

高付加価値ITディスプレイの 技術開発と製品紹介

板倉 直樹・伊藤 忠幸・大越 洋一郎
神田 悟士・武藤 英明

要旨

「マルチディスプレイ」は、デスクトップ領域が広がることにより一度に表示できる情報量が増え、作業性が向上します。マルチディスプレイ環境は、単体使用時には気づかなかった差を認知しやすくなり、色やムラ、画像の切れなどを精度良く補正できるディスプレイへの要求が高まりました。一人が数台を使用する環境は、基本的に筐体枠(ベゼル)の幅が狭いことが必要です。さらに台数が増えると「設置しやすい」ことも求められます。均一な表示性能と設置性の良さは、エンドユーザを始め、マルチディスプレイ環境を実際に構築する施工者や、そのシステム開発者にもメリットをもたらします。

キーワード

●マルチディスプレイ ●ムラ ●ガンマ補正 ●ディザ ●DVI ●ベゼル ●スタンド

1. はじめに

1台のコンピュータに2台以上のディスプレイを接続する「マルチディスプレイ」は、デスクトップ領域が広がることにより一度に表示できる情報量が増え、作業性を向上させます。たとえば、その代表的な使用シーンは「金融・証券」分野に見ることができ、一人のトレーダが数台のディスプレイを使用して株価の値動きを監視することがあります。また、電子カルテが普及し始めた「医用」分野では、レントゲンやMRIなどの画像と一緒に電子カルテを並べ、治療の経過を見るといった場面で、マルチディスプレイが役立ちます。

本稿では、今回開発したITディスプレイ「90シリーズ(LCD1990SXi/2090UXi/2190UXi)」を例に取りながら、これら「金融・証券」分野、および「医用」分野などで使用される、より高度な作業環境を提供できるディスプレイ機能とその実現について紹介します。

2. ディ스플레이の隣接配置

たとえばディスプレイを2台並べて配置すると、離れて別々に使用した場合に比べて両者間の「色の違い」、「ムラの違い」などが目立ちます。これはつまり、個々の表示性能が不均一であることを意味します。「均一な表示性能」を得るためには、視覚

的に認知できる輝度、色、ムラなどを補正できることが必要です。

2.1 色の補正

色のばらつきは、バックライトや液晶パネルの表示特性に依存します。通常、バックライトは色を変えることができないため、表示色の補正は液晶パネルの特性を含めて、パネルを駆動する信号に補正を加えます。

一般的に液晶パネルは、パネル駆動信号レベルに対する出力輝度特性が相対値2.2乗の曲線(ガンマ2.2)になるよう設計されていますが、実際には個々のばらつきで補正が必要になります。高い輝度から低い輝度まで色を一定に保つためには、ガンマ特性を考慮した上で装置入力信号レベル全範囲で、RGB出力輝度比率を一定にする処理が必要です。その処理は、装置内部の画像処理IC(ASIC)で行われます。

現在の装置への入力信号、たとえばDVIデジタル信号は、RGB各色8ビット(256階調)です。仮にこの8ビット信号に対してASICで8ビット演算のガンマ特性補正処理を加えると、その丸め誤差から出力階調数が減ります。階調落ちを防ぐため、一般的にビット数を8ビットより増やして補正演算処理を行います。今回開発のベースになった前機種80シリーズでは10ビット処理でしたが、90シリーズでは12ビット処理で行い、より高い精度を得ています。

さらに90シリーズでは、12ビットの演算結果をパネル駆動信号として出力する際、組織ディザ法*、ランダムディザ法**、および画素ごとに出力信号を時間制御する方法の3種類を組み合わせ、あらゆるガンマカーブに対して滑らかな表示品位を達成しています。

色のばらつきは装置ごとに測定され、その測定結果が装置内のEEPROMに記憶されます。測定結果と理想的なガンマ特性との差が補正量になります。これら演算精度向上と、パネル駆動信号の多階調表現により、色のばらつき補正のみならず、階調落ちの少ない画像を実現しました。

