の被験者を対象に実施した。図7が結果の分布である。好ましい輝度は、50cd/m²付近から500cd/m²の間で分布し、許容下限輝度は、20cd/m²付近から250cd/m²の間で分布した。

この下限許容値の結果から90%以上の人が暗く感じない輝度、好ましい輝度値の結果から、50%以上の人が好ましい輝度と感じる表示輝度を適度な明るさの輝度の基準値として、省エネルギー家庭画質モードの輝度設定に用いた。この制御を搭載することで、MZW200シリーズは40型で168kWh/年、46型で185kWh/年の業界トップクラスの年間消費電力を実現した。

3.3 省エネルギー設定における画質設定の課題

省エネルギーを目的とした適度な輝度設定における解決すべき課題は、この省エネルギー対応輝度レベルでも高画質を維持することである。視聴者は一般的に、より高い輝度を好む傾向が強く⁽⁷⁾、液晶テレビは通常、高輝度表示による画質設定がなされている。すなわち、適度な明るさ領域における高画質化の実現は、ノウハウの蓄積のない技術領域であり、実験データと理論的解析から求める必要がある。

3.4 順序刺激多次元画質最適化法

人は、自分では意識していなくとも、多くの人々に共通した一定の規則性に従って画質の好みを感じている⁽⁸⁾。適度な明るさ領域の画像について、その規則性を、被験者を用いた実験から明らかにし、テレビの設計値に結びつけることを考える。被験者に画質の良しあしを答えさせる実験は、主観評価実験と呼ばれる。

実験における被験者は、専門的知識がなく、先入観を持たない人を選定した。普通の人々が画質パラメータを調整して好ましい画質を得ることは困難なので、複数の画質を見せて良いものを選択してもらった。また、絶対的な評価基準を期待することもできないので、提示された中での相対評価を行った。さらに比較すべき画質の数が多いため、相対評価の代表的手法である一対比較法は、評価回数が指数関数的に増大してしまい利用することはできない。

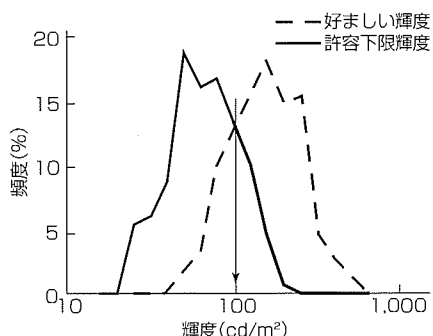


図7. 好ましい輝度と許容輝度の分布

これらの課題を解決するために、順序刺激多次元画質最適化(Ordered Stimuli Multi-dimensional Image Quality Optimization: OSMIQO)と呼ぶ方法を開発し、これを用いて画質パラメータの最適化を行った。この方法は、実験回数を爆発的に増大させないで、多数の画質の相対評価を行うために、次の2つの方策を採っている。

- ①同時に評価する比較対象を一对(2個)よりも多くする。
- ②これによって増加する評価の複雑性を緩和するために、同時に評価する画質は、パラメータ値が1つだけ変化しており、他の画質パラメータ値は一定とする。そして、その変化の順に比較対象は並べられて、被験者に提示される。

この順序刺激多次元画質最適化法の位置付けを、図8に示す。

3.5 実験方法

液晶ディスプレイでは、各画素に画像再生の輝度レベル信号が与えられ、それに応じて実際の輝度が画質パラメータによって決定される。低い輝度レベルに対し、漆黒を表現しつつも黒つぶれを起こさないためには、黒レベルというパラメータが重要な役割を果たす。また、人の顔などの画像では、中間的な輝度レベルが重要になるが、このレベルでの表示輝度はガンマ特性(階調輝度特性)によって決まる。さらに、高い輝度レベルは画像中で白や光の表現に用いられるが、色温度がその印象を左右する。この実験では、黒レベルの度合い、ガンマ特性の演出の度合い、及び色温度の値を調整すべき画質パラメータとして選択した。順序刺激多次元画質最適化法による実験風景と、画質パラメータ空間との対応を図9に示す。

また、好まれる画質はコンテンツによって異なることが考えられる。スポーツ、ニュース、バラエティ、映画など様々なコンテンツで実験を行った。

実験で被験者は、提示された画質の中で最も好ましいものを選択する。そして、残りの画質それぞれが、その画質

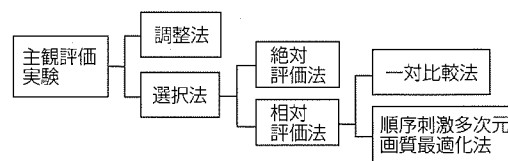


図8. 順序刺激多次元画質最適化法の位置付け

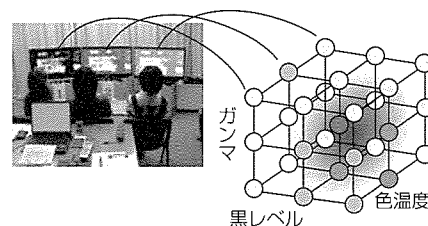


図9. 実験風景と画質パラメータ空間との対応

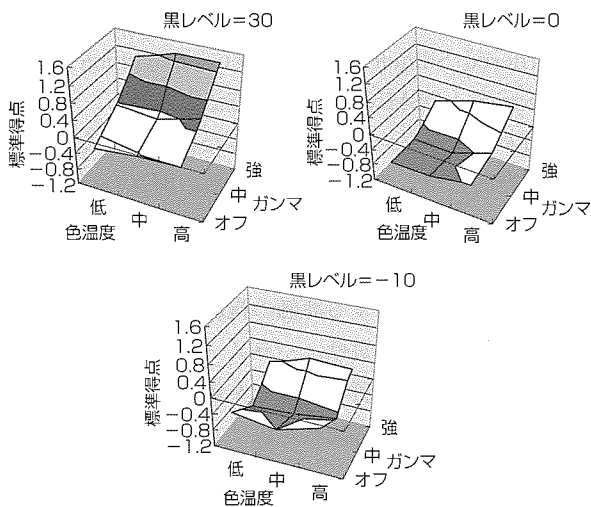


図10. パラエティにおける好ましきのポテンシャル

に対して劣る度合いを5段階で評価し、回答する。

3.6 解析の理論

この方法によって得られる評価結果は、一対比較法とは異なり、探索すべき多次元パラメータ空間で疎にしか存在しない。最適な画質設定を求めるには、疎な関係をたどることによって、パラメータ空間における最も好ましいパラメータ値の組合せと、その空間全体における好ましきのポテンシャルの関係を明らかにすることが必要である。

この実験では、1つの画質設定は、3回の異なる比較試験によって、3個の評価値が得られる。この評価結果から、すべての画質設定は互に関係付けられるが、直接の比較評価が行われているのは、図9の画質パラメータ空間の座標軸方向のみである。図で斜めの位置関係にある画質間には、直接の評価結果は存在しない。

このデータを解析するために、順序刺激多次元画質最適化法ではグラフ理論に基づいた解析を行う。グラフ理論とは、事象とそれらの結びつきを点と線で抽象化して解析する理論であり、この解析は、線に向きと重みを持たせたグラフ理論に基づいて、解析アルゴリズムを構築している。

グラフ理論によって、より良い画質設定をたどることで期待されることは、最適な画質に至ること、そして任意の画質と最適画質との画質差の距離が定義されることだが、このアルゴリズム構築では、次の3点に注意しなければならない。

- ①最適な画質は、1つとは限らない。
- ②任意の画質から、最適画質に至る経路は複数存在する。
- ③人間の評価には矛盾が発生することがあり、良いものをたどっても元の画質に戻ってしまう可能性がある。

3.7 解析結果

解析結果の一例として、図10に番組ジャンルのパラエティにおける好ましきのポテンシャル(標準得点の低い方が好ましい)を示す。

図10の3つのグラフから分かるように、黒レベルは30

よりも0や-10と、低い黒レベルが好まれている。このことは、他の番組ジャンルでも同様であった。当初は、表示輝度を省エネルギー対応輝度に設定した場合、明るさ感を上げるために黒レベルは高く設定されると予測していた。しかしこの場合でも、人々は十分に沈んだ黒を求める傾向が、この実験と解析から明らかになった。

またガンマと色温度は、黒レベルも含めて相互に複雑に影響し合い、非線形性の強いポテンシャルを示している。このような結果がそれぞれの番組ジャンルに対して得られた。この結果から、MZW200シリーズの画質が設定され、トップレベルの省エネルギーを達成しながらも、人々に好まれる画質を楽しむことができる。

4. む す び

フラットパネル化、デジタル放送などテレビを取り巻く環境は変化し、進歩している。さらに、地球環境や健康など人体への影響に対する意識も高まっている。

液晶テレビの省エネルギーのために、輝度を無駄のない明るさにする必要があり、その輝度レベルで、遜色(そんしょく)のない画質を達成しなければならない。今回開発された省エネルギー家庭画質モードと順序刺激多次元画質最適化法を用いて、今後も様々な画質改善として活用し、より省エネルギーに向けた改善を行っていく。

参 考 文 献

- (1) 窪田 悟, ほか: 家庭におけるテレビの観視条件, 映像情報メディア学会誌, **60**, No.4 (2006)
- (2) 中田安優, ほか: 一般家庭におけるテレビジョン視聴環境について, テレビジョン学会技術報告, ITE Technical Report, **18**, No.21, 7~12 (1994)
- (3) 窪田 悟, ほか: 平均画像レベル, 観視者の年齢, 照明環境を考慮した液晶ディスプレイの輝度制御に関する研究, 電子情報通信学会技術研究報告, **106**, No.535, 35~40 (2006)
- (4) 鈴木将高, ほか: 観視距離と照明環境が液晶テレビの好ましい輝度に及ぼす影響, 日本人間工学会第48回大会論文集 (2007)
- (5) 窪田 悟, ほか: 子供のテレビ視聴距離, 映像情報メディア学会誌, **61**, No.1 (2007)
- (6) 羽原 亮, ほか: 液晶テレビの好ましい色温度, 日本人間工学会第49回大会論文集 (2008)
- (7) 松井喬志, ほか: 感性を満足させるテレビ画質の最適調整, 電子情報通信学会技術研究報告, SIS2006-75, 23~26 (2007)
- (8) 野本弘平, ほか: テレビ番組と所望画質との関係の感性モデル, ヒューマンインタフェース学会論文誌, **9**, No.1, 57~69 (2007)

ブルーレイディスクレコーダ“DVR-BZ200シリーズ”

渡辺由則*
佐藤泰幸*
濱田慎司*

Blu-ray Disc Recorder “DVR-BZ200 Series”

Yoshinori Watanabe, Yasuyuki Sato, Shinji Hamada

要 旨

三菱電機は、2008年春に初のブルーレイディスク (Blu-ray Disc^(注1)) レコーダ“DVR-BZ200シリーズ”を発売し、市場に本格参入した。この機種は、新機能を搭載するだけでなく、多機能化による使いにくさを解消するための様々な工夫を加え他社との差別化を図っている。

DVR-BZ200シリーズの開発では、“使いやすさの追求”“ハイビジョン長時間録画”“時間の有効利用”をコンセプトとして掲げ、これらを実現するために、次の機能を開発し搭載した。

(1) 液晶“グット楽リモコン”

世界で初めてブルーレイディスクレコーダのリモコンに液晶タッチパネルを採用し、必要なボタンだけを表示

(注1) Blu-ray Discは、ブルーレイ・ディスク・アソシエーションの登録商標である。

(2) “REALINK(リアリンク)”

三菱液晶テレビ“REAL”と連携操作を実現

(3) 使いかたナビ

画面上に図入りで操作説明を表示

(4) MPEG(Moving Picture Experts Group)-4 AVC (Advanced Video Coding)エンコーダ

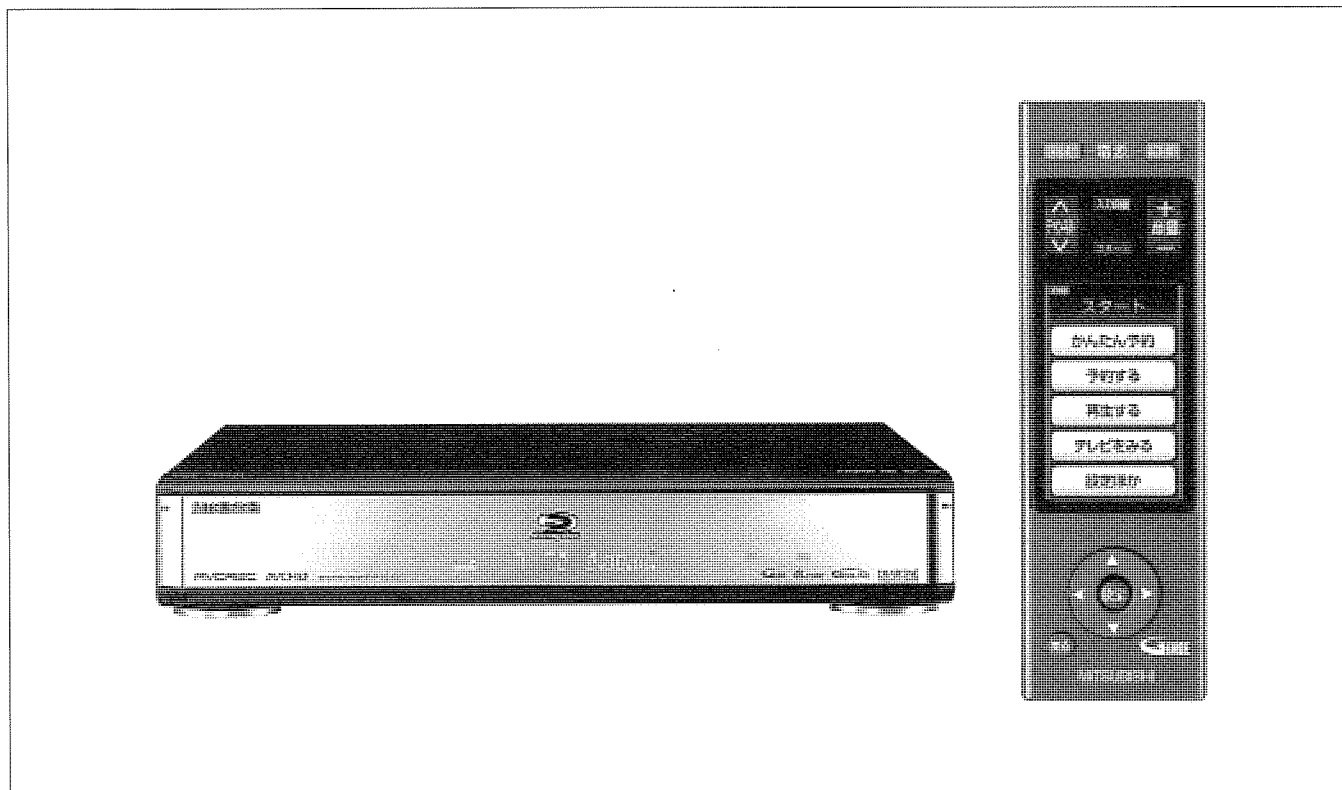
最長189時間のフルハイビジョン録画を実現

(5) オートカットi/ハイライト再生

本編やCM、スポーツハイライトシーンや音楽部分を自動で連続再生

(6) おすすめ自動録画

“安心型”と“発掘型”の2つのモードを用意



ブルーレイディスクレコーダ“DVR-BZ200”と液晶グット楽リモコン

2008年5月21日発売の三菱ブルーレイディスクレコーダDVR-BZ200(左)と液晶グット楽リモコン(右)である。500GBのHDD(Hard Disk Drive)を内蔵し、最長約189時間のフルハイビジョン録画が可能(AEモード時、地上デジタル放送17Mbpsの場合)。また、ブルーレイメディアだけでなく、DVD(Digital Versatile Disk)メディアにもAVCREC方式によって最長約1時間40分のハイビジョン録画が可能である。

*京都製作所

1. ま え が き

2000年に家庭用DVDレコーダが発売され、2004年のアテネオリンピックを契機に普及に弾みがついたのと同様に、2008年の北京オリンピックを契機にブルーレイディスクレコーダの普及が進んでいる。一方で、2011年7月24日までに国内のアナログテレビ放送が停波されることが決まっております、すでにデジタルハイビジョン放送がほぼ全国で受信できる環境が整いつつある。また、ブルーレイディスクの市販タイトルも充実してきており、一部レンタルビデオ店での取扱いも始まっている。ブルーレイディスクの最大の魅力は、ハイビジョン画質での録画再生が可能なことであり、ソフト面の充実も普及促進に追い風となっている。

このように、ブルーレイディスクレコーダの普及は時間の問題とも思われているが、一方で、当時市場に存在する製品では高機能化と機能の複雑化によって、消費者にとって必ずしも使いやすい製品ばかりとは言えず、また、各社が搭載している機能も似通っている。今回の開発にあたっては三菱ブルーレイディスクレコーダの存在感をいかにして示すかが、最も大きな課題として挙げられた。

本稿では、三菱ブルーレイディスクレコーダの概要及び製品コンセプトと、それを実現するために搭載している技術について述べる。

2. DVR-BZ200の概要

表1に三菱ブルーレイディスクレコーダDVR-BZ200の概略仕様を示す。DVR-BZ200シリーズの大きな特長として、ラインアップすべてでデジタル放送の2番組同時録画機能に対応したほか、MPEG-4 AVCエンコーダを内蔵し、デジタル放送のハイビジョン番組をハイビジョン画質のままハードディスクへ長時間録画することを可能にした。

さらに、民生用ブルーレイディスクレコーダとして、世界で初めて液晶タッチパネルを採用した液晶グット楽リモコンを搭載している。

また、SDカードメモリスロットを備え、デジタルカメラのJPEG(Joint Photographic Experts Group)方式静止画の再生と、AVCHD^(注2)方式のビデオムービー映像のダビングにも対応したほか、三菱液晶テレビREALでも採用された“DIATONEヘッドホンサラウンド”端子も装備し、通常のヘッドホンを接続するだけで手軽にサラウンド効果が楽しめる。

DVR-BZ200以外に、HDD容量を250GBに抑えた“DVR-BZ100”，液晶グット楽リモコンとサラウンドヘッドホン機能を省略し、HDD容量が500GB/250GBのDVDレコーダ“DVR-DW200/100”をラインアップしている。

(注2) AVCHDは、パナソニック(株)とソニー(株)の登録商標である。

3. DVR-BZ200シリーズのコンセプト

DVR-BZ200シリーズでは、次に示す3つのコンセプトが掲げられ、開発がスタートしている。

- ①使いやすさの追求
- ②ハイビジョン長時間録画
- ③時間の有効利用

これらのコンセプトについて、詳細を次に述べる。

3.1 使いやすさの追求

ブルーレイディスクレコーダをはじめとするデジタル家電製品は高機能化、機能の複雑化によって、非常に使いにくい印象をユーザーに与えていた。開発当初からこの問題は指摘されており、様々な視点から検討を重ねた結果、この機種ではリモコンの使いにくさの根本的な改善という目標にたどり着いた。リモコンはすべての操作の入り口であり、過去の機種でもリモコンの改善は検討されてきたが、

表1. DVR-BZ200の概略仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------|--|
| 内蔵HDD容量 | 500GB |
| リンク機能 | REALINK |
| 主な録画機能 | 2番組同時録画 おすすめ自動録画 ハイビジョン長時間録画 |
| 主な再生機能 | オートカット i ハイライト再生 楽曲再生 JPEG再生 |
| 便利機能 | 使いかたナビ DIATONEヘッドホンサラウンド |
| 受信チャンネル | 地上デジタル放送 BSデジタル放送 地上アナログ放送 |
| 映像圧縮方式 | MPEG-2 MPEG-4 AVC/H.264 |
| 音声圧縮方式 | Dolby Digital リニアPCM MPEG-2 AAC |
| 主な入出力端子 | HDMI出力(1系統) D4映像出力(1系統) S映像入出力 映像入出力(ピンジャック) デジタル音声出力 ヘッドホン端子 アナログ音声入出力(ピンジャック) LAN(10/100BASE-T) 電話回線(モジュラ) |
| カード機能 | SDメモ리카ード JPEG静止画 AVCHD動画 |
| 消費電力 | 約38W |
| 質量 | 約5.3kg |
| 主な付属品 | 標準リモコン 液晶グット楽リモコン |

PCM : Pulse Code Modulation
AAC : Advanced Audio Coding

使用頻度の高いボタンは、ボタンと文字を大きくする程度の改善に留まっていた。今回の新リモコンでは液晶タッチパネルを使用して“今使う必要のあるボタンだけを表示する”基本原則が決定された。

また、三菱液晶テレビREALとHDMI^(注3) (High Definition Multimedia Interface) ケーブル接続時にCEC (Consumer Electronics Control) リンク機能を使用して、テレビ視聴中の番組をすぐに録画できるだけでなく、テレビからレコーダの状態を簡単に確認できるように連携機能を強化した。

さらに、使いやすさの追求の一環として、今回の機種では操作がわからなくなったときに、カナック社の“使いかたナビ^(注4)”を導入し、画面上に図入りで操作説明を呼び出せるようにした。

3.2 ハイビジョン長時間録画

今回の機種では、デジタル放送の録画を主たる用途として開発を進めた。放送がハイビジョン画質であれば、それをできるだけ劣化させずに録画・保存したいというのはユーザーの素直な欲求であると考えたが、情報量の多いデジタル放送をそのまま録画すると、500GBのHDDでもわずか約45時間で容量を使い果たしてしまう (BSデジタル放送24Mbpsとして)。録画の画質と時間は相反する要求であるが、この機種ではMPEG-4 AVCエンコーダを内蔵したLSI (Large Scale Integration) の採用によってこれらの要求を両立させた。

また、ブルーレイのメディアが市場でまだ高価であることから、従来のDVDメディアに対してもハイビジョン録画できるようにすることが目標として掲げられた。その後互換性を考慮し、DVDメディアへの録画には、独自規格ではなく業界標準であるAVCREC^(注5)規格を採用することも決定した。ハイビジョンのまま長時間録画できるうえ、安価なDVDメディアにも保存できて互換性と経済性も確保することを目標として開発した。

3.3 時間の有効利用

過去にDVDレコーダを開発した経験から、ある程度操作を熟知したユーザーが抱える課題は録画よりも再生にあることが知られていた。録画予約は毎週/毎日で実行されることが多いため、HDDの残量は知らない間に減少していくが、ユーザーの再生視聴がそれに追いつかない場合が多い。HDDが一杯になったユーザーは、まだ見ていない番組を消すか、ディスクに一時待避する必要がある。

このような事態をできるだけ回避するために、今回の機種では再生視聴時間を節約するための機能がいくつも搭載されることになった。

(注3) HDMIは、HDMI-Licensing LLCの登録商標である。

(注4) 使いかたナビは、(株)カナックの登録商標である。

(注5) AVCRECは、ブルーレイ・ディスク・アソシエーションの登録商標である。

4. DVR-BZ200シリーズの特長と技術

4.1 液晶グット楽リモコン

DVR-BZ200シリーズで最も特長的な機能として搭載されたのが、図1に示す液晶グット楽リモコンである。レコーダ操作の初心者向けに特化して開発されており、使いやすさを追求した三菱ブルーレイディスクレコーダの象徴となっている。

液晶パネルは、見やすさを重視して2.7インチの240×400ドットワイド型TFT (Thin Film Transistor) 液晶パネルを採用した。また、タッチパネルは静電方式ではなく、信頼性に優れ、マイコンのA/Dポートから直接制御可能な抵抗膜式を選択した。また、アルカリ乾電池4本で半年間の寿命を実現する省電力設計のために、電源用ICにはスタンバイ電流のより少ないものを選択し、マイコンの動作周波数も可能な限り低く抑えている。

しかし、液晶グット楽リモコンの開発で最も時間を費やしたのは、画面と画面遷移仕様の設計、及びその設計検証である。社員に試作品を持ち帰ってもらい、使用後に体感アンケートを行うことで仕様に細かい修正が加えられた。他の製作所の社員からも同様に意見を集め、画面と画面遷移仕様を精査した。モニタ調査を行い、第一印象や使い勝手についても調査を行ったほか、高齢者を対象に液晶タッチパネル等の受容性評価も実施して、タッチパネルに対する違和感がないことも確認した。

これらの検証過程で、本体中央部の操作開始キーは“ホーム”から、わかりやすい“スタート”に名称変更した。トップメニューには、より簡単に予約録画ができる“かんたん予約”メニューを追加した。液晶画面に表示されたキーには、操作する順番を数字で表示した。

画面仕様の一例として、スタート画面とかんたん予約の画面を図2に示す。本体の“スタート”キーを押すと、リモ

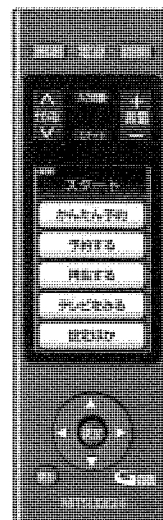


図1. 液晶グット楽リモコン

コン液晶画面には、図2(左)のスタート画面が表示される。一般的なリモコンと異なり、最もよく使う3つの操作、“予約”“再生”“テレビ視聴”に絞って表示している。レコーダの全機能は網羅していないが、初心者にとっては、最初に使いたい機能である。

スタート画面から、“かんたん予約”をタッチすると、液晶画面には、図2(右)のかんたん予約画面が表示され、同時にテレビ画面上には電子番組表(Electrical Program Guide : EPG)が表示される。あとは、液晶画面上の①から④の順番に従って液晶画面上のボタンをタッチするだけで、希望の番組を録画予約できる仕掛けである。

ブルーレイディスクレコーダをはじめとする、デジタル家電のリモコン操作が初心者にとって難しく感じるのは、ボタン数が多く、次にどのボタンを押していいかわからないことが原因である。液晶グット楽リモコンでは“今使う必要のあるボタンだけを表示する”ことで、この難しさを緩和できたと考えている。リモコンを使いやすくしたことで、ブルーレイディスクレコーダを購入する顧客の裾野が広がることを期待している。

なお、液晶グット楽リモコンには、エアコン(当社製)を操作できる機能を付け加えた。家庭でテレビを見ながらレコーダを操作しているときに、もうひとつ操作したいケースが多い機器は空調ではないか、という社員の意見を取り入れた結果である。

4.2 REALINK(リアリンク)

液晶グット楽リモコン以外に使いやすさの追求を目指して搭載されたのが、HDMI規格のCECリンクを使用して、三菱液晶テレビREALシリーズと連携操作ができるREALINK機能である。他社でも同様のアプローチは行われているが、テレビで視聴中の番組を録画するだけでなく、テレビの電子番組表から録画予約ができて、予約内容を音声読み上げでも確認できるようにした。

家庭では、レコーダは必ずテレビと同時に使用されており、通常はテレビを視聴している時間の方が長いため、テレビのリモコンからレコーダをコントロールできる方が実使用では便利な場合が多い。

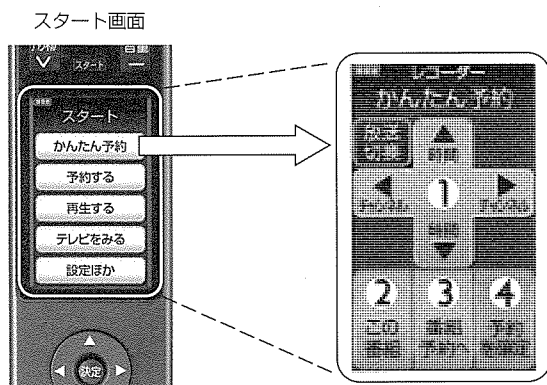


図2. スタート画面とかんたん予約画面

4.3 使いかたナビ

使いやすさを追求したもう一つのアプローチは、“使いかたナビ”の導入である。図3に示すように、画面上に図入りで操作説明を呼び出せるようにした。一般的なヘルプ画面と異なり、知りたい操作方法を表示したあと、そのまま実際の操作へ移行できるようになっている。

標準リモコンには、使いかたナビ専用ボタンを設け、いつでも呼び出しやすいように工夫した。また、使いかたナビの項目は、メニュー単位やキーワード単位に分類され、目的の画面まで容易にたどり着けるようにした。

4.4 MPEG-4 AVCエンコーダ

ハイビジョン長時間録画は、MPEG-4 AVCエンコーダを内蔵したシステムLSIの採用によって実現できた。採用したAVCエンコーダは、ハイビジョン映像をリアルタイムで約1/4まで圧縮(AEモード時)することができる。これは、500GBのHDDなら最長約189時間、25GBのブルーレイメディアなら最長約9時間の録画を、ハイビジョン画質のまま行うことを可能にしている。さらに、このAVCエンコーダは、ハイプロファイルに対応しており、フルハイビジョン(表示画素数1,920×1,080)画質での録画も可能である。

図4はDVR-BZ200シリーズのデジタル基板(メイン基板)で、中央部にシステムLSIとその周辺にDDR(Double Data Rate)メモリが配置されている。この基板には、

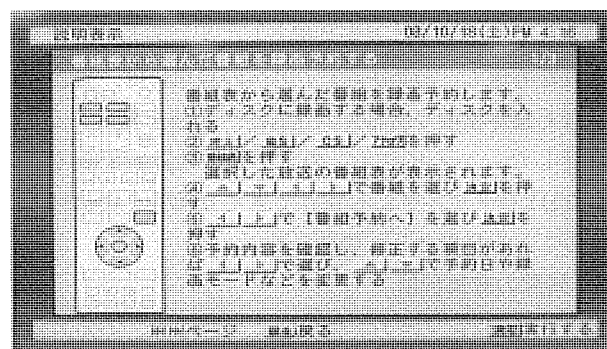


図3. 使いかたナビ画面

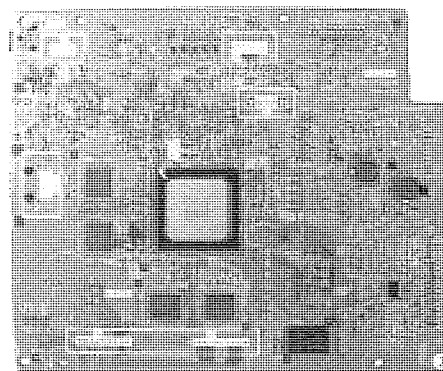


図4. DVR-BZ200シリーズのデジタル基板

AVCエンコーダだけでなく、デジタル放送対応ブルーレイディスクレコーダに必要なハイビジョンデコーダやハードディスクとブルーレイディスクドライブへのインタフェースなどの機能が搭載されている。

4.5 オートカットi/ハイライト再生

時間の有効利用を実現するのは、映画やドラマの本編又はCMのみを連続再生する“オートカットi”機能と、スポーツ番組の盛り上がったシーン(サッカーのゴールシーンや野球のホームランなど)を連続再生する“ハイライト再生”機能である。また、音楽番組の楽曲(歌や演奏)シーンを連続再生する“楽曲再生”機能も搭載した。

これらの機能は、映像の切り替わり(シーンチェンジ)や音声信号等を使用して解析を行っているため、放送局などからの外部情報を必要とせず、レコーダ内部で情報を生成することができる。また、DVR-BZ200シリーズは、全機種でダブルデジタルチューナーを搭載し、放送時間の重なった2番組を同時録画できる機能を備えているが、オートカットi/ハイライト再生機能も2番組同時録画に対応している。

録画された番組はHDDの中にノーカットで録画されているが、再生時にこれらの機能を使用することで、通常的全編再生を行う場合に比較して、はるかに視聴時間を節約することができる。さらに、前に述べたハイビジョン長時間録画機能と組み合わせて、2時間番組の本編が1時間40分に収まれば、DVDメディアにAVCREC規格でダビングできるような合わせ技も可能にした。

4.6 おすすめ自動録画

ハイビジョン長時間録画機能の搭載によって、HDDの録画時間に余裕が生まれ、より使いやすさを追求するために搭載されたのが“おすすめ自動録画”機能である。おすすめ自動録画では、レコーダの使用者が録画、再生した履歴を解析して、使用者の傾向や嗜好(しこう)に合わせて番組を自動的に予約録画する。

類似の機能は、過去の製品にも搭載されていたが、新しく“安心型”と“発掘型”の2つのモードを用意した。安心型は、使用者の好みの番組傾向を解析して、いつも録画している番組の録画忘れを未然に防止するために使われる。一方、発掘型では使用者の嗜好を解析して、存在に気が付いていない新しい番組を探し出して自動的に録画するものである。図5に示すおすすめ自動録画設定画面から、どちらのモードを選択するかを設定することができる。

過去の機種では“大きなお世話”になりがちであった自動録画機能に2つのモードを追加することで、レコーダの使

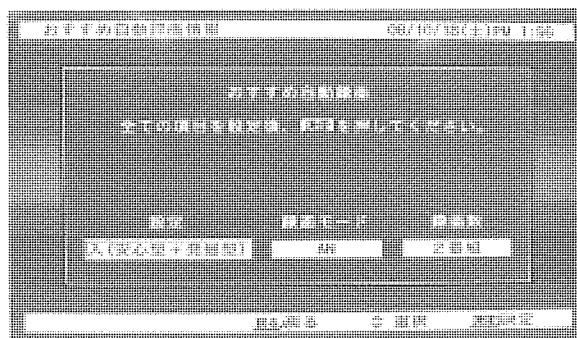


図5. おすすめ自動録画設定画面

い勝手を向上させ、使う楽しみをプラスしている。これらの2つのモードは組み合わせて使うことも可能で、ハイビジョン長時間録画機能、オートカットi/ハイライト再生機能と組み合わせることもできるようにした。

また、HDDの残量が10%を切ると、自動録画した番組を自動削除する機能も搭載した。

5. む す び

DVR-BZ200シリーズは、当社初のブルーレイディスクレコーダとして、液晶グット楽リモコンなどの使いやすさにこだわった独自機能を搭載して市場に投入し、評価を得ることができた。しかし、当社レコーダの使いやすさへのアプローチは始まったばかりであり、今後は更に新しいアイデアを投入する予定である。

ブルーレイディスクレコーダ市場は、2009年には本格普及期を迎え、価格競争が一層激しくなることが予想されており、次機種の開発には新機能の搭載とコストダウンという厳しい課題が課せられている。また、世界的な省エネルギーへの関心の高まりを背景に、一層の省電力化にも取り組む必要がある。

このように課題は山積しているが、AV商品をはじめとした家庭用電化製品は、一般ユーザーと当社をつなぐ重要な役割を担っており、今後も存在感のある製品を開発し、市場に投入していく所存である。

参 考 文 献

- (1) Otsuka, I., et al.: Detection of Music Segment Boundaries using Audio-Visual Features for a Personal Video Recorder, IEEE Transaction on Consumer Electronics Feb. 2007, **53**, No. 1, 150~154 (2007)

Blu-ray Discを支える最新の光ディスク技術

New Optical Disc Technologies for Blu-ray Disc

Nobuo Takeshita, Kazuhiko Nakane, Tomo Kishigami

要 旨

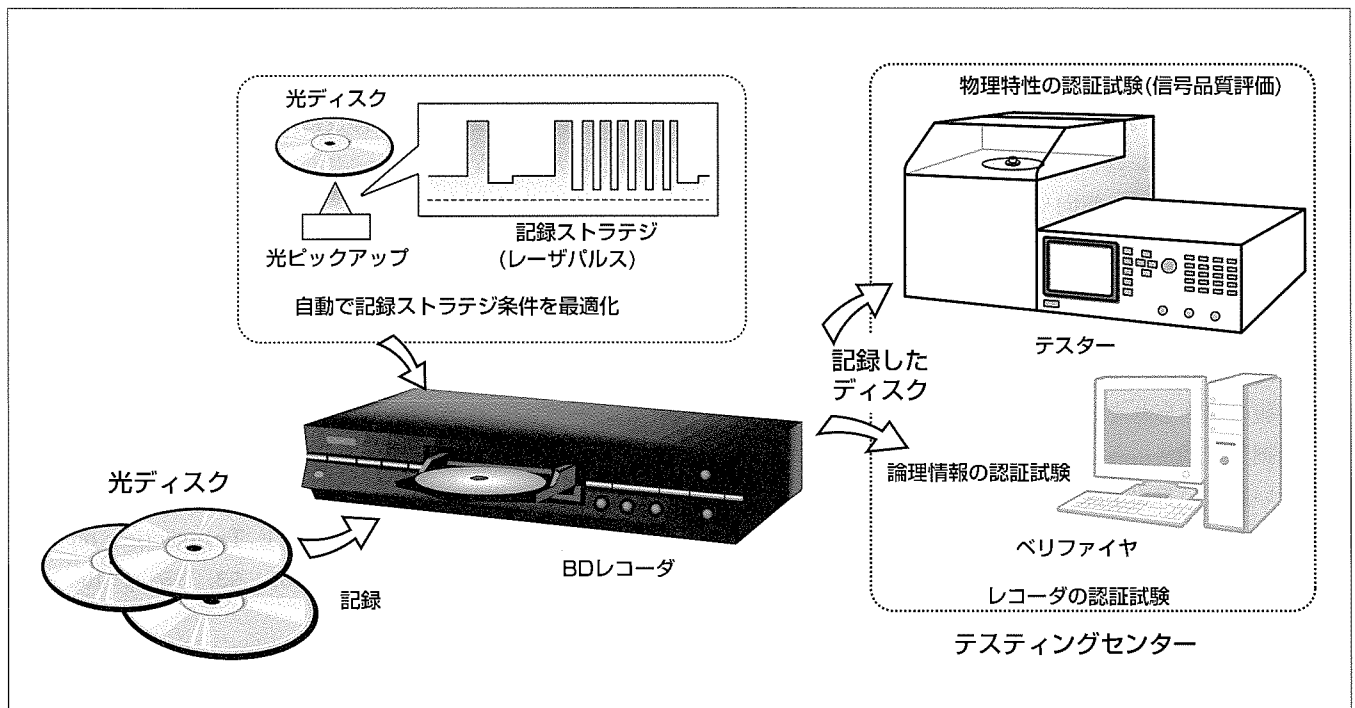
デジタル放送の普及に伴い、ハイビジョン映像を2時間以上記録可能なBlu-ray Disc^(注1) (BD)市場が広がりつつある。BDは波長約405nmの青紫色半導体レーザ光と、高い開口率0.85を持つ対物レンズを用いて、微小な集光スポットを形成し、単層ディスク25GB、2層ディスク50GBの大容量化を実現している。

データをBDに正確に記録するためには、記録ストラテジと呼ばれるレーザ光の変調を行い、記録データ長に応じて記録マークを精度良く形成する必要がある。この記録ストラテジはディスクや記録速度によって最適な設定値が異なるため、ディスク個別に最適化が必要である。BDレコーダでは、BDのみならず、DVD(Digital Versatile Disc)への記録も要望されており、対象となるすべてのディスクに対して、記録ストラテジの最適化が必要となる。市場には、現在記録対象となる光ディスクの種類としてDVDは100種類以上と非常に多く存在しており、BDもすでに約30
(注1) Blu-ray Discは、BDAの登録商標である。

種類が存在している。BDは今後の市場拡大によって、DVDと同様に種類が増加すると予想される。このような多量のディスクの記録ストラテジを設定するために、従来は熟練者が手作業で最適化を行っていたが、より効率的な記録ストラテジ構築方法が求められていた。そこで、開発期間の短縮及び安定した性能を得ることが可能な、記録ストラテジの自動最適化システムを開発した。

また、BD製品が規格に準拠しているかどうかを評価し認証するための、テストセンターと呼ばれるBDA(Blu-ray Disc Association)の認定を受けた認証機関を社内持っている。ここでは、例えばBDレコーダで記録したディスクを用いて、信号品質や論理情報の評価を行う。信号品質については、テスターを用いて物理的な特性を評価し、論理情報については、三菱電機で開発したベリファイヤなどを用いて詳細な解析を行う。

このようなBDを支える光ディスク技術を開発し、BD製品の性能向上や品質向上を行っている。



記録ストラテジの自動最適化技術とBDレコーダの認証試験

光ディスクにデータを正確に記録するには、記録ストラテジと呼ばれるレーザ光の変調を行い、記録データ長に応じた記録マークを精度良く形成する必要がある。そこで、メーカー等の違いによって異なる記録ストラテジの設定値を自動で最適化する技術を開発した。また、製品の互換性を保つために、レコーダで記録したディスクがBD規格に準拠しているかどうかを、物理認証試験及び論理認証試験を行いチェックしている。

1. ま え が き

デジタル放送の普及に伴い、ハイビジョン映像を2時間以上記録可能なBlu-ray Disc (BD) 市場が広がりつつある。BDは波長約405nmの青紫色半導体レーザ光と、高い開口率0.85を持つ対物レンズを用いて、微小な集光スポットを形成し、単層ディスク25GB、2層ディスク50GBの大容量化を実現している⁽¹⁾。

BDレコーダでは、BDのみならずDVDへの記録対応も要望されており、対象となるすべてのディスクへの記録に対応する必要がある。ディスクへデータを記録するためには、記録ストラテジと呼ばれるレーザ光の変調を行い、記録データ長に応じた記録マークを精度良く形成する必要がある。さらに、ディスクや記録倍速等の違いによって最適な設定値が異なるため、レコーダが記録に対応するすべてのディスクに対して、出荷前に個別に最適化が必要となる。しかし、現在DVDは100種類以上と非常に多く存在しており、BDもすでに30種類以上が存在している。また、特にBDでは市場拡大に伴って、今後種類が増加すると予想される。通常このような多量のディスクの記録ストラテジは、熟練者が手作業で最適化を行ってきており、数箇月にわたる長い開発期間が必要であった。そこで、開発期間の短縮及び安定した性能を得ることが可能な、記録ストラテジの自動最適化システムを開発した⁽²⁾。

またBD製品は、BD規格に準拠しているかどうかを評価する認証試験を、テストセンターと呼ばれる認証機関で行う必要がある⁽³⁾。これは、製品の互換性を保つために定められた試験で、例えばBDレコーダで記録したディスクを用いて評価を行う。信号品質が規格の仕様を満足しているかどうかについて、テスターを用いて評価する物理認証試験と、論理情報がBD規格に準拠しているかをベリファイヤによってチェックする論理認証試験がある。

2. 光ディスク用記録ストラテジの自動最適化技術

2.1 光ディスク用記録ストラテジ

記録ストラテジは、個々の光ディスクに対し個別に最適調整する必要があり、光ディスクレコーダはあらかじめ用意した多量の最適記録ストラテジをメモリに保持して記録に用いる場合が多い。また、最適記録ストラテジは光ピックアップの光学仕様に依存して異なるため、光ディスクレコーダのモデルチェンジによって光ピックアップが変更となる場合は、すべてのディスクに対して最適記録ストラテジを用意し直す場合もある。

BD用の記録ストラテジを図1に示す。BDでは、2T~9T (Tはチャンネルクロック周期) の記録データが用いられ、各々の記録データに応じたマークを形成するために、レーザの発光パターンをマルチパルス型に制御する必要がある。

マルチパルス型の記録ストラテジでは、トップパルス (T_{top})、マルチパルス (T_{mp})、ラストパルス (T_{lp}) のパルス幅及び、トップパルスの位置 (dT_{top}) やスペースレベルの位置 (dT_s) に関するパラメータ (表1) を光ディスクごとに最適化する必要がある⁽⁴⁾。

2.2 記録ストラテジの自動最適化システム

光ディスクごとに異なる記録ストラテジを自動最適化できるシステムを、DVDレコーダを用いて開発した。図2に記録ストラテジの自動最適化システムのブロック図を示す。

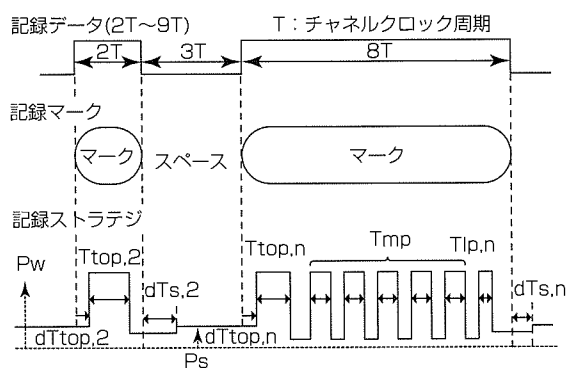


図1. BD用記録ストラテジ

表1. BD用記録ストラテジのパラメータ

| パラメータ | パラメータの説明 |
|--------------------------------|---------------------------|
| T _{top,2} | トップパルスの幅(2Tデータ) |
| T _{top,3} | トップパルスの幅(3Tデータ) |
| T _{top,n} | トップパルスの幅(4T以上のデータ) |
| dT _{top,2} | トップパルスの立ち上がり位置(2Tデータ) |
| dT _{top,3} | トップパルスの立ち上がり位置(3Tデータ) |
| dT _{top,n} | トップパルスの立ち上がり位置(4T以上のデータ) |
| T _{mp} | マルチパルスの幅 |
| T _{lp,3} | ラストパルスの幅(3Tデータ) |
| T _{lp,n} | ラストパルスの幅(4T以上のデータ) |
| dT _{s,2} | スペースレベルの立ち上がり位置(2Tデータ) |
| dT _{s,3} | スペースレベルの立ち上がり位置(3Tデータ) |
| dT _{s,n} | スペースレベルの立ち上がり位置(4T以上のデータ) |
| P _w | 記録パワー |
| P _s /P _w | 記録パワーとスペースパワーの比率 |

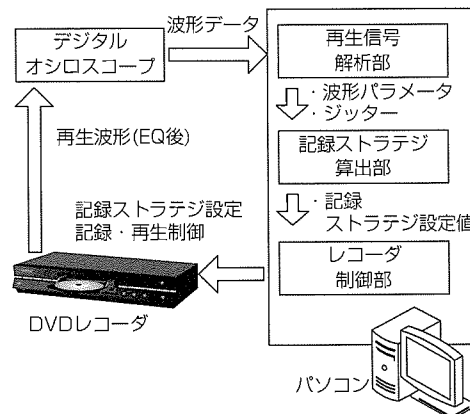


図2. 自動最適化システムのブロック図

このシステムは、DVDレコーダとデジタルオシロスコープ、パソコンで構成されており、DVDレコーダの記録・再生制御及び記録ストラテジの設定は、パソコンから実施される。記録ストラテジの最適化は、DVDレコーダでテスト記録を行った結果の再生信号をデジタルオシロスコープとパソコンで解析し、記録ストラテジの補正量をDVDレコーダにフィードバックするクローズドループを繰り返すことで実現している。また、再生信号の解析及び記録ストラテジの補正量は、従来熟練者が最適化を行っていた経験則も加えることで、効率の良い最適化を実現している。

具体的には、まずDVDレコーダに初期記録ストラテジが設定され、8/16変調されたランダムデータがDVDディスクに記録される。次に、記録されたデータを再生し、DVDレコーダから出力されるイコライズ(EQ)後の再生信号がデジタルオシロスコープでストレージされ、A/D変換された再生波形データはパソコンに取り込まれ、再生信号解析部と記録ストラテジ算出部で処理される。再生信号解析部では、取り込んだ再生波形データからジッターと複数の波形パラメータを抽出し、記録ストラテジ算出部では、再生信号解析部で得られたジッターと波形パラメータを基に次の記録ストラテジ設定値を決定する。以上の処理は、ジッターと波形パラメータがターゲット値を満足するまで繰り返し実行され、最適記録ストラテジが得られる。

再生信号解析部と記録ストラテジ算出部における処理を図3に示す。再生信号解析部は、再生信号のデータから、ピークレベルと、スライスレベルを基準としたときの信号幅(マーク及びスペース)を計算する。ここで、マーク幅及びスペース幅は、それぞれの記録データ長ごとに平均値を計算する。また、得られたピークレベルから、3Tの記録データに対応するピークレベルを抽出する。記録ストラテジ算出部は、再生信号解析部で得られた波形パラメータを基に補正が必要な記録ストラテジのパラメータを選定し、その補正量を算出する。ジッターと波形パラメータがターゲット値に達したとき、自動最適化システムは、最適記録ストラテジとして出力する。

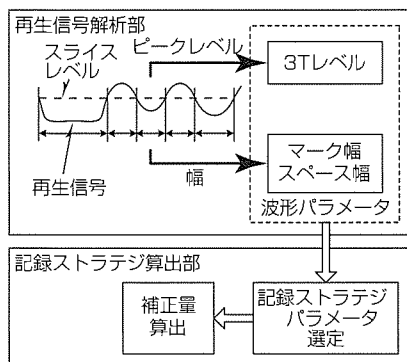


図3. 再生信号解析部と記録ストラテジ算出部

2.3 特性評価

今回開発した記録ストラテジの自動最適化システムの性能を確認するために、市販されている16種類の異なるディスクメーカーのDVD-Rディスクを用いて、ジッター性能と最適化時間を評価した。自動最適化システムで得られたジッター性能を図4に示す。図に示すように、すべてのディスクでターゲット値の8%より良好なジッターが得られた。図5に最適化前後の再生信号を示す。図の(a)は初期記録ストラテジを使って記録した場合の再生信号を、図の(b)は最適化した記録ストラテジを使って記録した場合の再生信号を示す。図の(a)では、波形の重なり部分にずれが多く、にじんでいるのが分かる。これは、記録ストラテジが最適でないことによって、符号間干渉や波形ひずみの影響で生じているものである。一方、図の(b)では、波形の重なり部分で、ずれが大幅に改善されていることが分かる。また、このシステムで記録ストラテジを自動最適化するのに要した時間を図6に示す。図に示すように、45秒~2分30秒で最適化が完了できることが確認できた。また、開発した記録ストラテジの自動最適化システムのレコーダ部分を、

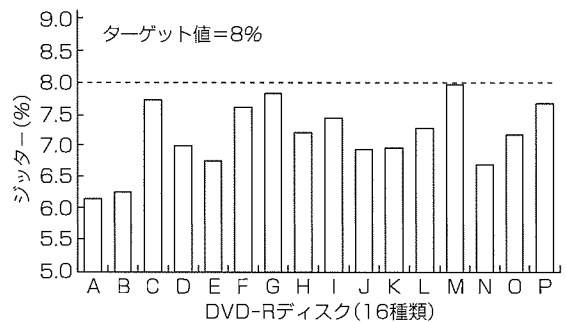
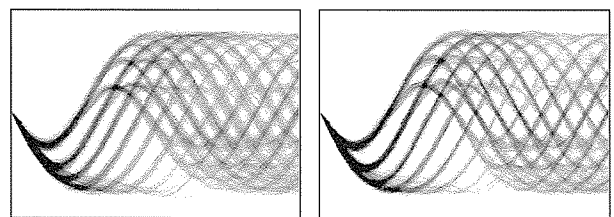


図4. 自動最適化後のジッター性能



(a) 最適化前 (b) 最適化後

図5. 最適化前後の再生信号

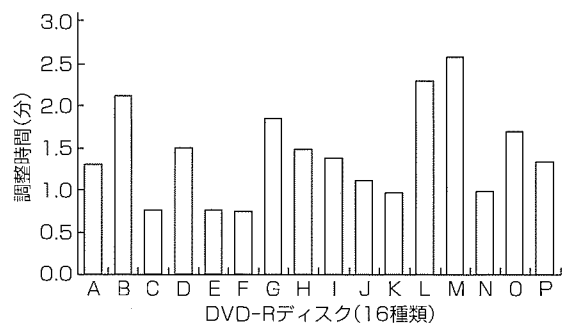


図6. 自動最適化に要した時間

BDへの記録再生が可能な評価装置又はBDレコーダに置き換え、最適化アルゴリズムをBD用にカスタマイズすることで、BD用記録ストラテジの自動最適化システムを開発している。

3. BD規格の構成と規格検証ツール

3.1 BD規格

図7に、BD規格を規定する規格書の構成を示す⁽⁵⁾。規格書は3階層に分かれる。物理規格層の規格書は、光ディスクの形態や記録再生する信号の特性を規定し、書換型・追記型・再生専用型の3種類ある。可換媒体である光ディスクでは、記録信号の品質は光ディスクとレコーダ双方の特性を整合させることによって確保・向上される。市販される多様な光ディスクとレコーダの組合せの間で互換性を保つには、それぞれの品質が互換性を確保できるレベルにあることを保証する必要がある。規格ライセンスBDAによる認証試験が行われ、合格品のみがBD製品として認められる。光ディスク側は、標準の記録装置で記録したときの信号品質が規格で定めた仕様を満たすこと、レコーダ側は、所定の品質で記録可能な標準光ディスク(テストディスク)に対して記録したときの信号品質が、規格で定めた仕様を満たすことを確認する品質評価試験が課される。前に述べた記録ストラテジ自動最適化技術は、この書換型・追記型ディスクに記録するレコーダに適用され、テストディスクに対する最適な記録条件を自動的に探すことも可能である。

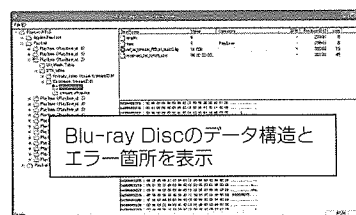
ファイルシステム層とアプリケーション層は、まとめて論理規格層と呼ばれる。その規格書は、光ディスク上にデジタル信号として記録するデータファイルや映像コンテンツファイルに関して、それぞれのデータの配列や意味を規定する。映像コンテンツを記録するレコーダは、映像をデジタル化して記録したデータの形式が論理規格に合致していることを保証する必要がある。それを確認する認証試験が行われる。試験データをディスクに記録したあと、そのディスクをベリファイと呼ぶ規格認証試験ツールによっ

て解析し、規格書に規定したデータの形式・配列等の条件を満たしているかどうかを調べる。ファイルシステム層の規格は、3種類の物理規格ごとに別々に規定されている。また、アプリケーション層の規格は、テレビ番組等の録画に適したBD-AV(Blu-ray Disc Audio/Visual)規格と、映画コンテンツ向けに多彩な表現・制御機能を実現するBDMV(Blu-ray Disc Movie)規格、及びこのBDMV規格を録画に使用する規格の計3種類が規定されている。ベリファイはそれぞれに対して用意しており、次節で一例を述べる。

こうして、各製品が規格の各層ごとに規定された仕様をすべて満たすことを認証試験で確認することによって、あるレコーダでディスクに記録した映像を、他のどのレコーダやプレーヤーでも再生できることが保証される。

3.2 規格検証試験ツール

図8に、規格認証試験ツールの例として、レコーダの認証試験に使用するBD-AV規格用ベリファイの構成を示す。デジタル化された映像データは、ある時間分の映像や



解析結果の表示例

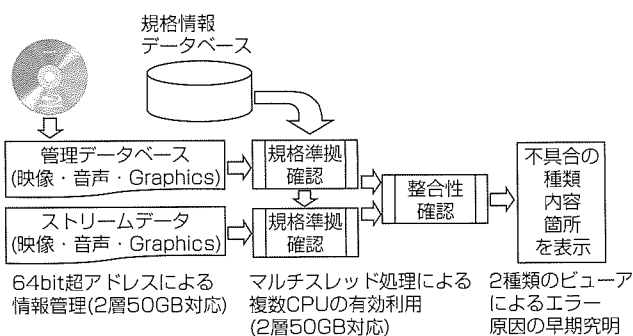


図8. ベリファイの機能と特長

| | | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 論理規格層 | BD-AV規格 | BDMV規格 | | BDMV規格 |
| アプリケーション層 (Part3) | BD-RE(Part3) ver.2* | BD-RE(Part3) ver.3* | 書換型と同じ規格を適用 | BD-ROM (Part3) ver.2* |
| ファイルシステム層 (Part2) | BD-RE(Part2) ver.2* | | BD-R (Part2) ver.1* | BD-ROM (Part2) ver.1* |
| 物理規格層 (Part1) | BD-RE(Part1) ver.2 | | BD-R (Part1) ver.1 | BD-ROM (Part1) ver.1 |
| ディスクの種類 | 書換型ディスク | | 追記型ディスク | 再生専用型ディスク |

* それぞれの規格に対する専用の規格認証ツール(ベリファイ)。BDAで公式ツールとして認定を受けた。

図7. BD規格の規格書の構成と論理規格の認証試験ツール

音声を表現するストリームデータ群と、各ストリームデータの接続関係や記録条件などストリームデータを管理・制御するための管理データベースに大別され、それぞれ別のファイルとして光ディスク上に記録される。規格はこれらデータのフォーマットを詳細に規定しており、レコーダは録画するときその条件に合致するようにデータファイルを作成してディスクに記録する。

ベリファイヤはパソコン上で動くソフトウェアであり、パソコンに装備したBDドライブによってレコーダが記録したディスクから、必要部分のデータを読み取って試験を行う。規格に規定された各種類のファイルの内容が規格の規定に準拠しているか検査し、また管理データベースについて、その内容がストリームデータ群の内容やディスク上のそれらの配置状況との整合性も詳細に検査する。規格との不一致やデータ間の不一致を発見すると、規格違反内容の情報を添えて報告する。

BDAV規格は、映像圧縮方式としてMPEG(Moving Picture Experts Group)-2規格のほか、MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)High Profileも採用したので、このベリファイヤはこれら映像圧縮方式に対応させた。ストリームデータはGOP(Group Of Pictures)単位で解析し、映像圧縮方式の各パラメータに関してBD規格の中で特別に規定した部分についても規格準拠性を検査している。開発したベリファイヤの特長として、検証動作をマルチスレッド処理することによる検証時間の短縮と、管理データベースの構文やストリームデータ構造を細部まで表示するビューア機能による、レコーダの不具合状況の容易な把握が挙げられる。

4. む す び

レコーダやドライブに適用可能な記録ストラテジの自動最適化システムを開発した。16種類の異なるDVD-Rディ

スクに対して性能確認を行い、すべてのディスクで8%以下の良好なジッター性能が得られることが確認できた。また、このシステムでは、わずか約45秒～2分30秒で記録ストラテジを最適化できることが確認できた。開発した記録ストラテジの自動最適化システムのレコーダ部分を、BDへの記録再生が可能な評価装置又はBDレコーダに置き換え、最適化アルゴリズムをBD用にカスタマイズすることで、BD用記録ストラテジの自動最適化システムを開発している。

また、テストセンターでは、BD製品が規格に準拠しているかどうかの認証試験として、物理特性と論理情報に関する認証試験を実施する。

論理情報の認証試験用に開発したベリファイヤでは、検証動作をマルチスレッド処理することによる検証時間の短縮と、管理データベースの構文やストリームデータ構造を細部まで表示するビューア機能による、レコーダの不具合状況の容易な把握が可能である。

参 考 文 献

- (1) Blu-ray Disc Association :
<http://www.blu-raydisc.com/jp.html>
- (2) Kishigami, T., et al. : Auto-Write Strategy System for Optical Disc Recording, IEEE Transactions on Consumer Electronics, **53**, No.1, 155~158 (2007)
- (3) Blu-ray Disc Association License Office :
http://www.blu-raydisc.info/licensee_testing.php
- (4) 小川博司, ほか監修 : 図解 ブルーレイディスク読本, オーム社, 75~77 (2006)
- (5) BD規格の規格書構成 :
http://www.blu-raydisc.info/docs/Spec_Info/All%20Books%20April08.pdf

データウォール用リアプロジェクタ “PH70シリーズ”

渋江重教*

“PH70Series” : Data Wall Rear Projector

Shigenori Shibue

要旨

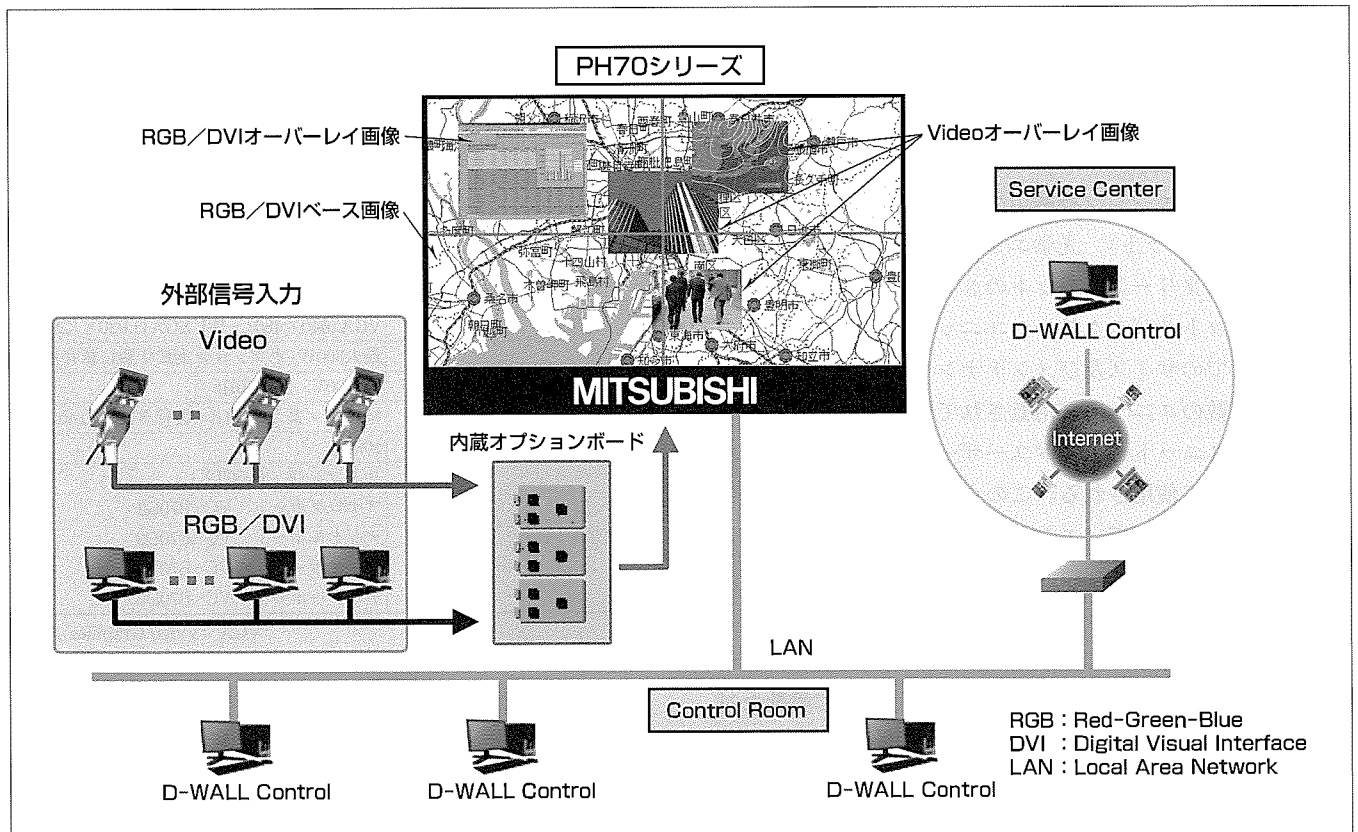
三菱電機のDLP^(注1) (Digital Light Processing)方式大型監視表示装置は、1998年の製品化以来すでに40,000台以上を国内はもちろん全世界に納入してきた。

その多くは、電力・通信・上下水道等いわゆるインフラにおける設備の監視、警察・消防等における事件・事故・火災等の監視指令、道路・河川・ダム等の防災監視、台風や地震等の災害対策、鉄道・航空等の路線運行監視等、人々の安全・安心を守るため24時間365日稼働する重要な設備として活躍している。

こうした設備における製品・システムへの最大の要求は、
(注1) DLPは、米国テキサスインスツルメンツ社の登録商標である。

高信頼性である。24時間の監視の中でその業務が中断されることがあってはならず、また設備として5～10年の長期にわたって動作し続けなければならない。さらには、監視者が多くの情報を容易に取り扱える操作環境と必要な機能の実現、長時間の運用でも人に優しい高い視認性も要求されている。また、設置環境では、省スペース性も重要なファクタであり、保守の容易性も必要になってくる。

本稿では、大型監視表示システムの核である高解像度DLP表示装置の第4世代となる新製品“PH70シリーズ”で採用した、最新の技術及び特長について述べる。



“PH70シリーズ”を使用した代表的なディスプレイウォールシステムのシステム構成

SXGA+ (Super eXtended Graphics Array Plus) (1,400×1,050ドット)の解像度を1ユニットとする表示装置を基本構成として、これらを複数組み合わせることによって高解像度、大画面を実現する。表示装置として、高信頼性と映像全体の一体感、視認性が求められ、システム側として多くの情報をいかに効率よく、容易な操作性で表示を可能にするかが求められる。

*京都製作所

1. ま え が き

大型監視表示システム⁽¹⁾⁽²⁾では、従来XGA (eXtended Graphics Array) (1,024×768)解像度で50インチのキューブを使用したシステム構成が主流であったが、2006年以降高解像度化と大画面化が顕著になっている。一方小規模監視システムについては設置スペースが問題となることが多く、省スペース性が求められている。当社では高解像度、大画面化に対応するためXGA製品とともにSXGA+ (1,400×1,050)解像度で67インチ、80インチの製品も開発した。また省スペースを実現するため、背面のメンテナンススペースを必要としないフロントメンテナンス機種を他社に先駆けて製品化し、高い評価を受けている。

また、インフラシステムの監視では24時間、365日の運転が基本であり、高い信頼性が求められる。大画面表示システムでは、50～80インチの表示装置を複数台使用して大画面を構成するため、単一画面の性能はもちろん、大型監視表示システム全体での高い性能が求められる。

本稿では、今回開発した大型監視表示システム(ディスプレイウォールシステム)の核である高解像度DLP表示装置の第4世代となる新製品PH70シリーズで採用した、最新の技術及び特長について述べる。

2. PH70シリーズの概要

PH70シリーズは、SXGA+(1,400×1,050)の解像度を持つ最新のDLPチップセットを使用しており、光源ユニットとDLPチップセットを組み込んだ投写光学ユニット、及び映像信号処理回路から構成される光学エンジン、反射ミラー及び光学エンジン格納用の筐体(きょうたい)ユニット(キューブユニット)、光学エンジンから投写される映像を表示するスクリーンユニットの3つで構成される。

筐体ユニット及びスクリーンユニットについては、50～80インチまでのサイズ及びメンテナンス時の方向によってそれぞれ複数のユニットが用意されている。

これらのユニットはエンドユーザーの要求仕様に応じて組み合わせられて使用される。このように3ユニットの分割構成を採用することで、エンドユーザー又はシステムインテグレータのシステム、納期要求に素早く対応することが可能となっている。また、これら3つのユニットが一体となった製品も用意されており、エンドユーザー及びシステムインテグレータのシステム、納期要求に対して柔軟な対応が可能となっている。表1にPH70シリーズの代表機種である“LVP-67PH70”の仕様を示す。

3. PH70シリーズの特長

3.1 高信頼性化

監視システムでは、24時間運転で5～10年の長期にわた

る信頼性と高い運用性を確保する必要がある。PH70シリーズでは従来機種の特長に加え新たな取組みを行った。

3.1.1 焼き付き耐性

監視システムでは、系統図などの静止画を長時間表示することが多いため、表示デバイスによっては焼き付きが問題となる。当社では1998年の製品化以来表示デバイスとしてDLPを継続して使用しており、PH70シリーズでも最新のチップセットを使用し焼き付きを克服している。

DLPは10 μ m程度の微細な鏡で構成された光変調デバイス⁽³⁾⁽⁴⁾であり、適正な温度で動作させることによって高い焼き付き耐性を示す。1998年に納入したシステムでは、約10年の運用実績を持っている。

3.1.2 新開発高速ランプチェンジャー

大型監視表示システムでは、その光源として高圧水銀ランプが使用されているが、点灯時の内圧が非常に高圧となるため、微細なクラックなどによって破裂に至る可能性がある。当社ではこのランプ切れに対応するため初期の製品から、2つのランプを使って一方のランプが切れた場合でも他方のランプに切り替えることで連続した運用を可能とする、ランプチェンジャーシステムを業界に先駆けて導入している。この機能は、24時間常時監視を必要とする場合には不可欠の機能である。

今回開発したランプチェンジャーの構成を図1に示す。

表1. LVP-67PH70の仕様

| 項目 | 仕様 |
|------------------------|---|
| 投写方式 | DLP方式(DLPチップ1枚) |
| 表示解像度 | 1,400×1,050ドット |
| スクリーンサイズ | 67V型 |
| 輝度 (フルビット時/Typical) | 440/500cd/m ² (ノーマルモード/ブライモード) |
| コントラスト比 | 1,800 : 1 (Typical) |
| 入力走査周波数 | 水平 : 31.5k～92kHz / 垂直 : 49～85Hz ドットクロック : 25MHz～162MHz |
| 入力解像度 | VGA (640×480)～WUXGA (1,920×1,200) |
| 消費電力 | 最大300W(オプション実装状態に依存) |
| 電源 | AC100V, 50/60Hz |
| 外形寸法 | 幅1,361×高さ1,304.3×奥行799.1(mm) |
| 質量 | 105kg |
| オプション | リモコン(R-XL50TX) アナログボード : VC-B70G2 デジタルボード : VC-B70D2 ビデオボード : VC-B70V2 ディジーボード : VC-B70DC |

VGA : Video Graphics Array

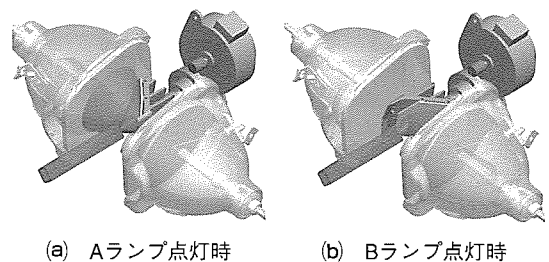


図1. 新開発ランプチェンジャーシステム

従来はランプ自体を移動させて交換動作を行っていたが、PH70シリーズでは対向した2つのランプ間にダイクロイックミラーを配置し、ミラーを回転させることによって高速な切替えを可能としている。また、光学エンジン内の輝度センサを使用してミラー回転角度の微調整を行い、最大輝度となるよう制御されている。

3.1.3 高信頼性部品の採用

大型監視表示システムでは、24時間運転で5～10年の長期運用が一般的である。製品の信頼性を維持するために、これまで冷却ファンなど可動部品は定期交換対象として、約3年ごとのメンテナンスが必要であった。今回PH70シリーズでは、定期交換部品として指定されていた冷却用ファン、カラーホイールの長寿命化を達成し、これらの部品に対して約10年間メンテナンスを不要とした。特にカラーホイールについては、ガラス接着部及びベアリングの信頼性が課題となっていたが、今回ガラス保持構造の見直しを行い、接着剤に加え機械的な保持を行うことで長寿命化を実現した。またベアリングでも耐久性の高いセラミックベアリングを採用することで、カラーホイール全体の信頼性を高めている。

3.2 高性能化

大型監視表示システムは、表示装置をタイル状に配置して大画面を構成するが、画面の一体感を出すためには画面間の間隔を極力狭くすることが要求され、現在その間隔は1mmとなっている。このように画面間の間隔が狭くなってくると、個々の表示装置の微妙な色・輝度の違い、画面内のむらなどが認識されやすくなるため、表示装置個々で正確な輝度及び色合わせが必要となってくる。

また、入力信号の解像度はすでに1,920×1,080が一般的になっており、更なる高解像度化が要求されている。

3.2.1 CSC

1チップDLP表示装置における主な輝度及び色度決定要素としては、

- ①カラーホイール
- ②ランプ
- ③スクリーン
- ④レンズなどの光学系

がある。この中でも②のランプについては消耗部品であり、交換時の輝度・色度の変動要因となっている。

大型監視表示システムでは、24時間運用で10年近い製品寿命を要求されるものが多く、平均寿命8,000時間のランプを使用した場合でも、1年間に使用するランプ全量の50%を交換する必要がある。

当社では、この光学部品の特性差を電氣的に補正することで対応している。この主要な技術がCSC(Color Space Control)である。複数の表示装置の色再現範囲をもとに、すべての表示装置で再現可能な色度点を求め表示装置それ

ぞれのRGB値を補正し、すべての表示装置が同一の輝度・色度となるよう制御するものである。

CSC補正前後の映像イメージを図2に示す。

3.2.2 スマートランプシステム

大型監視表示システム用表示装置の要求を満たすため“スマートランプシステム”を開発し、2003年モデルから採用している。PH70シリーズでは従来機能に加え、新たに運用時の色補正システムを開発した。

主要な機能は次のとおりである。

(1) 輝度センサフィードバック機能

システム内の輝度を一定に保つ目的で使用される。具体的には最も輝度の低い表示装置の輝度に、他の表示装置の輝度を自動的に合わせるように動作する。なおランプ切れなど極端に暗くなった表示装置が存在する場合、その表示装置は制御から切り離される。

(2) 色センサフィードバック機能(新機能)

これまでの輝度センサに加え、光学系内部にRGBセンサを配置し、運用時の色変化に対して映像信号処理によって電氣的な補正を加えるものである。

(3) ランプ交換時の自動輝度・色度補正機能

メンテナンス時間を短縮するだけでなく、ランプなどをエンドユーザーが一次対応として交換した場合でも、大きな調整誤差なく対応可能とするものである。

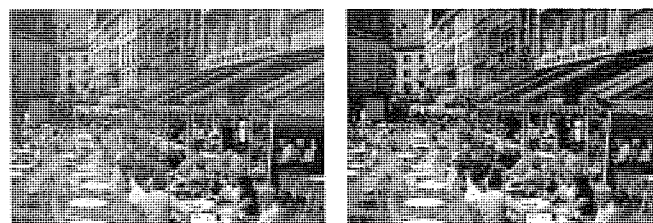
(4) カラーホイール交換時の自動輝度・色度補正機能

今回の長寿命カラーホイールの採用によって極めて頻度は少ないものの、カラーホイールの故障を想定して実装されている機能であり、ランプ交換時の自動輝度・色度補正機能と同等の精度による補正が可能である。

3.2.3 入力信号の高解像度化対応

パソコンではOS(Operating System)がフルハイビジョンに対応したことで、1,920×1,080が一般的になっている。また、ビジネス用パソコンではWUXGA(Wide Ultra XGA)(1,920×1,200)なども使用されている。

PH70シリーズではA/D(Analogue/Digital)コンバータ及びデジタルインタフェース用LSI(Large Scale Integration)を見直し、これらの解像度に対応した。



(a) CSC補正前

(b) CSC補正後

図2. CSC補正前後の画像

3.3 多機能化, 高機能化

PH70シリーズでは単なる表示装置としての機能だけでなくシステム化に対応するため, 新たに多チャンネルオーバーレイ機能と制御の高速化, 及び遠隔からの制御を可能とするLANインタフェース機能を搭載した。

3.3.1 多チャンネルオーバーレイ機能

PH70シリーズでは, 入力映像信号のスキャン変換機能や, 多画面に表示するための拡大機能に加え, 新たに多チャンネルオーバーレイ機能を搭載した。

多画面のオーバーレイと様々な入力信号に対応するため, これまで1つであった拡張ボードを3枚まで実装可能とし, 拡張ボード自体も入力映像信号の種類と機能に応じて4種類の拡張ボードを開発した。

すべての拡張ボードには2チャンネルの解像度変換回路が実装されており, 1面あたり最大6つの映像が表示可能である。

これらの拡張ボードを組み合わせることで, 従来必要としていたディスプレイウォールコントローラを使用することなく, 中小のシステムに柔軟に対応することが可能となっている。

3.3.2 新開発ASIC

入力信号の高解像度化, 多チャンネルオーバーレイ, サムネイル転送などの新機能を実現するため, 新たにASIC (Application Specific IC)を開発した。ASICの主要機能としては上にあげた新機能に加えCSC, ガンマ補正, ユニフォームティー改善のためのグラデーション補正回路, 及びユーザーインタフェースのための2Dグラフィックコントローラが内蔵されている。2Dグラフィックコントローラでは, 文字表示及びビットマップ表示が可能で, リモコン操作時の使い勝手の改善がなされている。

3.3.3 LANインタフェース機能

表示装置としてはこれまで, RS-232Cのシリアル通信が一般的であったが, データ転送速度, 伝送距離に課題があった。PH70シリーズでは制御インタフェースとしてLANを装備することによって, RS-232Cの課題を解消するとともに最大16ユーザーからの制御を可能とし, システム内部からの制御はもちろんのこと, 遠隔地からのメンテナンス情報取得・制御も可能となっている。

3.3.4 サムネイル転送機能

サムネイル転送機能は, PH70上に表示される画像をLAN上に転送する機能である。この機能を利用すればオペレータの操作端末パソコン上に実際の画像を表示可能であり, オペレータの制御端末と監視表示システムが同一場所に設置されていない場合や, 遠隔地で確認する場合に特に有効である。

転送される画像はLANのトラフィック増加を極力抑えるよう, PH70本体のCPU (Central Processing Unit) であ

らかじめ縮小処理される。

3.4 設置・調整性

大型監視表示システムではリア投写型表示装置を使用していることから, 光学エンジンの位置とスクリーンとの位置関係を正確に一致させる必要があり, 1画素以内の調整精度が要求される。この調整は光学エンジンの下側に配置される6軸調整器でなされる。PH70シリーズでは各軸の調整を電動化することで, リモコンによって簡単に調整できるようにした。さらに, ミラーの歪(ひずみ)調整についても従来手動で行っていた調整を電動化することで, リモコンによる調整を可能にしている。

またアタッチメント方式とすることで, 製品コストのアップなしに調整性を向上させている。

3.5 視認性

大型監視表示システムでは, 各表示装置の輝度, 色度の均一性はもちろん, 大画面全体での輝度, 色度の均一性が求められる。特にスクリーンの選択は重要である。スクリーンに求められる性能としては, 次の3項目が挙げられる。

- ①高輝度(スクリーンゲインが高い)
- ②広視野角
- ③低カラーシフト

①のスクリーンゲインは, 輝度を決定する重要なファクタである。スクリーンゲインが高ければ輝度は明るくなるが, ②の視野角と相反する特性となっているためバランスが重要である。当社大型監視表示システムの表示装置では, 視野角とのバランスから3.0程度のゲインを選択している。

また, ③のカラーシフトは各視認位置における色度の変化を示す数値である。この値が大きいと, 画面間の境目で色の段差を生じるため色の均一性が損なわれる。当社のスクリーンでは, 拡散材として希土類を使用してカラーシフトの低減を実現している。図3に当社スクリーンと標準的なスクリーンとのカラーシフト特性比較を示す。

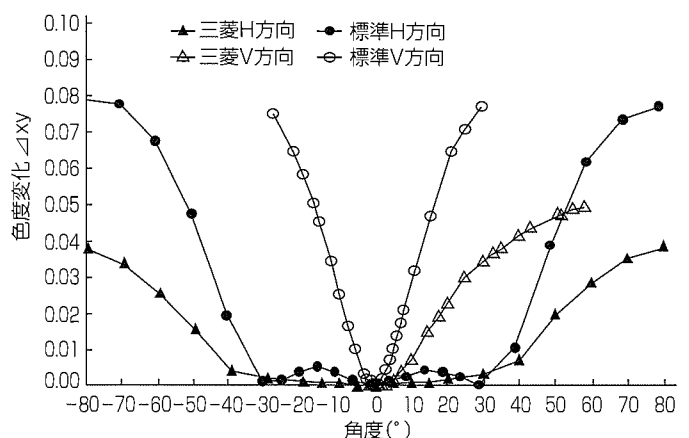


図3. カラーシフト特性の比較

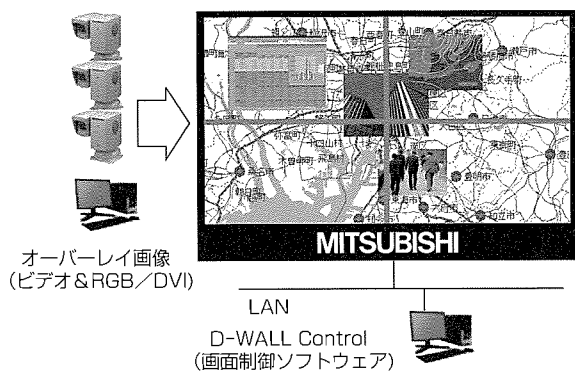


図 4. PH70シリーズシステム構成例

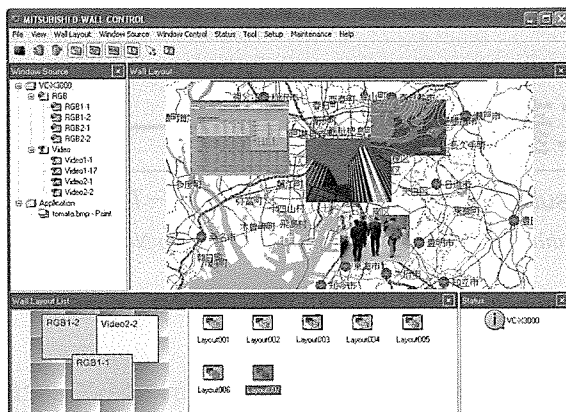


図 5. 制御ソフトウェアの画面

4. システムとしてのソリューション

これまでPH70シリーズの機能，特長について述べてきたが，ここでは大型監視表示システムにおけるPH70シリーズの適用例について述べる。

4.1 大型監視表示システム

大型監視表示システムは表示装置と，表示される画像の表示方法を制御するディスプレイウォールコントローラとの組合せで構成される。今回開発したPH70シリーズでは，ディスプレイウォールコントローラの主要機能である多画面オーバーレイ機能やサムネイル転送機能を内蔵したため，外部ディスプレイウォールコントローラを使用しなくても中小規模のシステム構築が可能となっている。さらに当社のディスプレイウォールコントローラであるVC-X3000と組み合わせることで，大規模システムへの適用も可能である。図4にPH70シリーズのシステム構成例を示す。

4.2 統合制御ソフトウェア

大型監視表示システムでは，ハードウェアとともにこれを制御するソフトウェアも重要である。ディスプレイウォールコントローラVC-X3000の制御を目的として開発された画面制御ソフトウェア“D-WALL Control”を，今回PH70シリーズを制御可能な統合制御画面制御ソフトウェアとしてバージョンアップした。図5にD-WALL Controlの画面を示す。

開発した画面制御ソフトウェアD-WALL Controlは，使いやすさと信頼性を考慮した設計となっている。また，

VC-X3000，PH70シリーズを統合的に制御できハードウェアを意識しない構造となっている。入力映像信号はツリーで表示され，これを表示画面上にドラッグ&ドロップすることで画像表示が可能である。また，制御用パソコン上で画像のサイズ，位置，画質などの調整が可能となっている。また，複数のレイアウトをメモリで記憶するため，監視状態に応じた画像のレイアウトを瞬時に呼び出し可能となっている。PH70シリーズのサムネイル転送機能によって，D-WALL Control上に大画面表示装置と同一の画像を表示できることも大きな特長となっている。

5. む す び

大型監視表示システムに使用される当社表示装置PH70シリーズの特長について述べてきた。

今後は基本性能の向上とともに更なる高信頼性化，多様な入力信号形態に対応するためのオプションボード追加など，高信頼性，高機能化を目指した顧客満足度の高いユーザー志向の製品化開発を進める予定である。

参考 文 献

- (1) 岩永敏弥，ほか：ディスプレイウォールシステム，三菱電機技報，82，No.4，265～269（2008）
- (2) 渋谷重教，ほか：DLPマルチ大画面表示装置，三菱電機技報，78，No.5，332～336（2004）
- (3) 杉山和幸，ほか：DLP方式マルチプロジェクト“LVP-DMI”，三菱電機技報，72，No.6，548～553（1998）
- (4) 西田信夫：大画面ディスプレイ，共立出版（2002）

此島和弘* 福田智教**
 森田知宏**
 野口正雄**

三菱デジタルレコーダ“DX-TL6000”

Mitsubishi for Digital Recorder “DX-TL6000”

Kazuhiro Konoshima, Chihiro Morita, Masao Noguchi, Tomonori Fukuta

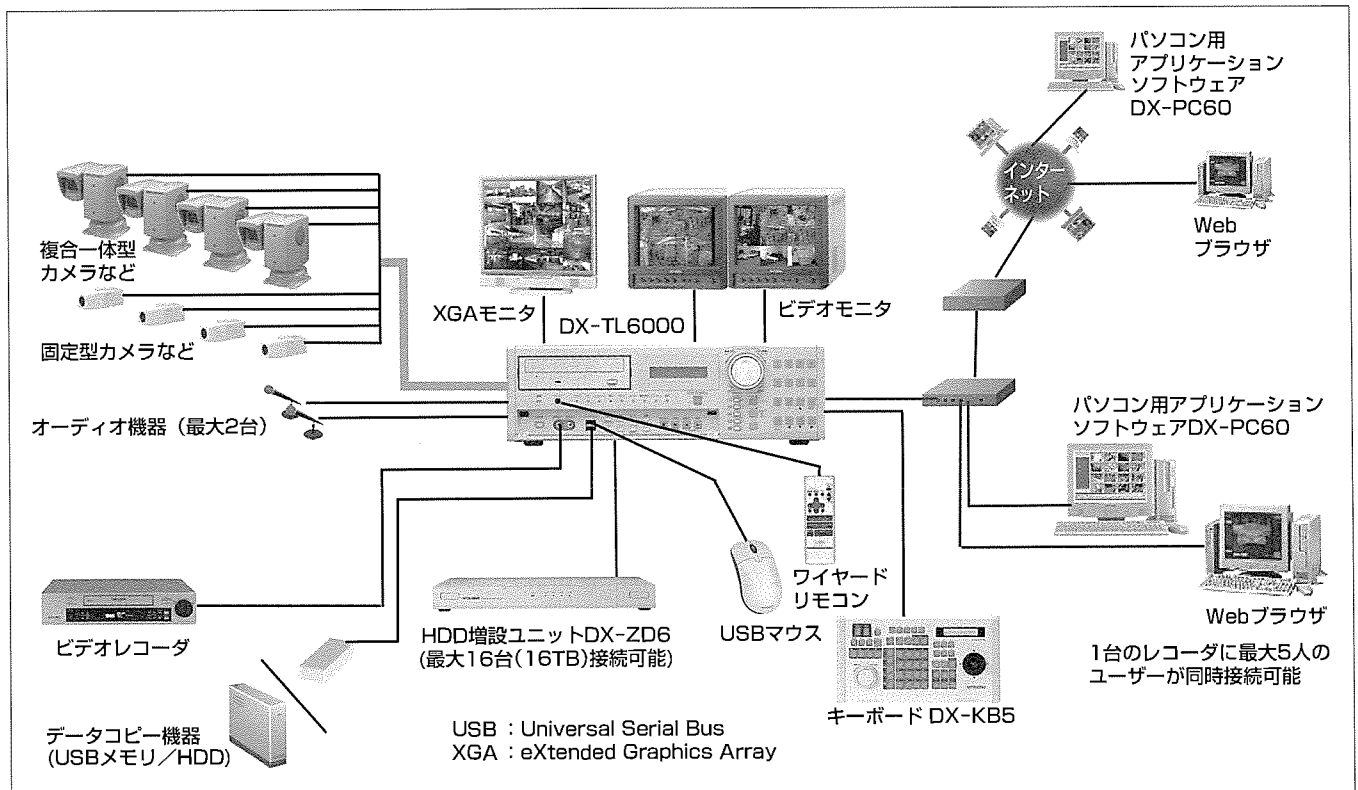
要旨

最近では、個人情報保護法の全面施行によって、金融機関を中心に監視映像の記録データ保存の長期間化や冗長化のための二重化を要望する顧客が増えており、これまで以上に記録効率の向上を図り、記録容量を低減する必要性が高まってきている。一方、コンビニやマンション等では、昨今の治安悪化を受けセキュリティへの関心が高まってきている。このような市場要求に対応するため、三菱電機では、今回監視用デジタルレコーダ“DX-TL6000(以下“TL6000”という。)シリーズ”を開発した。このモデルでは、新画像圧縮エンジンに動画圧縮方式(MPEG(Moving Picture Experts Group)-4)を採用したことで、画像データサイズを従来の約1/2以下の容量(当社比)に低減した。更に、HDD(Hard Disk Drive)容量は増設ユニット“DX-ZD6”を最大16台(16TB)まで接続可能として、年単位の記録保存を必要とする用途に最適な監視システムを構築する

ことを可能とした。

また、コンビニやマンション等では、店長/管理人がシステムを管理しているため、有事の際には、せっかく記録をしても、“画像の検索方法がわからない”“記録データの取り出し方がわからない”といった問い合わせが多くなってきている。このような市場における諸問題を解決するため、当社は、記録運用の長期間化を図りながらも、検索・コピー作業を含めた操作性を簡易化したデジタルレコーダの新ラインアップTL6000シリーズを開発した。

本稿では、TL6000で導入した、圧縮方式に依存せずに映像データを効率良く処理できるファイルシステム技術、複数の映像信号を処理するマルチチャンネル映像処理技術、及び機種展開に柔軟に対応できる新ソフトウェアアーキテクチャについて述べる。



“DX-TL6000”のシステム構成

TL6000のシステムは、映像信号入力となるカメラ(16入力)、カメラ映像を監視するためのビデオモニター(3出力)、外部から本体を制御する各種制御装置(アプリケーションソフトウェア、キーボード、リモコン、マウス等)等から構成され、TL6000がこのシステムの中核となり、映像監視・映像データ記録・各種メディアへのデータコピー・各種周辺機器制御等の各種機能を実現している。

1. ま え が き

最近では、個人情報保護法の全面施行によって、金融機関を中心に監視映像の記録データ保存の長期間化や冗長化のための二重化を要望する顧客が増えており、これまで以上に記録効率の向上を図り、記録容量を低減する必要性が高まってきている。一方、コンビニやマンション等では、昨今の治安悪化を受けセキュリティへの関心が高まってきている。

当社では、このような市場要求に対応するため、記録運用の長期間化を図りながらも、検索・コピー作業を含めた操作性を簡易化したDX-TL6000シリーズを発売した。

本稿では、TL6000で導入した、圧縮方式に依存せずに映像データを効率良く処理できるファイルシステム技術、複数の映像信号を処理するマルチチャンネル映像処理技術、及び機種展開に柔軟に対応できる新ソフトウェアアーキテクチャについて述べる。

2. TL6000における記録再生技術

2.1 記録再生への要求

監視用デジタルレコーダでの記録では、多チャンネルのカメラ映像を長時間にわたって確実に記録できることが重要であり、用途によっては年単位での記録が要求される。一方、再生では、複数のチャンネルを選択して同時にトリックプレイ(早送りや巻き戻し)で再生できるようにすることで、映像検索性能を高めることが重要である。TL6000では、ユーザーの設置状況に応じた自由度の高い監視環境を提供するために、記録チャンネルごとに画質やフレームレートを独立して設定可能としており、チャンネルごとに生成されるデータ量は監視用途によって大きく変動する。そのため、それらのデータをいかに効率よく管理するかが課題となった。

2.2 ファイルシステムの開発

これらの要求にこたえるために、高圧縮な符号化方式であるMPEG-4を採用するとともに、データを効率よく記録/再生/管理するための独自ファイルシステムを開発した。ファイルシステム開発では、次の3点に注力している。1点目は長時間記録のために記録媒体に極力無駄な領域を作らないようなデータ配置とすること、2点目は多チャンネルのMPEG-4データを効率的に読み出せるようなデータ管理を行うこと、そして3点目は、記録を繰り返した場合にもデータの断片化によるパフォーマンス低下を抑制する記憶媒体利用を実現することである。これらを考慮したデータ構造について、次に述べる。

2.3 基本データ構造

開発したファイルシステムでは、データの種類ごとにデータ格納領域を確保することを極力廃し、データ領域に各種の可変長データを連続して多重化する構造とした(図1)。

これは、データの記録領域を最大限に利用することを目指したものである。例えば映像であれば、カメラチャンネルごとにデータを格納するのではなく、多チャンネルの映像データをフレーム単位で時系列に多重化する構造である。ただし、単純に多チャンネルのデータを時系列に格納しただけでは、所望データの検索処理が複雑となり、再生時の性能が低下してしまう。そこで、各種データを統一的なパケット構造にして、このすべてのパケットごとに識別子とポイント情報を付与して、一元管理するようにした。こうすることで、記録時の無駄な領域を削減し、また所望データへの容易なアクセスを実現した。

2.4 付属情報及びアクセス情報の多重化

この統一的なパケット構造によるデータフォーマットの特長は、映像データや音声データのみならず、付属データやアクセス情報も同様のパケット構造で多重化する点である。監視レコーダでは映像や音声のほかに、カメラのタイトルなど付属情報の記録も必要である。また、ユーザーが直接利用するデータのほかに、記録データに効率よくアクセスするための情報も、データ記録時に生成している。MPEG-4ではフレーム間の画像相関を利用して圧縮効率を高めているため、再生の際には基準となる特定のフレームからデコードを行わなければならない。アクセスのための情報とは、この特定フレームの位置情報などである。これらの付属情報やアクセス情報を、映像や音声と同一の可変長のパケット構造で多重化するというものである。このような構成にすることで、一つには、データ量が変動する各種データのために、事前に予想される最大量の記録領域を確保することが不要となり、実使用状況に応じて記録媒体を最大限に利用できるメリットがある。また、データの記録や再生で、映像、音声、あるいは付属情報と別々の領域にアクセスする必要がなくなるため、ディスクのシーク動作によるアクセス性能の低下を回避でき、効率よくデータを読み書きすることが可能となる。さらに、データ領域がすべて利用された際に古いデータを削除して新しいデータを上書きする繰り返し記録でも、アドレスの連続した範囲を消去/上書きすることで、データの断片化を回避する

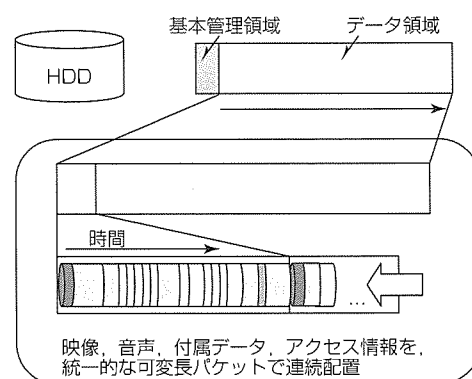


図1. データ構造

ことが容易となる。

2.5 管理データ構成

記録されたデータの基本的な管理のために、データ領域とは別に管理領域を設けている。この管理領域で、データの属性やリンク情報を管理するが、この管理単位を通常FAT(File Allocation Table)などで利用されるクラスタサイズよりも大きなサイズとすることで、管理領域のデータサイズを削減した固定長の管理テーブルを実現している。また、データのつながりを管理しているリンク情報によって、断片化を最小限に抑えるようなデータ管理を行っている。これは、例えば必要なデータを上書きしないように、ユーザーが範囲を指定してデータを保護する機能を提供しているが、この保護を解除したときに生じる空き領域の再利用戦略として、論理アドレスが隣接するように制御するアルゴリズムを搭載した。

2.6 データの信頼性

監視レコーダにおけるデータの信頼性を考えた場合、データそのものの読み書きの信頼性ととも、データの内容に対する信頼性も重要である。すなわち、記録されたデータが改ざんされる危険性を考慮する必要がある。独自ファイルシステムの場合には、レコーダ本体から取り外したHDDを改ざん目的でパソコンに接続しても、通常そのままではデータを認識できないため、データ改ざんの危険性を低減する。これに加えて、映像データの信頼性を検証するために、映像の1フレーム単位で信頼性を検証するための情報を付与することで、記録映像データへの不正な改ざんを検出することを可能としている。

3. TL6000の多チャンネル記録技術

ここでは、多チャンネル記録方法について述べる。多数のカメラ映像を記録するには、単純な実装では、要求されるチャンネル数分のMPEG-4エンコーダが必要になる。これでは、チャンネル数に応じて大幅なコストアップにつながる。そこで、複数のカメラ映像を時空間的に再配置することで1台のMPEG-4エンコーダで複数チャンネルを処理できるようにした。

3.1 映像の時空間分割方法

図2に映像の時空間分割方法を示している。図2下段は、MPEG-4エンコーダに入力される映像シーケンスである。図2では、10台のカメラ映像を記録している。例えば、Cam5は3フレーム目の左上部に割当てられる。このとき、Cam5のようにフレームの1/4に割当てられる場合は、カメラ映像が1/4に縮小される。また、Cam7の場合は、縦1/2に縮小される。TL6000で対応する空間分割パターンは、1/1、1/4サイズ、縦1/2サイズの3種類で、1フレームに最大4台のカメラ映像を割当てることが可能である。

また、時間方向にカメラ割当てを変えることが可能であ

り、例えば、2フレーム目では、Cam1、Cam2、Cam3、Cam4を割当てている。

3.2 多チャンネル符号化方法

前節で述べたように、時空間に割当てられた映像は、MPEG-4エンコーダでは1チャンネルの映像にすぎない。そこで、この時空間に分割した情報をMPEG-4エンコーダに伝える必要がある。時空間分割情報は、映像信号のVBI(Vertical Blanking Interval)と呼ばれる部分に挿入される。VBIとは、NTSC(National Television System Committee)映像信号の先頭部分に挿入されている無画部分のことで、この部分の信号は描画されることがないので、映像信号の代わりにデータを送ることが可能である。このVBIを利用しMPEG-4エンコーダに時空間分割情報を伝達する。

図2下段の映像シーケンスでは、カメラ映像領域ごとにCh1からCh10のチャンネル番号が割当てられている。このチャンネル番号と領域情報がMPEG-4エンコーダに伝えられ、MPEG-4エンコーダで領域ごとに符号化される。このようにして多チャンネル記録が実現される。TL6000では、1台のMPEG-4エンコーダに16チャンネルを割当てることができる。

4. 監視レコーダのソフトウェアアーキテクチャ

TL6000を製品化するにあたり、ソフトウェアの大部分について、新規に開発を行った。監視レコーダは、用途に適したシステム提案を可能とするために、顧客の声を適切に反映した展開機種を短期間で開発することが求められる。この要求を満たすために、仕様変更に対応可能なソフトウェアアーキテクチャを開発した。

4.1 ソフトウェアアーキテクチャ構築上の課題

監視レコーダは、その仕様上ユーザーが操作を行う手段が多岐にわたっている。その内容を図3に示す。レコーダに接続されたモニタに表示されるGUI(Graphical User Interface)を用いて操作を行う以外に、ネットワーク接続されたパソコンを用いて行う操作や、ネットワーク接続さ

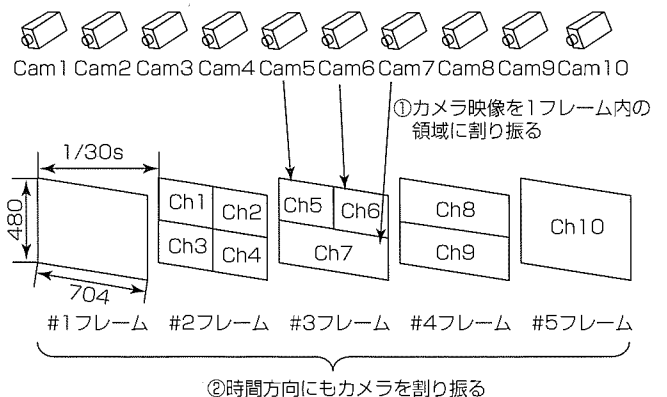


図2. 多チャンネル記録方法

れた他のレコーダからの操作などがあり、それぞれの操作を同時並行的に行うことが必要である。この要求を満たすために監視レコーダ操作のためのコマンド配送は、次の点を考慮して設計する必要がある。

- ①入力と出力ともにリモート／ローカルを想定
- ②可能な限りコマンド配送ルートに依存しない
- ③複数ルートからの同時操作時の整合性を保証

また、レコーダは記録、再生、コピーが同時に実行されるほか、ネットワーク機能の強化に伴って、複数の映像データのフローが同時に発生する。データフローの例を図4に示す。

この要求を満たすために、監視レコーダ操作のためのデータフロー系は、次の点を考慮して設計する必要がある。

- ①入力系、処理系、出力系それぞれの違いにできるだけ依存しないこと。
- ②複数のデータフローを同時並行的に処理することが容易であること。

これらの課題を解決するために、新規に開発したアーキテクチャについて次に述べる。

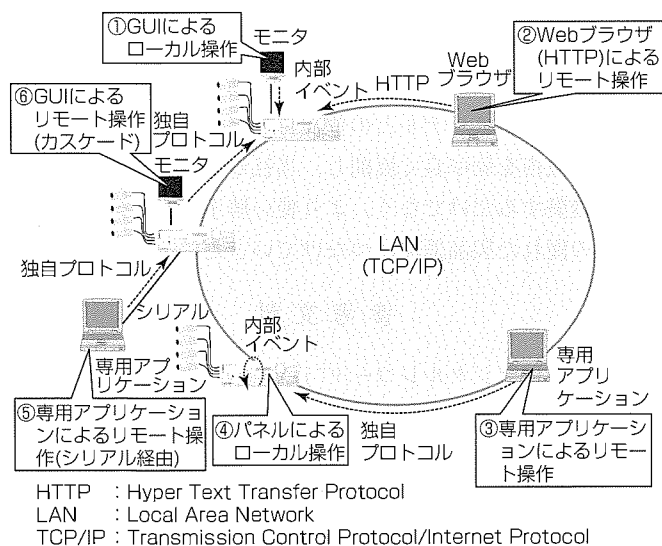


図3. 監視レコーダの操作手段

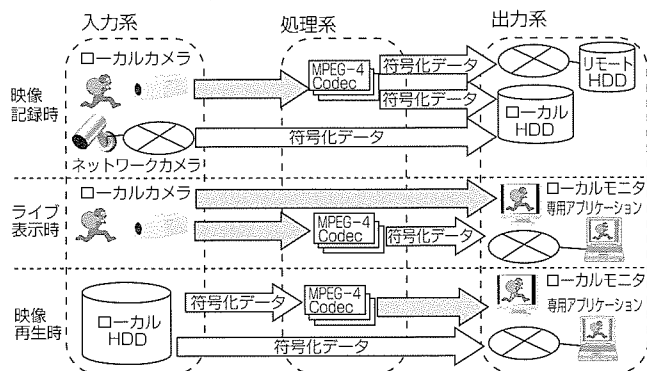


図4. 監視レコーダのデータフロー例

4.2 監視レコーダのソフトウェア階層構成

監視レコーダにおけるソフトウェアの階層構成を図5に示す。監視レコーダのソフトウェアアーキテクチャでは、図5に示すとおり、基本ソフトウェア (OS) より上位の部分を、製品仕様に応じた変更が発生しやすいアプリケーションに依存する処理を、上位層に分離した3階層構造を採用。これによってソフトウェアのプラットフォームへの依存性を下げ、移植性を高めることを意図している。3階層の各パートは上位からそれぞれアプリケーションパート、ドメインパート、データサービスパートと呼ぶ。次にそれぞれのパートの内容について述べる。

4.2.1 アプリケーションパート

アプリケーションパートの構造を図6に示す。アプリケーションパートは、監視レコーダの機能仕様をユーザーに提示するパートであり、GUI機能などユーザーへ機能提示をする上位部分、及びこれらGUI機能とドメインパートとの界面に挟まれた下位部分に区分される。上位部分はネットワーク経由で接続されたパソコンアプリケーションやWebブラウザなど同一システム以外のユーザーインタフェース (UI) も論理的には含まれる。監視レコーダの場合



図5. 監視レコーダのソフトウェア階層構成

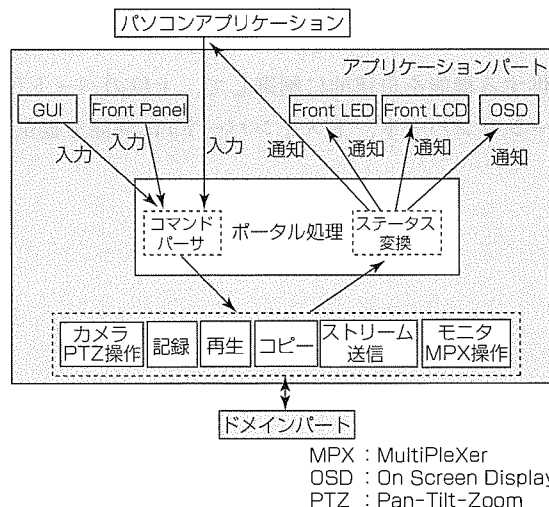


図6. アプリケーションパートの構造

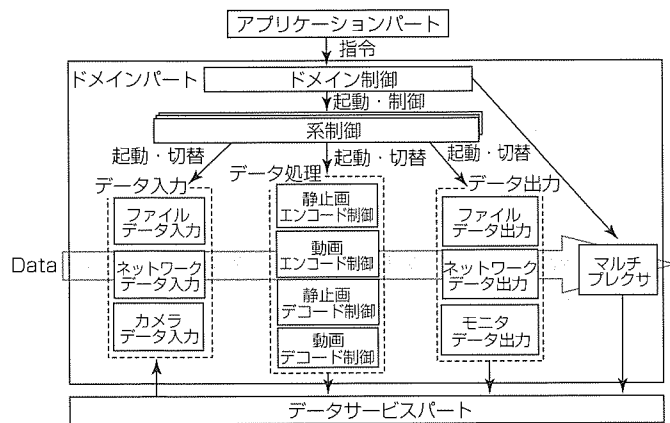


図7. ドメインパートの構造

の下位部分は記録，再生，コピー・バックアップ，マルチプレクサ(モニター画面分割)等の機能について，GUIへの機能提示及びGUIからの要求受付と，ドメインパート以下への機能要求を実施するアプリケーション群と，これらのアプリケーション群の状態管理や，GUIからの要求のアプリケーション群への通知を行うアプリケーションマネージャ(ポータル処理)を含む。なお，アプリケーションパートのGUI部分の開発には，当社のUI設計ツール“NINA (Navigator for INterface of Application)”⁽³⁾を適用した。

4.2.2 ドメインパート

ドメインパートの構造を図7に示す。ドメインパートは，個別の機能を実現する処理を含んだ部分である。画像データのフローに着目して，“データ入力”“データ処理”“データ出力”の3つのモジュールを組み合わせて一つのデータフロー系(システム)を構成する考えを採用している。それぞれのモジュールの制御は，システム制御モジュールが行う。この構成によって，複数のデータフローが並行的に動作する場合の処理が実現しやすくなる。

4.2.3 データサービスパート

データサービスパートの構造を図8に示す。データサービスパートは，ドメインパートの各処理がデバイスの制御を行う際に使用するライブラリ，ミドルウェア群を含んだ部分である。データサービスパートは，デバイスドライバが提供する機能を自律的に制御して，上位のパート(アプリケーションパート，ドメインパート)に機能を提供する

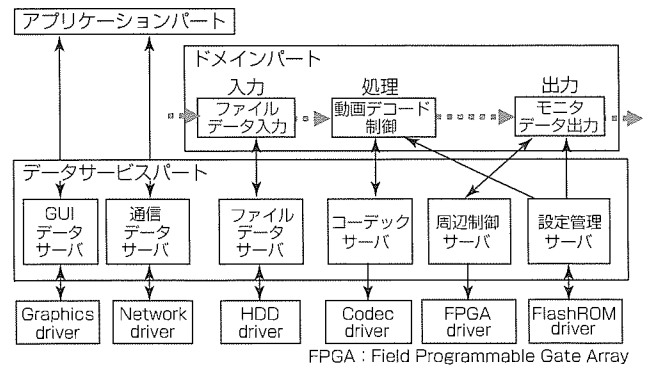


図8. データサービスパートの構造

ためのインタフェースを含む。大別して，カメラを操作するサービス，ファイルシステムを操作するサービス，画像コーデックを操作するサービス，グラフィック処理を行うサービス，ネットワーク処理を行うサービス群から構成される。

5. む す び

DX-TL6000に新規導入した，圧縮方式に依存せずに映像データを効率良く処理できるファイルシステム技術，複数の映像信号を処理するマルチチャネル映像処理技術，及び機種展開に柔軟に対応できる新ソフトウェアアーキテクチャについて述べた。DX-TL6000は，今後展開を図る展開機種のベースモデルとの位置付けとなるため，新規に導入した技術を効率良く展開し，当社が誇る高性能・高信頼性を踏襲するだけでなく，より使い勝手が良くシステム拡張性の優れた製品開発につなげていきたい。

参考文献

- (1) 監視用デジタルレコーダ“DX-TL6000”，三菱電機技報，82，No.1，86 (2008)
- (2) ISO/IEC 14496-2 Information technology . Coding of audio-visual objects. Part 2： Visual (2004.6)
- (3) 轟木伸俊，ほか：UI設計ツールNINAを用いた業務用デジタルレコーダのUI開発，三菱電機技報，83，No.2，149～153 (2009)

UI設計ツール“NINA”を用いた 業務用デジタルレコーダのUI開発

轟木伸俊* 小中裕喜†
戸田保宏**
山口芳裕***

UI Software Development for Digital Recorders with UI Design Tool “NINA”

Nobutoshi Todoroki, Yasuhiro Toda, Yoshihiro Yamaguchi, Hiroki Konaka

要 旨

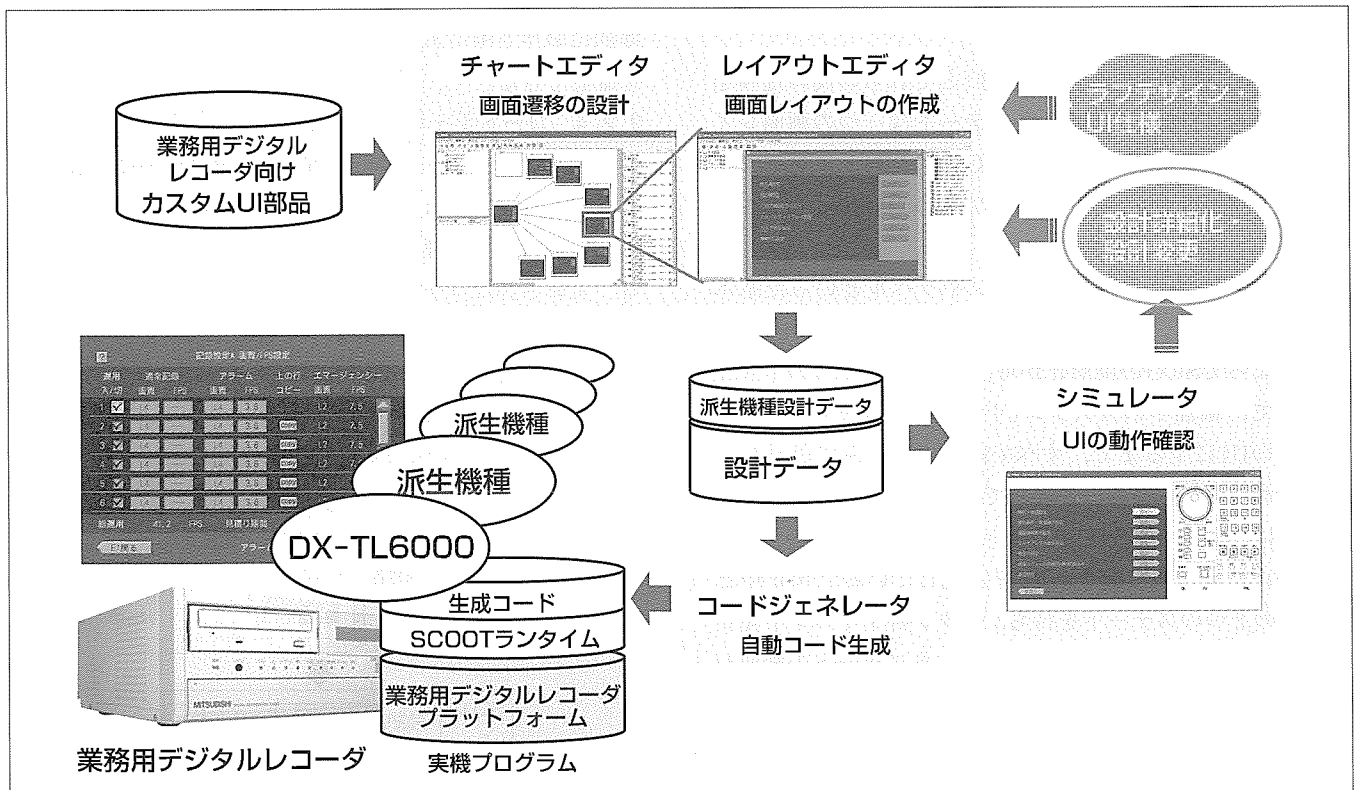
流通店舗や金融機関などにおけるセキュリティ需要が拡大するなか、映像監視システムに用いられる業務用デジタルレコーダには、基本機能の高性能化だけでなく、設定・検索などの操作性向上が求められている。一方で、このように高度化したUI(ユーザーインタフェース)はソフトウェアの規模も増大するため、初期開発コストを低く抑えるだけでなく、派生機種開発時の開発コストを抑えることも重要となってきた。

組込機器のUIでは、多くの機能や設定項目を持つ一方で、画面の大きさは限られていることが多く、画面内及び画面間で部分的な表示操作が繰り返し用いられることがある。このようなUIの開発では、①UI設計を部品化できる、②一度設計したUI部品は他の画面でも再利用できる、③UI部品を修正することで、そのUI部品を使用しているすべての画面に修正が反映されるといったUI設計の再利用

性が、開発コスト削減に大きな効果を持つ。

三菱電機では、このような組込機器のUIソフトウェア開発を効率化することを目的として、UI設計ツール“NINA(Navigator for INterface of Application)”の開発を進めてきた。NINAでは、組込機器UIのモデリングに適した、SCO(State Chart Object)という概念に基づいてUI設計を行う。SCOは画面に対応する複数のステートと、ステートの間の遷移を設計可能なUI部品である。SCOを用いることで、画面中のカスタムUI部品から機器アプリケーションのUIに至るまで、すべて同一の枠組みで設計し、組み合わせて動作させることができる。

今回、NINAを業務用デジタルレコーダのUI開発に適用した。この開発では、SCOの枠組みを用いて、初品開発時でも派生機種開発時でも、UI設計を再利用できることによるUI開発効率の改善が確認できた。



UI設計ツール“NINA”の構成とUI設計開発の流れ

UI設計ツールNINAは複数の機能モジュールから構成される。チャートエディタとレイアウトエディタによって、UI画面間の遷移と各UI画面のレイアウトをそれぞれ設計する。次にシミュレータによって、設計したUIの動作を確認し、修正が必要な場合にはエディタに戻り修正する。UI設計の完了後、コードジェネレータによって実機用ソースコードを生成し、生成コードの内容に従ってUI部品の生成・消滅やイベント処理などを行うSCOOT(SCO Oriented Technology)ランタイムと結合することで、実機用のUIソフトウェアが完成する。

1. ま え が き

流通店舗や金融機関などにおけるセキュリティ需要が拡大するなか、映像監視システムに用いられる業務用デジタルレコーダには、基本機能の高性能化だけでなく、設定・検索などの操作性向上が求められている。一方で、このような高度化したUIはソフトウェアの規模も増大するため、初期開発コストを低く抑えるだけでなく、派生機種開発時の開発コストを抑えることが重要となってきた。

当社ではこの課題を解決するために、組込機器のUIソフトウェア開発を効率化するUI設計ツールNINA⁽¹⁾⁽²⁾の開発を進めてきた。

本稿では、UI設計ツールNINAの概要と、業務用デジタルレコーダへの適用について述べる。また、NINAによるUI開発の有効性について、開発工数の測定結果に基づき評価する。

2. UI設計ツールNINA

NINAは組込機器向けのUI設計ツールである。組込機器では、多くの機能や設定項目を持つ一方で画面の大きさは限られていることが多い。このため、組込機器用のUIは、一定の操作手順に従って画面を切り替えながら操作するのが一般的である。NINAでは、このような画面の切替えを伴うUIのモデリングに適した、SCOという概念に基づいてUI設計を行う。

2.1 SCO

SCOは、複数のステート(状態)とそれらの間の遷移を設計可能なUI部品である。各ステートは一つの画面レイアウトを持ち、ある時点でのSCOのステートに対応する画面レイアウトが、その時点でのSCOの外観として表示される。

各画面レイアウトには、ボタンやラベルといった基本UI部品のほかに、他のSCOをUI部品として配置できる。これによってSCOの階層化が可能となる。SCOの階層化によって、画面中のカスタムUI部品から機器アプリケーションのUIに至るまで、すべて同一の枠組みで設計し、組み合わせて動作させることができる。

図1に、SCOの階層化の例を示す。SCO1は、音楽の再生と停止を操作する簡単なUIを実現している。停止中と再生中の2つのステートを持ち、ボタン押下イベント発生時にもう一方のステートに遷移する。各ステートの画面レイアウトには、停止中と再生中に対応したUI画面がそれぞれ作成されている。

SCO2は、再生する曲名を選択してから再生画面を表示するUIを実現している。SCO1と同様に、選曲画面と再生画面がそれぞれステートとして定義されている。ここで再生画面には、SCO1がカスタムUI部品として画面レイアウト

内に配置されている。このような設計で、SCO1の設計を修正すると、自動的にSCO2の再生画面も変更される。

2.2 構成要素

扉図のUI設計ツールNINAの構成とUI設計開発の流れに示したとおり、NINAは複数の機能モジュール、及び実機用ソフトウェアから構成される。主要な構成要素の概要を次に示す。

2.2.1 チャートエディタ

UI画面間の遷移を状態遷移図として設計する。また、機器操作時のキーイベントに対する処理や、機器内で発生したイベントに対する処理をイベントハンドラとして記述する。イベントハンドラは、Java^(注1)ベースの簡易スクリプト言語で記述する。イベントハンドラからはロジックと呼ばれるユーザー定義関数をとおして、システム側の機能呼び出すことができる。

2.2.2 レイアウトエディタ

SCOの各状態における画面レイアウトを、作図ソフトウェアと同様の操作で作成する。画面レイアウトは、ラベル部品、ボタン部品、画像部品、部品をグループ化するコンテナ部品等の基本UI部品と、SCOを組み合わせて作成する。

2.2.3 シミュレータ

チャートエディタ及びレイアウトエディタで設計したUIの動作をシミュレートし、開発パソコン上で即座に確認可能とする。キーイベントやシステム側のイベントを模擬的に発生させられるため、様々な条件下でのUIの動作を確認できる。

2.2.4 コードジェネレータ

UI設計データから実機用のC++言語のソースコードを生成する。生成されたコードには、画面レイアウト情報、SCOの状態遷移処理、イベントハンドラの処理等が含まれる。生成されたコードはプラットフォーム依存の処理を含まず、プログラマによる修正は一切必要ない。プラットフォーム依存処理を行うSCOOTランタイムと組み合わせることで、実機上で動作するソフトウェアモジュールになる。

(注1) Javaは、Sun Microsystems, Inc.の登録商標である。

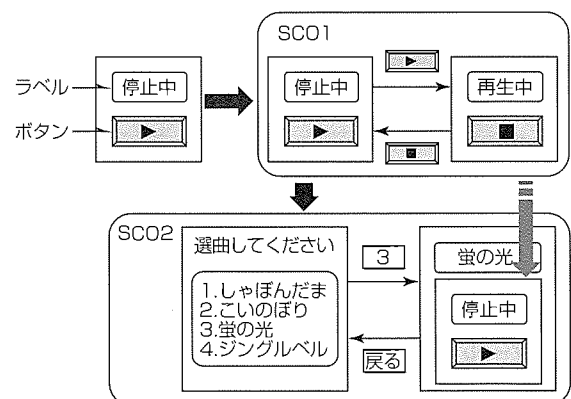


図1. SCO階層化の例

2.2.5 SCOOTランタイム

コードジェネレータによって生成されたソースコードを実機上で動作させるための、C++言語で記述されたソフトウェアモジュールである。生成コードの実行に伴う画面描画やイベントの管理を行う。

SCOOTランタイムでは、OSやグラフィックスライブラリに依存する部分が、プラットフォーム依存部として局所化されており、移植が容易となっている。プラットフォーム非依存部分は複数の製品、プラットフォーム間で共有されている。

2.3 開発手順

NINAを使用したUIソフトウェアの開発手順を次に示す。

- (1) 機器のUI仕様書やコンセプトをもとに、レイアウトエディタとチャートエディタを用いてUIを設計し、UI設計データとして保存する。
- (2) UI設計データをシミュレータで実行し、UIの動作を確認する。
- (3) 動作確認の結果、不具合や仕様の変更等があれば、(1)に戻って修正する。以降(1)から(3)の手順を繰り返すことで、実機を使用することなくNINA上でUIを作り込むことができる。
- (4) UI設計が十分な品質に達すると、コードジェネレータを用いて実機用ソースコードを生成する。生成されたソースコードを、SCOOTランタイムとともにコンパイル及びリンクすることで、実機用のUIソフトウェアが完成する。

2.4 従来開発方式との比較

従来のUI開発では、プログラマがUIツールキットを用いてハンドコーディングする方式が一般的であった。この従来開発方式には次のような問題があった。

- (1) 同一プログラム中にUI部品の生成・配置処理、イベントに対する処理、画面表示データの整形処理等が混在するため、プログラムの可読性が低い。またUI仕様の変更に伴う修正作業の効率が悪い。
- (2) UIの動作確認を実機上で行う必要があるため、正しく動作する実機環境がないと動作確認ができない。また、プログラムを修正するたびにコンパイル、リンクして実機にダウンロードしなければならず、動作確認に時間がかかる。
- (3) UIに多い定型処理(UI部品の生成・配置処理・プロパティ設定など)を手作業で記述するため、作業効率が悪く、不具合が混入するおそれがある。

NINAの適用によって、これらの問題は次のように改善される。

- (1) 画面レイアウトの作成、イベントハンドラの記述、画面表示データの整形処理の記述等がツールによって分離されるため、UI設計の可読性が高まる。また、UI仕様

の変更に伴う修正箇所と影響範囲が明確になり、改修作業を効率化できる。

- (2) シミュレータによって、実機を用いずにUIの動作確認を行える。また、UI設計から動作確認のサイクルに余計なオーバーヘッドが入らないため、短時間でUIの品質を高められる。
- (3) SCOOTランタイムによって定型処理が自動化されるため、手作業で記述していた工数を削減できる。また、不具合の混入を防げる。

参考文献(2)ではNINA適用によって、従来開発方式と比較して2～6倍開発が効率化された例が報告されている。

3. 業務用デジタルレコーダのUI開発

当社の業務用デジタルレコーダ“DX-TL6000”のUI開発にNINAを適用した。またそのUIをベースに、国内向け機種や欧州向け機種を含む、“DX-TL608”など6機種の派生機種のUIを開発した。ここでは、業務用デジタルレコーダの概要、及びこれらの機種におけるNINAでのUI開発について述べる。

3.1 業務用デジタルレコーダの概要

業務用デジタルレコーダは、主にコンビニエンスストア、銀行、パチンコ店などのセキュリティ映像監視システムの中に組み込み、監視映像を長時間デジタル記録するための業務用監視機器である。当社では様々な市場ニーズにこたえるため、廉価帯から高性能システム向けまで幅広い市場に対応した製品を投入している。

最新機種シリーズであるDX-TL6000では、USB(Universal Serial Bus)マウスによる操作を可能にするとともに、記録データの検索や外部へのコピーなど、迅速かつ確実性が求められる操作をアイコン表示にすることで、パソコン同様の操作感覚を実現した“簡単メニュー”を備えた。DX-TL6000のUIの特徴を次に示す。

(1) 複数操作系の併用

UI操作は、主に前面パネルに装備されているフロントボタン、及びUSBマウスの2系統に大きく分けられ、双方が同時に利用可能となっている。

フロントボタンは、上/下/左/右/決定/戻るの6種類のボタンで構成される。これらのボタンを使うことで、ユーザーが着目しているUI部品を示すフォーカスを移動させたり、スクロール移動させたりして画面内の項目を選択し、“決定/戻る”操作を行うことで画面間を移動したり値を設定したりすることができる。

一方USBマウスではパソコンと同じ感覚で、カーソル移動、及び、マウスクリックの操作を行うことができる。基本的に、マウスの左クリックで、カーソルが指し示すボタンへのフォーカス移動と押下処理を行う。また、一部の数値設定部品については、当該UI部品にカーソルを合わ

せ左クリックで数値上昇、右クリックで数値降下させることで、フロントボタンでできる操作をすべてマウスのクリックでも可能とする。

(2) 複雑なフォーカス移動

業務用デジタルレコーダ特有の動作として、縦方向・横方向へ複雑に定義されたフォーカス移動や、入れ子になったフォーカス移動がある。図2に、複雑なフォーカス移動を持つ代表的な画面の例を示す。この画面では次のようなフォーカス移動が行われる。

- 上下左右キーでフォーカスが移動する。
- ブロック状のUI部品がフォーカスされているときに決定キーを押下すると、ブロック内のUI部品にフォーカスが移動する。ブロック内では左右キーでフォーカスがグループする。
- ブロック内のUI部品がフォーカスされているときに、決定キーを押下するとブロック全体にフォーカスが移動する。
- 各UI部品をマウスクリックすると、ブロック内の各UI部品に直接フォーカスが移動する。

(3) 多言語対応

国内市場、及び北米・欧州市場に対応するため、画面内の表示文字列を切り替えることで多国語表示を行う。表示言語は、メニュー画面の言語設定画面で設定できる。言語設定画面で、現在表示中の言語と異なる言語を選択すると、再起動の必要なく即時に切替えが完了し反映される。

3.2 NINAによるUI開発

前節で述べたUIを実現するため、業務用デジタルレコーダ向けに次のUI開発環境を整えた。

(1) 基本UI部品の拡張

NINAでは、基本UI部品として、ボタン部品、ラベル部品、画像部品、及びこれらの部品をグループ化してフォーカスの制御を行うコンテナ部品を備えている。これらのうち、ボタン部品、コンテナ部品について、操作ボタンとマウスクリックの両方から操作できるよう拡張した。

(2) SCOOTランタイムの移植

NINAの実行系であるSCOOTランタイムを実機上に移植するとともに、業務用デジタルレコーダ特有のフォント、

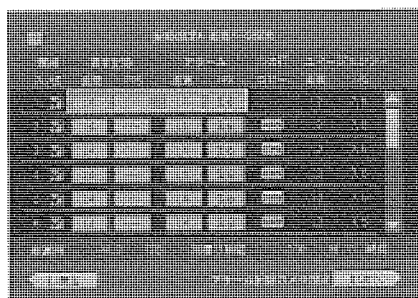


図2. 複雑なフォーカス移動を持つ代表的な画面

カラーモデル、マウスイベントへ対応した。また、多言語対応のため、文字コードとしてユニコードを採用した。

(3) 業務用デジタルレコーダ用カスタムUI部品の設計

複雑なフォーカス移動については、スクリプト言語で記述することでも実現できる。しかしながら、類似の画面が多いため、結果としてコードのクローンが多発し、コード規模の増大を招くうえ、仕様変更時における修正の網羅が困難になる。

そこで、SCOの枠組を使い、各種フォーカス移動をUI設計として部品化したカスタムUI部品を提供することにした。この部品は、あらゆる画面で基本UI部品と同様にレイアウトすることができる。また、フォーカス移動の仕様に変更された場合も、このUI部品を修正するだけでその部品を使用している画面すべてに修正が反映される。

このようなUI開発環境を整え、2章で述べた開発方式によってUI開発を実施した。その結果、580画面のUIを16人月で開発できた。

3.3 NINAによる派生機種種のUI開発

DX-TL6000の派生機種6機種種のUI開発について述べる。DX-TL6000からのUI仕様の主な変更点は次のとおりである。

(1) 扱うカメラ数が減ることによって、各種設定の選択項目が16個から8個へ減少する。

(2) 欧州向けの機種では、出力する画面の映像信号が変わることによって、画面表示領域(縦方向)が1.2倍となる。

前者については、設定項目を表示するUI部品で、これまでの16項目の画面に加えて8項目の画面も追加し、機種に応じて選択的に表示させる方式を用いた。後者については、2種類のレイアウトパラメータを設定可能で、レイアウトを切り替えて表示できる2レイアウト部品を新規の基本UI部品として提供した。これまでの基本UI部品を、この2レイアウト部品に置き換えることで、一つの画面で2種類のレイアウトに対応した画面を実現することができる。

これらの変更方針に基づき、派生機種6機種種のUI開発を実施した。その結果、UI設計の再利用が促進され、この開発は部分的なUI設計定義の修正・追加で完了し、2.6人月で開発することができた。

3.4 NINA適用の評価

DX-TL6000では、従来機種より画面の種類が大幅に増え、マウス・操作ボタン併用のため、仕様もはるかに複雑になったが、従来の半分程度の工数でUIを実現できた。この要因の一つとして、SCOの枠組みを利用したUI設計の再利用、カスタムUI部品導入による効率化、シミュレータによる試験効率化があると考えられる。ここではこれらについての評価を述べる。また、派生機種開発における、UI設計再利用の観点からの評価も述べる。

表 1. DX-TL6000のUI開発規模

| | 開発工数 | 仕様画面数 | 作成画面数 |
|------|------|-------|-------|
| 開発規模 | 16人月 | 580枚 | 253枚 |

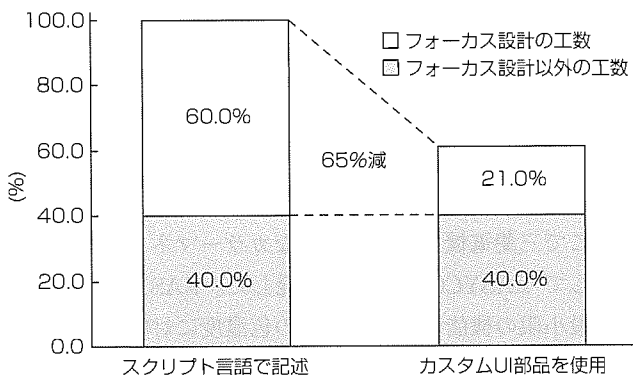


図 3. 工数比較

3.4.1 画面共通化による作成画面数削減

UI設計の再利用の一環として、画面の共通化がある。例えば、ベースとなる共通画面を一つ作成し状態に応じてUI部品を追加・削除することで、いくつもの画面を表現できる。これによって、類似画面が多いUI仕様では実質的な作成画面数を削減できる。

今回開発に先立ってUI仕様を分析し、類似画面の共通化を図った。表1に、DX-TL6000における、より詳細な開発規模を示す。実際に作成した画面数は253枚であり、UI仕様で定義されている画面数の44%に削減することができた。

3.4.2 カスタムUI部品導入による開発効率化

カスタムUI部品を導入することで、開発工数を削減できるだけでなく、コード作成時の不具合数を減らす効果も期待できる。図2の画面で、フォーカス移動/スクロール移動をすべてスクリプト言語で記述した場合と、カスタムUI部品を用いて作成したときの工数の比較を図3に示す。

カスタムUI部品の導入によってフォーカス部分の設計工数が65%削減でき、図2の画面に対応したUI設計工数は39%削減できることが確認できた。これが製品全体に及ぶと更に工数差が増大すると推測される。また、将来的な仕様変更の際には、スクリプト言語で実装した場合はすべての画面を修正しなければならないのに対して、今回はカスタムUI部品のみでの修正でよいため、修正対象となる画面数に比例した修正工数を削減できると推測される。

3.4.3 シミュレータによる開発効率化

NINAのシミュレータ機能を利用して、詳細な試験を前工程で行っておくことで、後工程での不具合を削減することができる。

表 2. 各試験での試験項目数と不具合検出数

| | 試験項目数 | 不具合検出数 |
|----------|--------|--------|
| シミュレータ試験 | 6,100 | 487 |
| システム試験 | 20,000 | 53 |

表 3. 派生機種開発でのSCO作成数と再利用数

| | 総数 | 再利用数 | 新規・追加作成数 |
|------|------|------|----------|
| SCO数 | 270個 | 170個 | 100個 |

表2にシミュレータ試験における不具合検出数と、システム試験におけるUI部分の不具合件数を示す。全体の工程で見つかる不具合のうち、90%を前工程で検出できたことが分かる。

3.4.4 派生機種開発における開発効率化

派生機種6機種を開発するにあたり、DX-TL6000のUI設計をベースとして修正を施した。この開発における、総SCO数、再利用SCO数、新規・追加分のSCO数は表3のとおりである。

全体の設計の63%にあたるSCOを、DX-TL6000の設計から再利用することができた。また、残りの37%部分の開発工数は2.6人月であった。

4. む す び

組込機器のUIソフトウェア開発を効率化するUI設計ツールNINAの概要と、業務用デジタルレコーダにおけるUI開発について述べた。

NINAでは、各エディタ及びシミュレータによって視覚的に確認しながら作業を進め、詳細な試験を前倒して作業を進められること、また、SCOの枠組によって、初品開発時でも派生機種開発時でも、UI設計を再利用することができることがUI開発効率の改善につながったと考えられる。

今後も継続して、この機種をベースとした派生機種の開発を進める予定である。

参考文献

- (1) 小中裕喜, ほか: 階層的部品定義に基づく組込用UI設計ツール, 組み込みソフトウェア工学シンポジウム2002, 情報処理学会研究報告, 2002-SE-139, 7~8 (2002)
- (2) 豊岡 明, ほか: 車載デジタルTVへのUI設計ツール“NINA”の適用, 三菱電機技報, 81, No.9, 641~644 (2007)

ディスプレイモニタ用簡易カラー マネジメントツール“EASYCOLOR!2”

谷添秀樹*

“EASYCOLOR!2” : Simple and Advanced Color Management System for LCD Monitor

Hideki Tanizoe

要 旨

近年のデジタル一眼レフカメラやインクジェットプリンターの高性能化・普及等を背景として、自ら撮影した写真データを自宅で印刷するユーザーが増えてきている。この場合、コンピュータ及びディスプレイを用いて写真の編集や出力画像の確認を行うが、プリンターの出力結果とディスプレイの表示の色のずれが問題となることが多い。

異なる画像入出力デバイスを使用する上で、色情報の入力、処理、記録、表示等の各プロセスを管理するシステムとして、カラーマネジメントシステム(CMS)があり、業務用のシステムや、パソコンにも搭載されているが、使用方法が煩雑でわかりにくく、専門家が管理・運営する業務用のシステムではない家庭での画像処理・出力では、運営上の大きな課題となっていた。

そこで三菱電機では、簡易的なカラーマネジメントツールとして“EASYCOLOR!2”を開発した。EASYCOLOR!2は必要最小限の機能として、照明の色温度に対応したディスプレイの白色点設定の選択・調整の機能、設定された白色点に対応したカラープロファイルの自動生成機能、カラーマネジメント対応のビューア機能をそれぞれサポートしており、従来のようなカラーセンサを用いたキャリブレーションシステムと比べ低コストで、使い勝手の良い機能を実現した。当社は、このEASYCOLOR!2を一般の写真ユーザーへのカラーマネジメント機能への導入用のツールと位置付け、今後の当社ディスプレイの付加価値向上に努めたい。



EASYCOLOR!2の表示画面と比較基準用の印刷物

ユーザーは比較基準用の印刷物とディスプレイの表示画像とを比較し、ディスプレイの白色点の目視調整を行う。

1. ま え が き

デジタルカメラ等の画像機器の普及・高性能化に伴い、ディスプレイの用途も高度化している。家庭でも、デジタル一眼レフカメラやカラーインクジェットプリンターの導入が進み、撮影した画像を自宅で印刷する上でのディスプレイの役割が大きくなってきた。一方、家庭におけるパソコンを中心とした画像機器のカラーマネジメント環境は、業務用のそれと基本的に同一でありコンシューマー用機器としては未成熟な分野である。そのため、印刷物とディスプレイとの間でカラーマッチングのトラブルの発生が懸念される。

当社はこれらの課題への対応策として、簡易的なカラーマネジメントツール“EASYCOLOR!2”を開発した。本稿ではその開発背景及び機能概要について述べる。

2. 開発の背景

近年のデジタルカメラやディスプレイ、カラープリンター等の発展は目覚ましく、例えば図1に示すように、近年デジタル一眼レフカメラの出荷台数は大きく伸びてきている⁽¹⁾。

これに伴い、従来の銀塩写真に比べ家庭における写真出力が普及し、ディスプレイは家庭での写真印刷のワークフローで重要な役割を占めている。

一方、デジタルカメラ及びディスプレイの絵作りの色空間として、従来標準化されていたsRGB⁽²⁾に加え、高級機を中心として広色域のAdobeRGB(opRGBとして国際標準化)⁽³⁾対応の機器が普及し、その結果、家庭でも画像データと液晶ディスプレイの色域の組合せが増え、カラーマネジメントのニーズが高まりつつある。

3. カラーマネジメント

カラーマネジメントではカラープロファイルの運用が鍵(かぎ)を握る。図2にICC(International Color Consortium)が策定し、現在広く普及しているICCカラープロファイル⁽⁴⁾の機能を示す。これはディスプレイ、スキャナ、プリンター等の映像入出力機器等の色管理情報を記載した

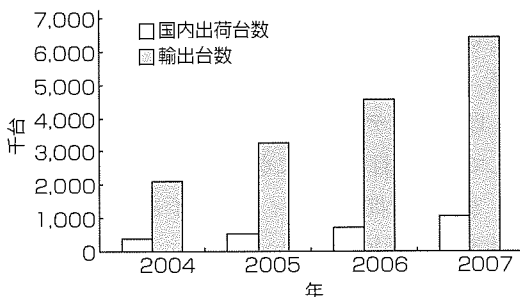


図1. デジタル一眼レフカメラ市場の推移(出典：CIPA統計)

データであり、カラーマネジメントを行う目的のための情報である。

図2に示すように、デバイスそれぞれの色変換を個々の組合せごとに行う場合に比べ、ICCカラープロファイルを用いたカラーマネジメントでは、PCS(Profile Connection Space)と呼ばれる共通の色空間を介し、デバイス固有の色空間のデータを記述したICCカラープロファイルを用いた色変換を行うことで、よりシンプルなカラーマネジメントが可能となる。

図3にICCプロファイルの基本構成を示す。128バイトのヘッダに続いてあらかじめ定義されたタグ(データID)によって構成され、それぞれはタグデータのバイト数とデータの所在を示すポインタの組を含む。これらに続くデータはプロファイルデータであり、タグの情報に基づきダイナミックにそのサイズ、つまり種々の色変換方式を通じて精度を保持するための数値データの量を可変できるのが特長となっている。そのため、同じ機器のカラープロファイルでも、その書式・内容によって、プロファイルのサイズが変化する。

ディスプレイに適用されるICCカラープロファイルは、一般的には表1に示すように、色再現範囲、白色点及び入力信号に対する出力の応答特性(ガンマ特性)の情報が記載されている。

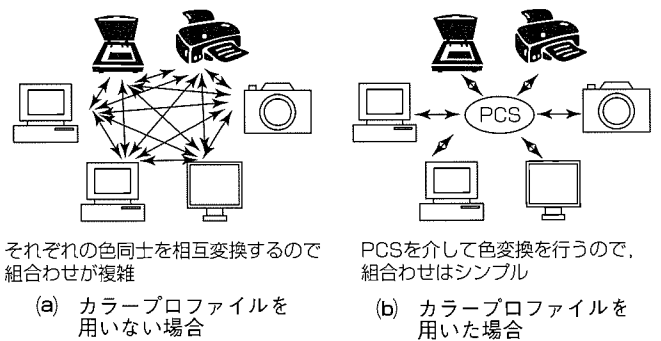


図2. カラープロファイルによるカラーマネジメント

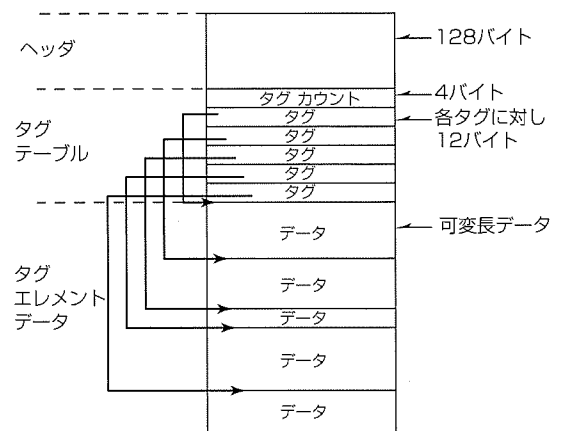
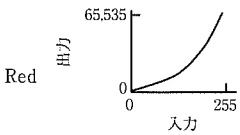
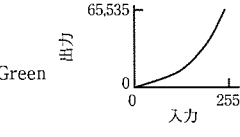
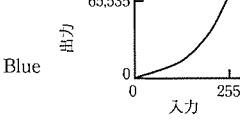


図3. ICCカラープロファイルのデータ構造

表1. ディスプレイのカラープロファイルの色管理情報の例

| TRC(Tonal Reproduction Curve) | 色度点に関する情報 |
|--|---|
|  <p>Red</p> | <p>ディスプレイのカラーマトリクス</p> $\begin{bmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$ <p>(X_r, Y_r, Z_r)は原色[R], [G], [B]を混色して得られる色[F]の三刺激値(色度)つまり、白色点。</p> |
|  <p>Green</p> | <p>(X_r, Y_r, Z_r)は赤の三刺激値(色度), (X_g, Y_g, Z_g)は緑の三刺激値(色度), (X_b, Y_b, Z_b)は青の三刺激値(色度),</p> |
|  <p>Blue</p> | <p>(R, G, B)は原色[R], [G], [B]の混合量</p> <p>上記の内(X_r, Y_r, Z_r), (X_g, Y_g, Z_g), (X_b, Y_b, Z_b)が^sカラープロファイルに記載される。</p> |

このICCカラープロファイルが正しくインストールされない場合は、画像編集用アプリケーションソフトウェア(例えばAdobe社のPhotoshop^(注1))等で画像を開く場合に、正しい色で表示されない等の不具合が発生する可能性がある。

また、このICCカラープロファイルは、ディスプレイの色設定モード(例えば色温度設定等)に対して自動的に選択される仕組みは標準化されておらず、使用するディスプレイに対応したINFファイル(ディスプレイのドライバ)にリンクされたものがインストールされるのみである。これは、現時点のWindows^(注2) OSが持つ課題であり、正しく色管理を行うためには、ユーザーがコントロールパネルからカラープロファイル設定を実施するか、又は、カラーマネジメント用のアプリケーションソフトウェアを導入する必要がある。

業務用のワークフローで、例えば通常の印刷工程では、このような色管理情報については、専用のツールによるワークフローの中に組み込まれており、専門技術者が管理に当たっていることが多い。一方、家庭用のパソコンにも同様な仕組みが導入されており、その管理・運用はエンドユーザーにとって簡単ではなく、実際の運営上の大きな課題となっている。

4. カラーキャリブレーションシステム

前章で述べた課題の対応策として、主に業務用向けにディスプレイ用のカラーキャリブレーションツールが市販されている。それらは、カラーセンサ、キャリブレーションソフトウェア等によって構成されている。

4.1 カラーセンサ

測色用のセンサとして、センサへの入射光をカラーフィルタで分光して3刺激値を測り、その結果で輝度・色度を

(注1) Photoshopは、Adobe Systems Inc.の登録商標である。

(注2) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

求める方式(3刺激値型)のものが主流であるが、ディスプレイとは大きく分光特性の異なる印刷物等の反射光の測定は困難である。一般に印刷物の測色には、分光放射輝度計が用いられるが、ディスプレイの発光と反射光の両方に対応する小型の分光素子と光源を内蔵したタイプのセンサも市販されている。

4.2 キャリブレーションソフトウェア

キャリブレーションソフトウェアでは、基本的に次のような操作・処理を行う。

- (1) ディスプレイの白色点の目標輝度・色度(又は色温度)の設定
印刷のワークフローの場合は一般に色温度を5,000Kとする。輝度は作業環境の照度に対応して決定される。
- (2) RGB各原色点の色度座標の測定と(1)の調整目標値に基づく原色の発光輝度(比)の計算
- (3) (2)の計算結果に基づくデフォルトの白色点からの白色調整
- (4) ガンマ値の測定
- (5) ガンマ補正データの補正
- (6) 調整結果の測定、カラープロファイルの作成

カラーキャリブレーションソフトウェアは、この手順でユーザーの操作のためのGUI(Graphical User Interface)を提供したり、計測・調整操作の実行(サポート)を行い、ICCカラープロファイルを生成・インストールするので、ユーザーはこれらのカラープロファイルを意識せずに運用が可能となる。

4.3 家庭用への展開の課題

カラーセンサを用いたカラーキャリブレーションシステムを用いてディスプレイのキャリブレーションを行う場合、その調整目標値の設定をユーザーが行う。業務用のシステムにおいては、例えば印刷関連の工程では、ディスプレイの白色点の色温度は5,000Kとされており、輝度設定値も作業環境の照度に応じて設定される。この場合、照明の色温度や演色評価数も同時に管理されることが前提条件であり、場合によっては、壁や服装の色とともに視環境として業務のワークフローの中で厳密に管理される。

一方、家庭ではそれらとはまったく異なる環境であり、一般のデジタルカメラユーザーが視環境を管理することは困難である。また、センサを用いたキャリブレーションシステムでは、センサのコストやメンテナンスについても課題となる。

また、印刷物とディスプレイの白色を同じ測色値(XYZ)に調整しても見た目が同じにならない現象も知られており⁽⁵⁾、業務用、家庭用を問わずディスプレイを応用するワークフローの共通の課題となっている。

5. EASYCOLOR!2

5.1 EASYCOLOR!2の概要

当社は4.3節で述べた課題に対応するため、EASYCOLOR!2を開発した。EASYCOLOR!2は、ユーザーの視環境における基準印刷物とディスプレイの目視比較による白色輝度・色度の調整を行い、ディスプレイの色設定に対応したカラープロファイルを自動生成し、インストールするアプリケーションソフトウェアである。

5.2 EASYCOLOR!2の機能構成

EASYCOLOR!2は、次の機能要素によって構成される。

(1) 照明の色温度に対応したディスプレイの白色点設定のユーザーによる選択・調整機能

家庭用の蛍光灯照明については、電球色(色温度3,000K)、昼白色(同5,000K)及び昼光色(同6,500K)が一般的であるが、写真の印刷物の確認環境として昼白色及び昼光色を想定する。

ユーザーは実際に写真を観察する環境で、比較基準用の写真印刷物とディスプレイに表示された同一画像を比較し、どちらか近いと思われる白色設定を選択する。さらに詳細な調整が必要な場合は、色調整用のGUIメニューで白色点の調整を行う。

(2) ディスプレイとパソコンとの双方向通信機能(DDC/CI)

(1)の色設定の切替えや調整及び、(3)のディスプレイとパソコンとのカラープロファイルのリンク動作のために、ディスプレイとパソコンとの間の双方向通信として、米国VESA(Video Electronics Standards Association)が規格策定したDDC/CI(Display Data Channel/Command Interface)を用いる。DDC/CIは他のディスプレイ用の通信手段であるUSB(Universal Serial Bus)に比べ、機器間配線が簡素で、また安価なコストでの実装が可能である。Windows XP^(注3)では、Microsoft社が規定したDDI(Drive to Drive Interface)と専用のAPI(Application Programming Interface)との組合せ、又は、各グラフィックチップベンダが独自に規定したAPIで実装されており、実装方法がグラフィックチップの種類によって異なる。一方、Windows VISTA^(注3)ではOSでAPIを標準対応している。

(注3) WindowsXP, WindowsVISTAは、Microsoft Corp. の登録商標である。

表2. 色調整用のVCP

| CODE | ITEM |
|------|---------------------|
| 10 | Brightness |
| 12 | Contrast |
| 14 | Select Color Preset |
| 16 | Red Video Gain |
| 18 | Green Video Gain |
| 1A | Blue Video Gain |

DDC/CIを用いたディスプレイ制御用の調整アイテムは、VESA規格であるMCCS(Monitor Control Command Set)で規定されており、Windows VISTAも同規格に対応している。表2にディスプレイの色調整に関連したMCCSのコマンドコードであるVCP(Virtual Control Panel)の一部について示す。

(3) ディスプレイの色設定に対応したカラープロファイルの生成及びリンク機能

白色点の設定内容とEDID(Extended Display Identification Data)に記載のガンマ値及び原色点色度座標データに基づき、ディスプレイのカラープロファイルの生成及びインストール処理を行う。プロファイル形式としては、Windows VISTAのWCS(Windows Color Management System)で新たに導入されたXML(eXtensible Markup Language)形式のカラープロファイルと、ICCカラープロファイルの両方を選択可能とした。

(4) カラーマネジメント対応ビューア機能

インストールされたディスプレイのICCカラープロファイルと画像に埋め込まれたカラープロファイルの情報に基づき、JPEG(Joint Photographic Experts Group)又はTIFF(Tagged Image File Format)形式の画像データをデコードし、色変換処理を行い表示する。これは、CMM(Color Management Module)と呼ばれる機能を含む。一般的なCMMとして、WindowsのICM(Image Color Management)やMAC OS^(注4)のColorSync^(注4)が知られているが、例えばデザインや印刷の業界では、Adobe社のPhotoshop等のアプリケーションで独自のCMMを備える事例があり、OS側のカラーマネジメントの機能は専らICCカラープロファイルの管理を行う場合もある。また、これらのCMMのほとんどがその色変換仕様を公開していないため、ディスプレイに表示される画像の色再現性の検証を行う上での課題となる場合もあった。このソフトウェアは、これらのOSや画像ビューアに実装されたCMMによるガマットマッピング仕様の差異を考慮し、Windows OSのCMMとこのビューア独自のCMMの選択機能を設けた。

図4にEASYCOLOR!2の構成を示す。このように最小限のハードウェア構成で簡易的な白色調整及びカラープロファイルの生成機能を安価なコストで実現した。

6. む す び

現状のEASYCOLOR!2における技術課題について、次の点が挙げられる。

(1) 白色点の調整精度

繰り返し調整を行った場合に、ユーザーの体調等の要因で結果にばらつきが発生する可能性がある。

(注4) MAC OS, ColorSyncは、Apple Computer Inc. の登録商標である。

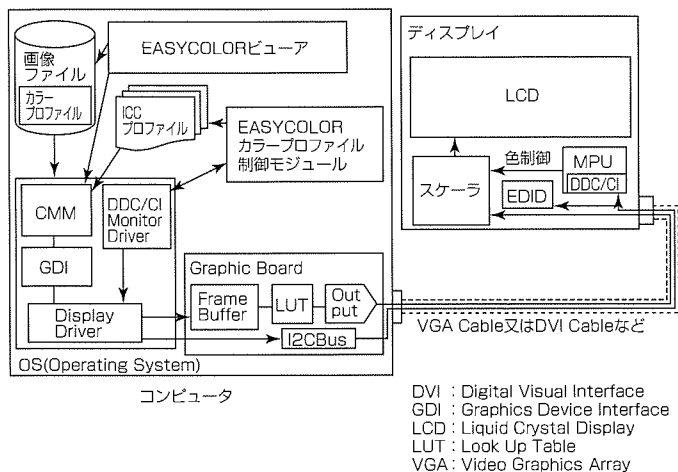


図4. EASYCOLOR!2の構成

(2) ガンマ特性の管理

このアプリケーションではガンマ特性の調整ができないため、カラープロファイル内ガンマ値と実際のガンマ特性とのずれによる色変換誤差が発生する可能性がある。

(3) ディスプレイの原色点の経年変化や個体差への対応

カラーセンサを用いて実測するシステムは、ディスプレイのRGB原色の経年変化への対応も可能であるが、EASYCOLOR!2ではこれに対応できない。

また、これはカラーキャリブレーションツール及びワークフロー全般にかかわることであるが、過去の研究⁽⁶⁾によると、CIE1931等色関数の精度に課題があり、異なる媒体間(例えば印刷物とディスプレイ)での同色度の色票の色の見え方の差異に一定の傾向があり修正の必要があること、また、10度視野の等色関数の方が色の見え方の差異が小さ

いと報告もある。最近急速に普及しつつあるAdobe RGB対応の広色域ディスプレイは、等色関数の変化が急峻(きゅうしゅん)な波長域で発光するので、その差異が拡大する可能性もあり、目視調整に頼る方法のみならず、カラーセンサの応用方法も含めた総合的な検証が必要である。

EASYCOLOR!2はこのような課題はあるが、専門家ではない一般のユーザー向けに、簡便な操作で最小限必要なディスプレイのカラーマネジメントを実現している。今後はこれら課題への解決の方策について検討を進めたい。

参考文献

- (1) <http://www.cipa.jp/data/dizital.html>
- (2) IEC 61966-2-1 Amendment 1, "Multimedia systems and equipment-colour measurement and management Part 2-1: Colour management-Default RGB colour space-sRGB" (2003)
- (3) 谷添秀樹：拡張色空間の標準化動向，デジタル画像における色再現・質感表現技術，第10章第一節，技術情報協会 (2007)
- (4) Wallner, D.: Building ICC Profiles - the Mechanics and Engineering, <http://www.color.org/> (2000)
- (5) 工藤芳明：モニターとハードコピーのマッチング手法，デジタル画像における色再現・質感表現技術，第3章第二節，技術情報協会 (2007)
- (6) 羽左間 歩，ほか：CRTディスプレイと色票の知覚・測色カラーマッチング不一致と等色関数による分析, <http://www.vision.phys.waseda.ac.jp/vision/koumokuPDF/12kouen/Y2003.15.02.02.pdf> (2003)

“オーロラビジョン”の新技术

齋藤雄作*
室園 透*

New Technologies of “Diamond Vision”

Yusaku Saito, Toru Murozono

要 旨

三菱電機の大型映像表示装置“オーロラビジョン”は、1980年の初号機納入以来、国内外のスタジアムや公営競技場などを中心に納入実績を重ねてきた。近年LED (Light Emitting Diode) 方式の表示素子が普及し、軽量・長寿命と合わせて低コスト化が進み、商業施設のビル壁面やオープンスペースなどに設置する表示装置など、新しい市場へもその用途を拡大している。

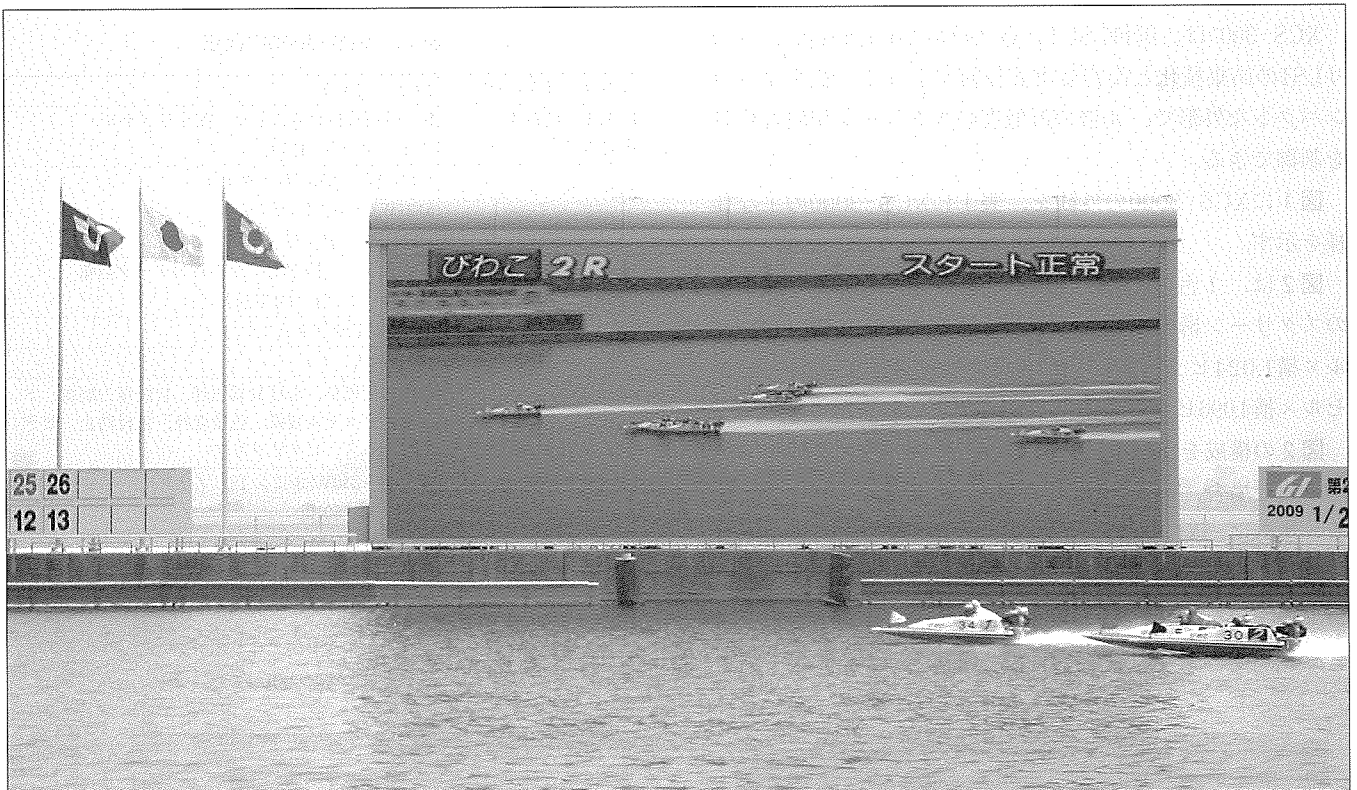
当社では、市場のニーズをくみ取り、表示部の高画質化、高機能化と、様々な用途に対応するシステム化技術の開発に注力してきた。まず、表示部の高画質化では、LED素子ごとの輝度調整、多階調表示制御、独自の色度変換技術などの開発を行っている。また、高機能化として、表示用コントローラは、パソコンのDVI (Digital Visual Interface) 信号を直接入力可能でコンパクトなタイプや、ハイ

ビジョン信号4系統を同時に入力できるハイスpekクなタイプも開発している。さらに、表示用ソフトウェアは当社独自で開発し、Windows^(注1)ベースの安価なシステムでも、オーロラビジョン上にスムーズな流し文字表示、動画表示、特殊効果表示などを実現できる。

一方、システム化技術として、スタジアムや公営競技場などに納める専用システムや、遊技場などに納める簡易システムなどをそろえている。さらに最近では、ハイビジョンコンテンツのストリーミング配信機能を開発し、映像情報システムの付加価値を高めた市場展開を進めている。

当社は、これらのオーロラビジョンの新技术を活用して、今後も市場の開拓と拡大を図っていく所存である。

(注1) Windowsは、米国Microsoft Corp.の米国及びその他の国における商標又は登録商標である。



滋賀県びわこモーターボート競走場オーロラビジョン(2008年3月納入)

スクリーンサイズ：縦8.8m × 横23.2m、解像度：縦704×横1,856画素、輝度5,000cd/m²

1. ま え が き

当社のフルカラー大型映像表示装置は、1980年の初号機納入以来、スタジアムや公営競技場を始め、1,300か所以上に納入している。当社は納入当初から表示部の高画質化、高精細化及び高機能化を進め、またスタジアム・公営競技場などの各市場に適したシステムを構築し、表示部と合わせたトータルシステムとして提案しながら大型映像業界をリードしてきた。しかし、1993年に高輝度の青色LEDが登場して以来、大型映像業界に多くのメーカーが新規参入し、競争が激化している。そのような状況の中、当社も映像技術の更なる改良や付加価値の高い新システムの開発を行い、市場を拡大している。

本稿では、当社の表示コントロール技術の最新動向と新しい映像システム、及び今後の展開について述べる。

2. 表示コントロール技術

2.1 “オーロラリボン”用表示コントローラ“XCS-3000”

スタジアムに設置のリボン型大型表示装置“オーロラリボン”は、近年高解像度化、長尺化の傾向にあり、制御スクリーン範囲の大きい小型表示コントローラの要求が高まった。

この要求にこたえるオーロラリボン用表示コントローラ“XCS-3000”を新たに発売したので、その概要を述べる。

2.1.1 表示スクリーン制御範囲の拡大

XCS-3000は、制御LSI(Large Scale Integration)、メモリLSIの高集積化と高密度実装技術によって、従来よりコンパクトな外形で、4倍の解像度のスクリーン用映像信号を制御できる。

図1にXCS-3000の外観を、表1にXCS-3000の主な仕様を示す。

図2は、1台のXCS-3000で制御可能なオーロラリボンのスクリーン構成を示し、出力信号1つあたり縦64ピクセル×横1,024ピクセル、出力信号4つの合計では縦64ピクセル×横4,096ピクセルの制御が可能であることを示す。

図2の構成を25mmピクセルピッチのLEDスクリーンで構成した場合、高さ1.6mで長さ約100mのスクリーンとなる。さらに、XCS-3000をカスケード接続しDVIインタフェースの最大入力信号解像度SXGA(Super eXtended Graphics Array, 1,280×1,024)を同じ縦64ピクセルで使用すると、4台までの接続ができ、横16,384ピクセル、実際

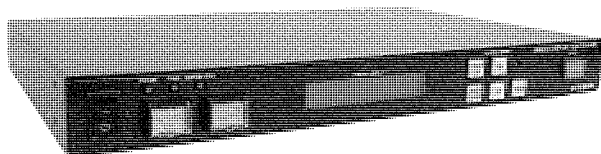


図1. XCS-3000の外観

のスクリーン長にして約400mの表示を行う。

また、XCS-3000は入力映像信号の自由な切り出し・配置が可能で、図2で示したリボン状表示装置のみでなく、通常の矩形(くけい)スクリーンへも対応しており、最大6台のカスケード接続によってSXGA(1,280×1,024)の表示が可能である。

2.1.2 高画質化

リボン型大型表示装置では、企業ロゴ広告などのコンテンツ表示が想定され、表示の色再現性が重視される。

XCS-3000では上位機種で採用しているナチュラルカラーマトリックス(色度変換回路)機能を搭載し、R(赤)、G(緑)、B(青)、Y(黄)、Mg(紫)、Cy(水色)、W(白)の色をLEDの表現色内で、自由に変化させることができる。

XCS-3000は、少ない画素数で高解像表示を実現する当社独自のダイナミックピクセルコントロール制御が可能で、新たに画像エッジの色付を軽減する機能を搭載した。これによって、高解像でシャープなコンテンツ表示が可能となっている。

2.1.3 高機能化

スクリーンへの信号送出は、SD-SDI(Standard Definition-Serial Digital Interface)規格を基にした独自の高速デジタルシリアルビデオ信号4本で行い、中継なしで表示コントローラとスクリーン間200mを伝送できる。

XCS-3000は、スクリーンの輝度に応じて電力ピーク制

表1. XCS-3000の仕様

| | |
|-------------------|--|
| 入力信号(DVI-D) | XGA, SXGA |
| LED表示装置用出力信号 | SD-SDI規格を基にした三菱オリジナルフォーマット 4出力 |
| 制御スクリーンサイズ(1台当たり) | 1,024(W)×256(H)ピクセル 512(W)×512(H)ピクセル 1,024(W)×768(H)ドット |
| 制御入出力 | 温度センサ/照度センサからのデータ収集 スクリーンON/OFF制御 |
| 外部コントロールインタフェース | RS-485 Dサブ9ピン×3 |
| カスケード接続台数 | 6台(最大) |
| 主な機能 | 自動輝度制御、温度異常処理、自動電力制御、ドット/ピクセル変換、色度変換、色付防止、ビデオフリーズ、ビデオクリア |
| 電源 | AC100~240V(3ピンIECプラグ) 0.5A 50/60Hz |
| 外形寸法 | (W)420×(H)44×(D)270(mm) |
| 質量 | 3.7kg |

IEC: International Electrotechnical Commission



図2. XCS-3000でのオーロラリボンの制御範囲

御を行う適応型電力制御機能を搭載しており、DVI画面のすべてを使用せず部分的にしか表示していないリボン型特有のコンテンツ生成画面に対応した電力制御が可能である。

2.2 ハイビジョン対応小型コントローラ“XDC-4000”

スタジアム、アリーナ向けLEDオーロラビジョンは、高精細化、大画面化しており、スクリーンの表示解像度が向上したことで、ハイビジョン映像の表示が可能となってきた。

一方、ハイビジョン放送の拡大によって、民生用ハイビジョン機器とハイビジョン映像ソースの普及が進み、ハイビジョン映像の放映が容易な環境となってきた。

当社では1995年からハイビジョン対応を開始し、2001年にフルハイビジョン対応の表示コントローラを業界に先駆けて発売し好評を博してきたが、このたび小型化による普及タイプとして“XDC-4000”を発売したので、その概要を述べる。

2.2.1 小型コンパクト

フルハイビジョン画像(1,920×1,080)の制御が可能な表示コントローラを、従来容積比半分以下の3Uサイズで実現し、加えて前面操作パネル機能の充実によって、各種設定操作を前面操作パネルで容易に設定可能とした。

図3にXDC-4000の外観を、表2にXDC-4000の主な仕様を示す。

XDC-4000はビデオ信号が最大2チャンネルまで入力でき、

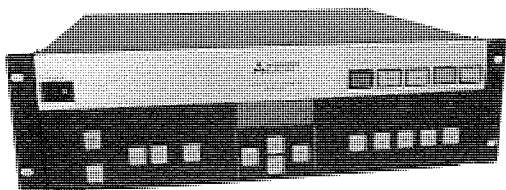


図3. XDC-4000の外観

表2. XDC-4000の仕様

| | |
|-----------------------|--|
| 入力信号(SDIビデオ) | SD-SDI SMPTE 259M-C 525/625コンポーネント HD-SDI SMPTE 292M(1080i@59.94, 1080i@50, 720p@59.94, 720p@50) |
| 入力信号(DVI-D) | VGA, SVGA, XGA, SXGA, UXGA, 720p, 1080p |
| 入力チャンネル | 最大2チャンネル |
| LED表示装置用 出力信号 | HD-SDI(SD-SDD)規格を基にした三菱オリジナル フォーマット 5出力 |
| 制御スクリーンサイズ (1台当たり) | 1,920(W)×1,080(H)ピクセル 1,920(W)×1,080(H)ドット |
| 制御入出力 | 温度センサ/照度センサからのデータ収集 スクリーンON/OFF制御 |
| 外部コントロールインタフェース | RS-485 Dサブ9ピン×3 |
| カスケード接続台数 | 16台(最大) |
| 電源 | AC100~240V(3ピン IECプラグ) 1.5A 50/60Hz |
| 外形寸法 | (W)435×(H)130×(D)348(mm) |
| 質量 | 9.6kg |

SMPTE : Society of Motion Picture and Television Engineers
VGA : Video Graphics Array
SVGA : Super Video Graphics Array
UXGA : Ultra eXtended Graphics Array

SDI信号系とDVI信号系の混在による画像の拡大・縮小や、ワイプなどのビデオスイッチャ機能によって多彩な映像表現が可能となっている。図4に選択可能な16種のビデオ切替パターンが示されており、一番左上のパターンを選択した場合、チャンネル1の映像に対しチャンネル2の映像が右側から上書きで切り替えられる。

2.2.2 高画質技術

XDC-4000は、上位機種に搭載した次に示す高画質技術をすべて搭載している。

- ①三次元ノイズリダクション
- ②動き検出適応型フルハイビジョンI/P(Interlace/Progressive)変換
- ③拡大画像対応画像エッジ先鋭化処理
- ④縮小画像対応折り返しノイズ低減処理
- ⑤任意可変γ設定
- ⑥色変換アルゴリズム(ナチュラルカラーマトリックス)
- ⑦フレーム遅延改善

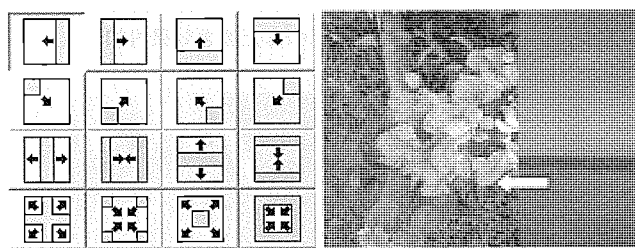
3. 映像情報配信システム

3.1 映像情報配信システムの市場動向

近年、DVD(Digital Versatile Disk)等のデジタルコンテンツ関連技術の普及や、DLP^(注2)(Digital Light Processing)・液晶・プラズマディスプレイ等のパブリックスペースに適した大画面表示装置が比較的安価になったことから、デジタル機器を活用した映像情報提供装置“デジタルサイネージ”を商業施設などへ設置するケースが多くなっている。表示するコンテンツについては、NTSC(National Television System Committee)などのビデオ映像だけではなく、パソコンを用いて動画、静止画、テキストなどを表示するケースが増えてきていることも特徴である。多くのデジタルサイネージはこれらコンテンツの入替えが可能であり、ネットワークを用いて映像情報を配信するシステムも導入されており、当社の大型映像表示装置にも、デジタルサイネージとしてのソリューション提供が求められている。

次に、当社で開発したデジタルサイネージ向け映像ソリューションである“ハイビジョン映像情報配信システム”の概要を述べる。

(注2) DLPは、米国Texas Instruments社の登録商標である。



チャンネル1 ・ チャンネル2

図4. ビデオスイッチ切替パターン

3.2 特長

当社のハイビジョン映像情報配信システムは、次に述べる3つの大きな特長を備えている。

3.2.1 高機能描画エンジン搭載

当社では、パソコンによる描画機能を独自に開発して、大型映像表示システムの各種市場に共通な描画エンジンとして位置付けている。さらに、リアルタイムな三次元描画(3D描画)や特殊効果表示などの機能も実装し、付加価値を高めている。

(1) リアルタイム3D描画機能

一般的に、ユーザーが入力した静止画やテキストは二次元の平面的な表示がスクリーンに対して行われるが、当社の描画エンジンは、リアルタイムに三次元に変換して表示できる。例えば、ユーザーは特殊なツールを使うことなく、**図5**に示す表示例のように静止画を三次元の効果として表示できる。

(2) 画面間切替え効果

当社の描画エンジンでは、コンテンツの表示切替えの際の遷移効果で、様々な特殊効果を実装しており、表示の付加価値を高めている。

図6は、画面間の切替え効果の例である。現状60種類程度の切替え効果を持つが、当社描画エンジンは、この切替え効果のパラメータをスクリプトとして記述できる仕様とし、ユーザーの要求によって将来的に切替え効果を容易に追加できるように配慮している。

3.2.2 ハイブリッド配信

IPネットワーク、特にインターネット等広域ネットワークを利用する場合、低い伝送速度でのサービスが、設備導入コスト・ランニングコストの低減及び表示の多チャンネル化、コンテンツの量的向上に有利となる。

このシステムでは、蓄積配信・ストリーム配信・リアル

タイム配信の3配信方式を組み合わせ、コンテンツや用途に合わせ最適な配信方式を利用することで、ネットワーク資源を最大限に活用した効果的な運用を可能としている。

(1) 蓄積配信

広告や店舗紹介など内容を変更する頻度が低いコンテンツは、ネットワーク負荷が少ない時間や、ほかに影響を与えないような低い伝送速度で事前に配信し表示端末にファイルとして蓄積させておく蓄積配信を適用する。

蓄積配信されたコンテンツは、表示時のネットワーク負荷状況に左右されることなく表示できる。また、蓄積されたコンテンツは端末ごとに選択表示可能なため、容易に多チャンネル表示に対応できる。

(2) ストリーム配信

イベント実況や緊急放送など、随時映像配信が必要なライブ性が高いコンテンツは、入力される映像を逐次エンコードしてストリーム配信・表示を行うことを可能としている。そのため、ストリーム配信されるコンテンツは、端末ごとに蓄積することなく、一斉に多数の端末で表示できる。

(3) リアルタイム配信

ニュース速報や交通情報などのコンテンツは、基本的に文字情報を基に画像生成されるものである。この文字情報など必要なデータのみを随時各端末へ配信し、端末側でリアルタイムに画面描画することで、ネットワーク負荷を抑えて、刻々と変化する情報を時間差なしに表示することが可能である。

3.2.3 スケールフリー配信

デジタル放送によってHD(High Definition)映像が一般化していることや、表示装置の画面サイズ・解像度に見合う表示ソースが必要となっていることから、HD対応は今や不可欠な条件である。ただし、HDコンテンツはファイルサイズが大きく、10分程度のコンテンツでも、ギガバイト単位の容量が必要となる。

HDコンテンツを100台の端末に配信するとき、通常方式(サーバ・端末間1対Nで通信伝送を行う方式)を用いた場合、60分のコンテンツを全端末に配信するのに2日以上必要となり実用的ではない(ネットワーク伝送実効速度50Mbps・コンテンツビットレート25Mbpsを想定)。

このような大規模システムへもスケラブルに対応可能とするために、分散配信方式を用いたスケールフリー配信エンジンを開発・適用した(**図7**)。この方式は、サーバからコンテンツを受信した端末が、さらに別の端末へインテリジェントに再配信を行うもので、負荷を分散しネットワークを有効利用することで、配信時間を従来方式の1/5~1/10へ短縮できる。

また、事故や災害情報等は、情報量は比較的少ないが迅速に配信・表示を行う必要がある。このような緊急情報を1,000台規模の端末に配信するとき、通常方式(Transmis-

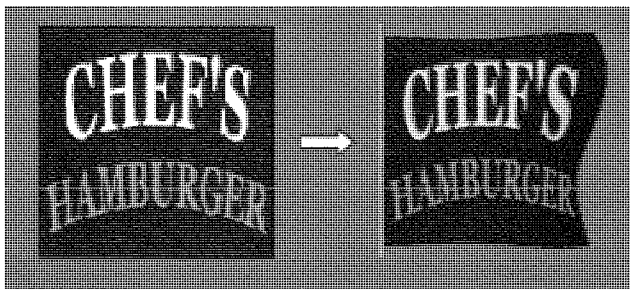


図5. 3D描画例(三次元のはためき効果付加)

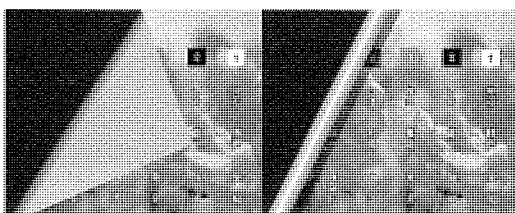


図6. 画面間切替え効果の例

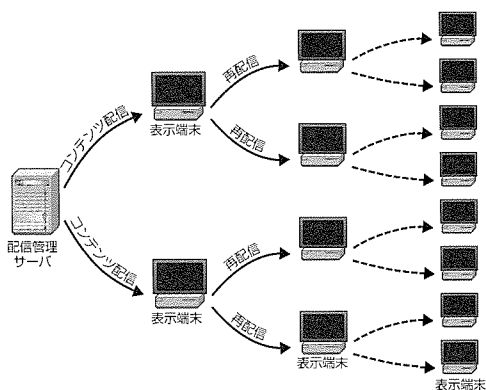


図7. 分散配信方式

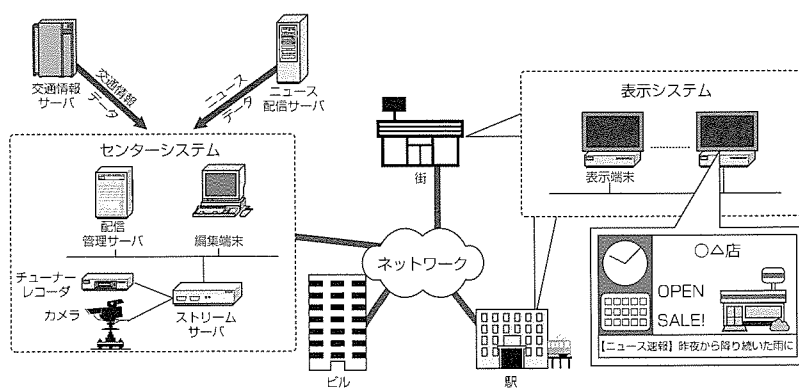


図8. システム構成例

session Control Protocol : TCP)では、セッションという形で端末ごとに論理回線を管理したり、連続データ伝送のためのエラー訂正機能があるなど、プロトコル上のオーバーヘッドが大きいので、サーバのリソースを消費し多数端末の接続や迅速な配信ができなくなるという問題がある。

このシステムでは、IP電話等に利用されている高負荷に強いSIP(Session Initiation Protocol)を応用したリアルタイム配信エンジンを開発予定である。これによって、サーバの負荷を抑え、多数の端末に対する迅速なデータ配信が実現可能となる。

3.3 システム構成例

図8に、システム構成例を示す。システムは、主にセンターシステム、表示システムで構成される。

センターシステムは、システム全体の制御管理、コンテンツの保管・配信等を行う配信管理サーバや、コンテンツ素材の登録・編集を行う編集端末、映像のストリーム配信を行うストリームサーバ等で構成される。また、センターシステムはニュースや交通情報を外部から取得する機能も持つ。

表示システムは、映像出力を行う表示端末や表示装置で構成される。表示端末はネットワークを介してセンターシステムに接続しており、センターシステムから配信されたスケジュール・コンテンツに基づき表示を行う。

3.3.1 商業施設への適用

商業施設にデジタルサイネージを設置することで、ニュースや交通情報など顧客への情報サービス向上や、美しい

映像表示や音によってにぎわいを演出することによる施設イメージの向上、広告表示による広告収入や店舗売上げ向上が導入効果として挙げられる。このため、今後の商業施設には広く設置されていくと考えられ、このシステムの展開が見込まれる。

3.3.2 交通分野への適用

都市圏の重要な交通手段である鉄道は、特に大都市圏では路線が複雑な上に混雑も激しいため、異常発生時にわかりやすく運行情報を提供するシステムが望まれている。駅改札外などに運行情報表示用ディスプレイを設置し、異常発生時などにスムーズな情報提供を行う映像システムへの適用が考えられる。

4. む す び

本稿では、大型映像表示技術の動向と新しい映像情報システムについて述べた。これらの技術を活用し、既存分野での顧客サービス向上と、新しい市場の開拓を図ることができるものと期待している。

今後も、顧客に更に喜ばれる映像を提供することを目標に、技術開発を続けていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 前嶋一也：月刊ディスプレイ，11，No.1，21～25 (2005)
- (2) 室園 透，ほか：三菱電機の映像ソリューション，三菱電機技報，82，No.4，255～259 (2008)

レーザーTV

小島邦子* 平野嘉仁† 香川周一*
 臼井正浩** 中村 聡†† 道盛厚司*
 宮田彰久*** 柳澤隆行*** 杉浦博明†††

Laser TV

Kuniko Kojima, Masahiro Usui, Akihisa Miyata, Yoshihito Hirano, Akira Nakamura, Takayuki Yanagisawa, Shuichi Kagawa, Atsushi Michimori, Hiroaki Sugiura

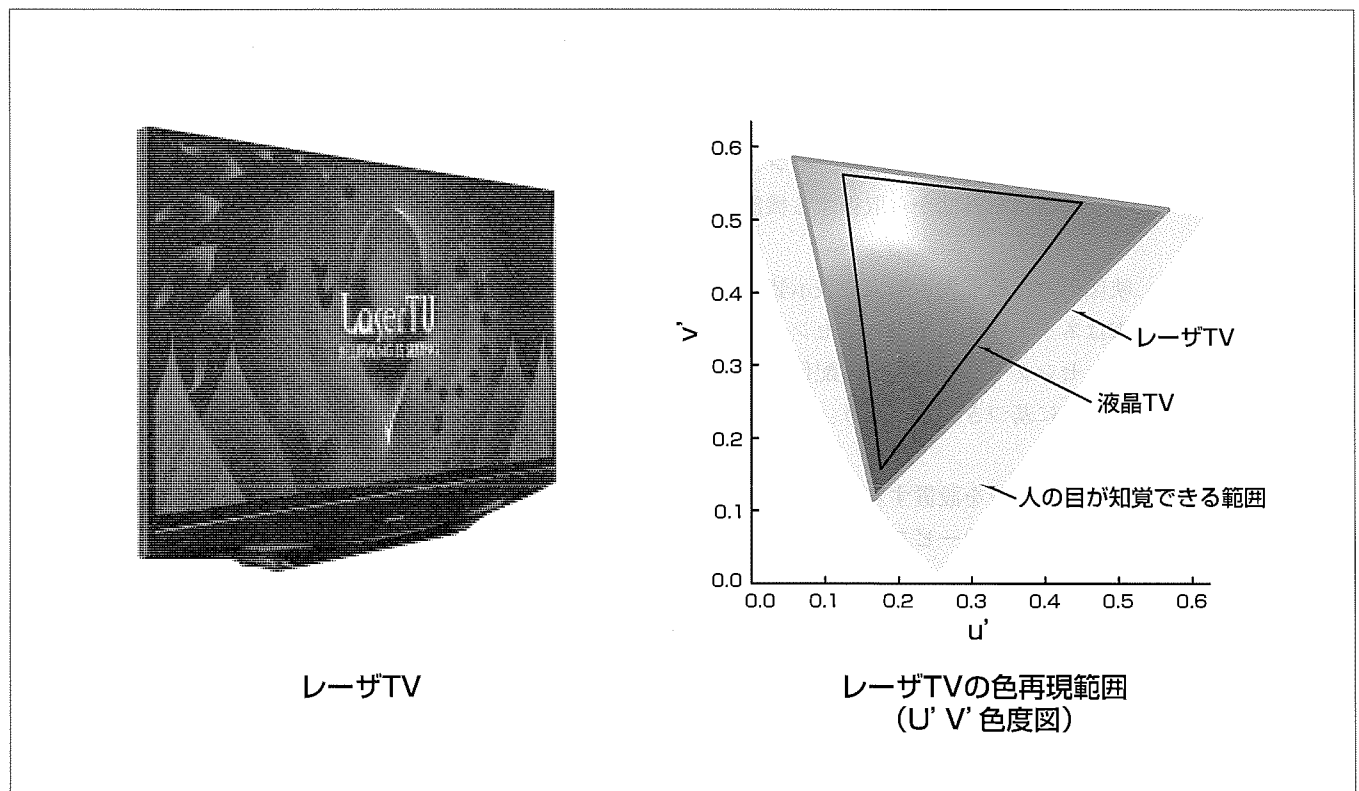
要 旨

世界で初めて、3原色のレーザー光源を採用し、通常の液晶テレビに比べて約2倍の色再現範囲や高いコントラストを実現する超高画質の大画面レーザーTVを製品化した。

レーザーTVは、新たに開発したレーザー光源を搭載し、発散角の小さなレーザー光の特長を生かして光学系を小口径化するなど、光学系全体を小型化したレーザー専用の“超広角光学エンジン”搭載と、薄型対応スクリーンや筐体(きょうたい)構造、小型のレーザー駆動電源などの採用によって、壁掛けも可能なコンパクトスタイルを実現している。また、大画面でありながら、液晶テレビの約1/3となる、消費電力135Wという低消費電力も実現している。

三菱電機独自のカラーマネジメント技術である“ナチュラルカラーマトリックス(Natural Color Matrix: NCM)をはじめとする信号処理によって、彩度の高い原色表示と自然な色再現を両立するとともに、レーザー光源に最適化した光学設計によって、光利用効率をはじめコントラストや解像度も向上させたことで、動画に強い極めて高品位な映像を表示可能とした。

さらに、3D動画表示機能も搭載し、専用メガネを用いることによって、高い色再現能力による迫力ある立体映像を楽しむことができるようになった。



レーザーTV

レーザー光源の特長を生かした小型光学エンジンの採用によって、壁掛けも可能なコンパクトスタイルを実現している。さらに、通常の液晶TVに比べて約2倍の色再現範囲を持ち、鮮やかな画像を表示することが可能となった。

1. ま え が き

世界で初めて、3原色のレーザー光源を採用し、通常の液晶テレビに比べて約2倍の色再現範囲や高いコントラストを実現する“レーザーTV”を製品化した。これによって、従来のテレビの画質を一新する高画質と斬新(ざんしん)なコンパクトスタイルを備えた、新カテゴリーの大画面テレビを提案している。

近年、高精細なハイビジョン放送の普及によって、大画面テレビの需要が急速に伸びている。また、大画面を楽しむ視聴スタイルの拡大によって、特に高精細で再現範囲の広い高画質の大画面テレビが求められている。一方、広い色域を表現可能な色空間、いわゆる拡張色空間の国際標準化が進んでいる⁽¹⁾⁽²⁾。2006年1月には、動画を対象とした拡張色空間xvYCCも国際標準化されており、表示デバイスの広色再現域化も進められている⁽³⁾。

2. レーザTVの特長

レーザーTVは、光の3原色を構成するレーザー光源の適用によって、通常の液晶テレビに比べて約2倍にもなる極めて広い色再現範囲を実現した。これによって、従来のテレビでは再現不可能な鮮やかな画像を表示できるようになった。

また、新たに開発したレーザー光源を搭載し、発散角の小さなレーザー光の特長を生かして光学系を小口径化するなど、光学系全体を小型化したレーザー専用の“超広角光学エンジン”搭載と、薄型対応スクリーンや筐体構造、小型のレーザー駆動電源などの採用によって、壁掛けも可能なコンパクトスタイルを実現している。また、発光効率の高いレーザー光源を高速の点灯制御回路で最適駆動することによって、大画面でありながら、液晶テレビの約1/3となる、消費電力135Wという低消費電力も実現している。

さらに、3D動画表示機能も搭載し、通常のテレビ放送と3D動画表示とを同じレーザーTVで可能とし、専用メガネを用いることによって、高い色再現能力による迫力ある立体映像を、大画面で多数の人が同時に楽しむことができるようになった。

3. レーザTVの開発

レーザーTVの開発は、2005年から本格的に開始し、これまでに52インチ、56インチのレーザーTVを試作したのち、今回製品化した65インチのレーザーTVを開発した⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。表1に、これまでに開発したレーザーTVの仕様を示す。

2006年に開発した52インチの試作機では、レーザー光を用いた映像表示における光学的な基礎的検証として、レーザー光源の色再現範囲や色の表現方法について検討した。2007年に開発した56インチの試作機では、薄型化のための検証

を行ってきた。いずれの試作機も原理的な試作のため、TV本体に光学エンジンを搭載し、レーザー光源、レーザー光源の駆動回路、映像信号処理回路は、レーザーTV本体を載せる台に格納していた。なお、レーザー光源と光学エンジンの間は、光ファイバを用いて接続されている。

今回製品化したレーザーTVは、奥行き269mmの筐体にすべての部品が搭載されている。このコンパクトスタイルを実現するため、レーザー光源、レーザー駆動電源、光学エンジンのすべてを小型化するとともに、新たにレーザーモジュールを開発し、65インチで500cd/m² (@12,000K)を達成している。また、映像信号処理技術には、最新の映像信号処理LSI(Large Scale Integration)を採用した。次に、これらの要素技術について述べる。

4. レーザTVの要素技術

4.1 レーザTVの仕様

表1に示したとおり、画面サイズが65インチで奥行き269mmの超薄型レーザーTVを開発した。また、光の利用効率を改善した小型光学エンジンを開発したことで、65インチの画面サイズで輝度500cd/m² (@12,000K)を実現した。図1は、今回開発したレーザーTVの色再現範囲を、u'v'色度図上で示したものである。今回開発したレーザーTVは、通常の液晶テレビに比べて2倍の色再現範囲が得られている。

表1. レーザTVの仕様

| | 2008年 製品 | 2007年 試作機 | 2006年 試作機 |
|-------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| 画面サイズ (inches) | 65 | 56 | 52 |
| 輝度 (cd/m ²) | 500 | 500 | 500 |
| レーザー出力 (W) | 19.4 | 19.6 | 18 |
| 大きさ (H×W×D) (mm) | 1,011×1,389×269 | 918×1,280×263 | 864×1,260×473 |
| 色再現範囲 (u'v') (%) | 208 | 182 | 179 |

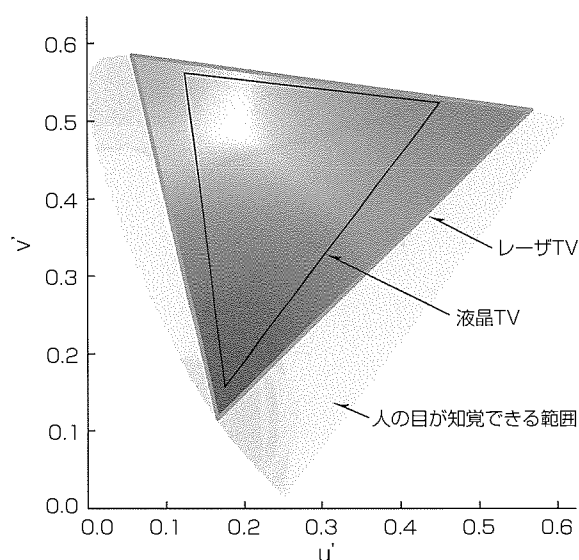


図1. 色再現範囲

4.2 小型光学エンジン

図2は、新たに開発したレーザTV用光学エンジンである。この光学エンジンは、投写レンズと非球面ミラーで構成される超広角の投写光学系を搭載しており、非球面ミラーから約100mmの投写距離で65インチの大画面を投写できる。大型の凸面非球面ミラーの採用によって、超広角投写で問題となる色収差や歪曲(わいきょく)を極めて小さく抑えることができた。また、ランプ光よりも指向性が高いレーザ光の特長を生かして光学系を小口径化することで、光学系の小型化や高コントラスト化が可能となった。図3(a)に、今回開発したレーザ光源用の投写レンズを、図3(b)に、以前開発したランプ光源用の投写レンズを示す⁽⁷⁾。光学系の小口径化によって、投写レンズの最大有効径は約40%まで小型化することができた。この超広角投写光学系によって、高画質かつコンパクトな薄型レーザTV専用光学エンジンを実現している。

4.3 レーザ光源ユニット

図4は、レーザTV用に開発したレーザ光源ユニットである。薄型のレーザTVを実現するため、厚さ106mmのユニット内部に、RGB(Red Green Blue)のレーザモジュールのほか、レーザモジュールの冷却機構、レーザ駆動用電源及び制御回路が収められている。レーザ光源の制御回路は、映像信号処理回路からレーザの点灯タイミング信号を受け取り、この信号に基づいてレーザを駆動する。各レー

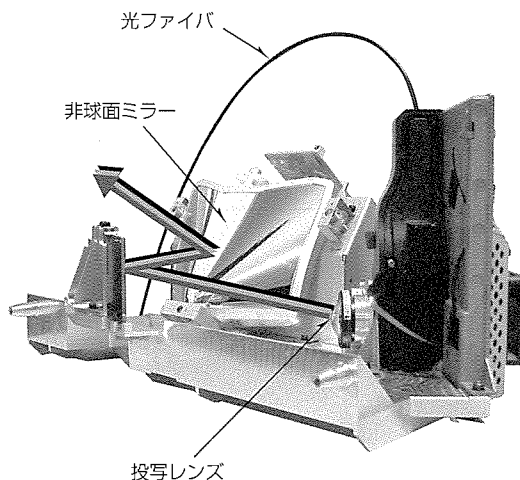


図2. 光学エンジン

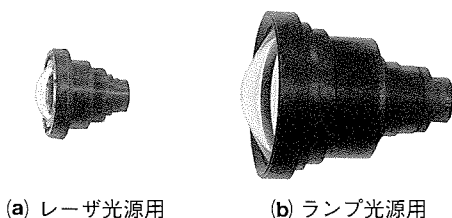


図3. 投写レンズ

ザモジュール内部には、半導体レーザとカップリング光学部品が組み込まれ、半導体レーザからのレーザ光は、カップリング光学系によって光ファイバに入力される。レーザ光源ユニットと光学エンジンは、光ファイバで接続され、レーザ光源ユニットで発光したレーザ光は、この光ファイバを通して光学エンジンに導かれる。

4.4 レーザ光源

今回採用したRGBの3原色のレーザの波長は、赤が640nm、緑が532nm、青が447nmの3色である。各レーザのピーク出力は、赤が6.3W、緑が5.0W、青が8.1Wで合計19.4Wの出力を得ている。この比率は、画面に表示される白の色温度が最適になるように設計されている。さらに、レーザ光源ユニットと光学エンジンを結ぶ光ファイバとのカップリング光学部品を含めたモジュールについても、小型化を実現している。

図5に新たに開発した緑のレーザ光源を示す。この1デバイスで5.0Wの緑の光出力を得ることに成功した。

4.5 信号処理技術

従来の映像信号を広い色再現範囲を持つディスプレイに表示すると、濃い色の不自然な映像が表示される。これは、映像信号が持っている色空間とディスプレイの色空間の差が大きいため発生する。従来の映像信号は、CRT

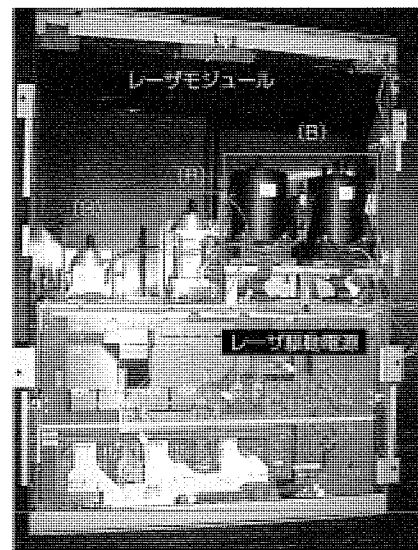


図4. レーザ光源ユニット

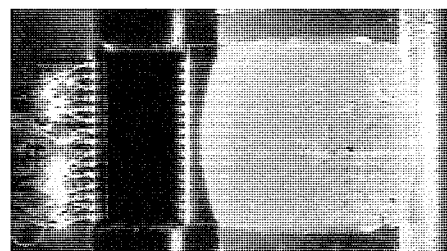


図5. 緑の新レーザ光源

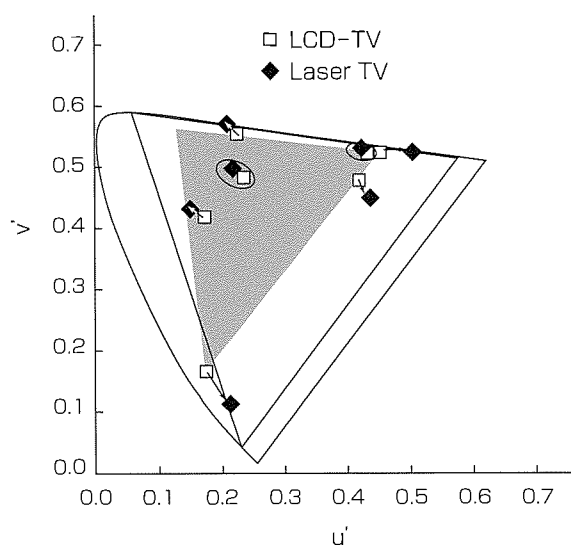


図6. レーザTVの色再現

(Cathode Ray Tube)を基準として作られた色空間に準じて作成されている⁽⁸⁾。LED(Light Emitting Diode)やレーザーを光源とした広色域ディスプレイでは、映像信号とディスプレイの色空間の差が顕著になる。従来の映像信号をそのまま表示した場合、映像信号の狭い色空間がディスプレイの広い色空間に線形に拡大されるため、濃い色が鮮やかに表示されるのと同時に薄い色も濃く表示される。特に肌色のような記憶色が赤く表示されると、強い違和感を抱いてしまう。

我々は、独自のカラーマネジメント技術であるNatural Color Matrix(NCM)を用いて、この問題を解決している。このNCMは、映像信号を輝度成分と12の色成分に分解し、マトリクス演算によって、レーザーTVの色空間に適した映像信号に再合成することが可能である。

図6は、評価用コンテンツのいくつかのシーンから代表的な色を抽出し、レーザーTVと液晶(LCD)テレビに表示された色度を測定した結果である。図に示したとおり、純色に近い色はレーザーTVの広い色再現範囲を利用してより深い色で表示されているが、中央にプロットされた肌色は、ほぼ同じ色度で表示されている。このようにNCMが持つ非線形のカラーマッピング処理によって、純色に近い色はレーザーTVの持つ鮮やかな色で表示され、肌色のような薄い色は従来のテレビと同様に表示することが可能である。これによって、従来の映像信号でも、自然で、また深い色を持った迫力ある映像を表示することができる。もちろんNCMは、レーザーTVの色再現範囲を、従来の色再現範囲に

(注1) IEC(International Electrotechnical Commission:国際電気標準会議)で承認・発行された動画用拡張色空間の国際規格(IEC 61966-2-4) xvYCCに準拠したことを示す商標

抑えて表示することも可能である。また、今回開発した信号処理系は、x.v.Color^(注1)に対応しており、広い色空間で情報に忠実な色再現が可能となっている。

5. むすび

今回、世界で初めて3原色のレーザー光源を採用したレーザーTVを製品化した。新たに開発したレーザー光源に対応した、駆動電源、信号処理技術、光学エンジン、スクリーン、筐体構造なども新たに開発することによって、低消費電力でコンパクトスタイルを実現するとともに、3D動画表示機能も搭載し、新しいカテゴリーの大画面テレビを実現することができた。

参考文献

- (1) IEC 61966-2-1 Amendment 1., Multimedia systems and equipment-colour measurement and management-Part 2-1: Colour management-Default RGB colour space-sRGB (2003)
- (2) Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.21 (Amendment Ver2.2), JEITA CP-3451-1 (2003)
- (3) IEC 61966-2-4 First edition, Multimedia systems and equipment-colour measurement and management-Part 2-4: Colour management-Extended-gamut YCC colour space for video applications-xvYCC (2006)
- (4) Someya, J., et al.: Laser TV: Ultra-Wide Gamut for a New Extended Color-Space Standard, xvYCC, SID06 Digest, 1134~1137 (2006)
- (5) Sugiura, H., et al.: Laser TV-Ultra Wide Color Gamut in Conformity with xvYCC, SID07 Digest, 12~15 (2007)
- (6) Sugiura, H., et al.: 65-inch, Super Slim, Laser TV with Newly Developed Laser Light Source, SID08 Digest, 854~857 (2008)
- (7) Kuwata, M., et al.: Projection Optical System for a Compact Rear Projector, Journal of the SID, 14/2, 199~206 (2006)
- (8) Recommendation ITU-R BT. 709-4 parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange (1990, 1994, 1995, 1998, 2000)



特許と新案 * * *

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

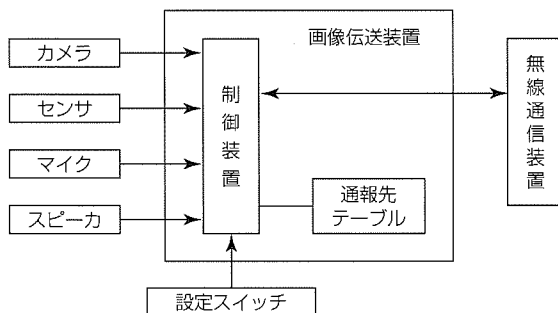
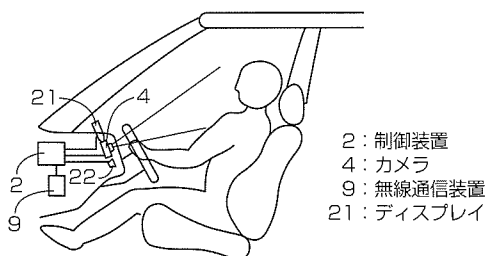
車両盗難防止装置 特許第3699434号(特開2004-122969)

発明者 安井克明

従来の車両盗難防止装置は、車両に侵入した場合、車載カメラによって撮像した画像及びマイクで集音した音声を無線通信で警備会社に送信するものであった。そのため、警備会社と契約を行う必要があり契約料が高価になることがあった。この発明は必ずしも警備会社との契約を必要とせずに車両の盗難を防止するためになされたものである。

この発明は、車室内に搭載されたカメラによって車両に違法に侵入してきた人物を撮像し、車載の制御装置はこの撮像画像から人物の顔が写っているかを判断する。人物の顔が写っている場合は、スピーカ他を利用して警告を行うと同時に、撮像したその顔画像を制御装置に記憶されている通報先テーブルから無線通信装置を用いて電子メールを送信する。そのため証拠画像が撮られたことで盗難の抑制

力となる。一方、侵入者がカメラを隠す、顔を隠す等の行為を行った場合、撮像画像から顔画像でないと判断し、その旨警告する。それでも撮像させなかった場合、エンジン始動を許可しないことで、車両の盗難を防止する。また所有者が顔画像を記憶させておいた場合は、撮像した顔画像が所有者と同一か否かを判断し、同一でない場合に警告、通信を行うように作動する。また顔画像は送信されるので、侵入者がカメラ他を分解、破壊したとしても証拠隠滅を図ることが困難である。さらに、顔画像は制御装置に残るため、無線通信がすぐにできなかった場合、一定時間後に再送することもできる。このように顔を撮像することで車両の盗難防止効果を発揮することができる。



<次号予定> 三菱電機技報 Vol.83 No.3 特集「宇宙新時代へ」

| | |
|---|---|
| 三菱電機技報編集委員 委員長 杉山 武史 委員 小林 智里 増田 正幸 滝田 英徳 岩崎 慎司 糸田 敬 世木 逸雄 江頭 誠 河合 清司 種子島 一史 安井 公治 石川 哲史 光永 一正 河内 浩明 橋高 大造 事務局 園田 克己 本号取りまとめ委員 阪下 武規 | 三菱電機技報 83巻 2号 2009年 2月 22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2009年 2月 25日 発行 編集人 杉山 武史 発行人 園田 克己 発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 日本地所第一ビル 電話 (03)3288局1847 印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス 発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話 (03)3233局0641 定価 1部945円(本体900円) 送料別 |
| 三菱電機技報 URL 三菱電機技報に関するお問い合わせ先 | URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/giho/ URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/support/corporate/giho.html |
| 英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます | URL http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/ |

スポットライト

ホームシアタープロジェクタ “HC7000”

三菱電機のホームシアター用プロジェクタは、2005年秋に発売したDLP^(注1)(Digital Light Processing)方式のHC3000から全世界展開を行い、2006年には液晶方式で業界に先駆けてフルハイビジョンを市場投入して参りました。この“HC7000”はその3世代目にあたり、2008年9月から世界同時発売を行いました。

■ 製品の特長

(1) 新開発・光学補償板と高速応答・高精度の“Diamond Black Iris”の搭載で、コントラスト比 70000:1 を実現
液晶パネルと偏光フィルタの間に、偏光を乱す原因となっている液晶パネルにおける液晶分子の傾きを補償する機能を持つ新光学補償板を搭載し、光漏れを大幅に低減することでより深い黒を再現します。これに加えて、場面の明るさに応じて光量を変える“新開発オートアイリス”と“レンズ絞り”の採用によって、より引き締まった黒を再現します。“新開発オートアイリス”が、きめ細かな1/60秒単位でアイリスを制御するので、明るい場面から暗い場面に急激に変化する(またはその逆の)シーンであっても、ダイナミックレンジの広い映像をほぼ忠実に再現します。さらにアイリスの形状をダイヤモンド型に変更したことで、従来よりもより深い黒を再現できるため“Diamond Black Iris”と命名しました。

(注1) DLPは、米国テキサスインスツルメンツ社の登録商標です。

(2) 高級仕上げを施したG.T.デザインと業界最高の17dBの低ファンノイズを実現

所有する喜びとは何かということを追求めた結果、見る方向によって表情(外観)の変化が楽しめるフォルムにたどり着き、光沢感のある仕上げを施しG.T.デザインとしました。また、天板を二重構造にしたことなどで、従来に比べて2dB低い17dBの業界最高のファンノイズを実現しました。ファンノイズに煩わされることなく、フルHD(High Definition)の映画映像などをお楽しみいただけます。

(3) 画像処理回路にフル10ビットReon-VX採用で、高品位な映像を再現

ハイビジョンソースの1080iのインターレース信号を1080pのプロGRESSIVE信号に変換するIP変換やノイズリダクションなどを行う画像処理回路に、新世代フル10ビット処理Reon-VX^(注2)を採用したことで高品位な映像を再現します。DVD(Digital Versatile Disc)再生では、画素変換処理に高精度フィルタを搭載し、Reon-VX内のHQV(Hollywood Quality Video)ノイズリダクションとの組み合わせによって、映像の輪郭に発生しやすいモスキートノイズなどを低減し、さらに1秒あたり24コマのフィルムと30コマのビデオのモード切り換えを追加したことで、コンテンツに応じたより高品位な映像を再現できます。また、ブルーレイディスクレコーダの24p出力にも対応しています。

(注2) ハイエンドAV機器に搭載され、専門家の間では定評のある米国Silicon Optix社製の最新チップ

| | | | |
|----------------|---------------------|--|-----------------------------|
| 形名 | | LVP-HC7000 | |
| 投写方式 | | 透過型液晶方式 | |
| パネル仕様 | パネルサイズ | 0.74形×3 16:9 | |
| | 画素数 | 1920×1080ドット(C-FINE ^(注3)) | |
| | 駆動方式 | 3原色液晶シャッター方式 | |
| | 配列 | ストライプ配列 | |
| 光学仕様 | ズーム/フォーカス操作 | 1.6倍ズーム・電動 | |
| | レンズシフト | 電動上下75% 左右5% | |
| | 焦点距離 | 23.5~37.5mm | |
| | 光源ランプ | 160W | |
| | 光学系 | ミラー色分離・プリズム合成方式 | |
| アイリス | | オートアイリス | |
| 投写画面サイズ | | 50~300形 | |
| 映像 | 明るさ ^(注4) | 750 f m | |
| | コントラスト比 | 70000:1(オートアイリス) | |
| | 解像度 パソコン入力時 | VGA 640×480~UXGA 1600×1200 | |
| | 走査周波数 | 水平:15~100 kHz、垂直:50~120 Hz | |
| | コンピュータ信号入力時 | PC/AT互換機、Mac | |
| 入力信号方式 | ビデオ信号入力時 | NTSC・4.43NTSC・SECAM・PAL・PAL-M・PAL-N・PAL-60 | |
| | 映像 | HDMI端子 | HDMI 2系統(Ver.1.3 デイープカラー対応) |
| | | コンポーネントRCA端子 | 1系統 |
| | | コンボジットRCA端子 | 1系統 |
| | | S端子 | 1系統 |
| | | アナログRGBミニD-SUB15ピン | 1系統 |
| シリアル/RS-232C規格 | 1系統(9ピン) | | |
| 機能 | 騒音 | 17dB(ランプ低モード) | |
| | 台形補正 | 縦 ±15度 | |
| | 電源電圧 | AC100V 50/60Hz | |
| | 消費電力 | 250W | |
| 外形寸法 | 質量 | 7.5kg | |
| | 幅×高さ×奥行き | 427×159×440(mm)(突起部、脚部除く) | |

(注3) C-FINEは、セイコーエプソン㈱の登録商標です。

(注4) 光出力(f m)記載値は、出荷時におけるこの製品全体の平均的な値を示しており、JIS X 6911:2003データプロジェクタの仕様書様式に則って記載しております。測定方法、測定条件については附録2に基づいています。



住 所: 〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-7-3 (東京ビル)

会社名: 三菱電機株式会社 お問い合わせ先: 京都製作所 AV営業統轄部ホームシアター営業課 TEL: 075-958-3091