2.2 ムラの補正

装置間のばらつきを抑制する前述の色の補正は、各装置表示面の中央で行います。同様に装置1台の表示面をある領域に区切り、各領域とも各々補正を加えると、画面内の均一表示が可能になります(この考え方で実現したムラ補正機能は、本特集号「LEDバックライトによる広色域ディスプレイの技術開発と製品紹介」pp.66～69に記載)。90シリーズでは、ASICにこの機能を組み込んで製品化しました。

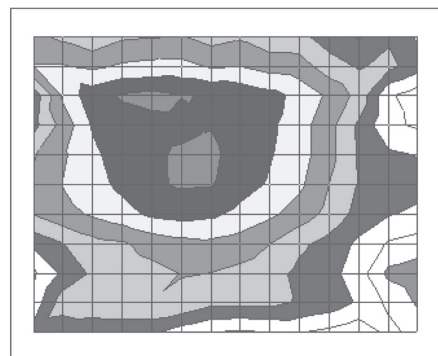
画面上の補正点は14×11グリッドで、各グリッド間は直線補完演算を行い、液晶パネルの全画素(UXGAモデルでは水平1,600ドット、垂直1,200ライン)に対して補正値を反映します。図1が適用例で、ムラ補正機能の非動作・動作に伴う輝度ムラの変化です。

等高線は10cd/m²ごとの輝度差を表します。補正機能非動作時は中央部の輝度が最も高く、周辺に近づくにつれて輝度が下がる傾向にあります。補正機能を動作させると、この傾向が軽減されます。

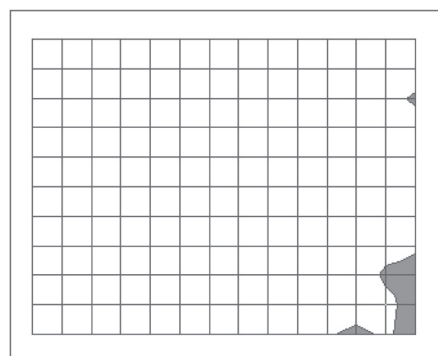
ムラに関する具体的な数値要求は医用規格に見られます。たとえばDIN V 6868-57²⁾では、画面内中央輝度に対して、4隅の輝度差の割合が15%以下であることを要求しています。一般的な液晶ディスプレイの仕様は30%程度で、DIN V 6868-57の要求には「パネル選別」で対応せざるを得ませんでした。90シリーズに搭載したムラ補正は、この規格を満足できる性能を有しています。

* 微小面積内での明暗面積比による階調表現方法。¹⁾

** 各画素ごとに乱数で閾値を変化させ、明暗確率で濃淡イメージを表現する方法。¹⁾



ムラ補正機能 非動作



ムラ補正機能 動作

図1 ムラ補正の効果(輝度)

2.3 画像の切れの補正

RGBアナログ信号を最適に受信してAD変換する場合、信号の基本波成分に対して、その数倍の伝送帯域が必要です。たとえばUXGA(60Hz)の基本波が81MHzとすると、理想的には560MHz以上が必要となります。しかし実際には、信号出力回路の特性や伝送ケーブルで高調波成分が低下し、波形鈍りを生じています。この劣化した信号を表示すると、切れの悪いぼやけた印象の画像になります。これは本来表示すべきドットに隣接するドットまで波形鈍りが影響しているためです。

劣化した信号でも適正に画像表示するため、90シリーズではAD変換された画像信号に補正を加えることができる「デジタル波形イコライザ」を設けました。このイコライザは、低解像度を拡大表示するときに使われるスケーリングフィルタとは違い、最適解像度表示でも動作します。このイコライザを用いて隣接ドットへの影響を補償し、アナログ信号でも最良な画像を得ています。図2の例では、本来4ドットの白を表示す

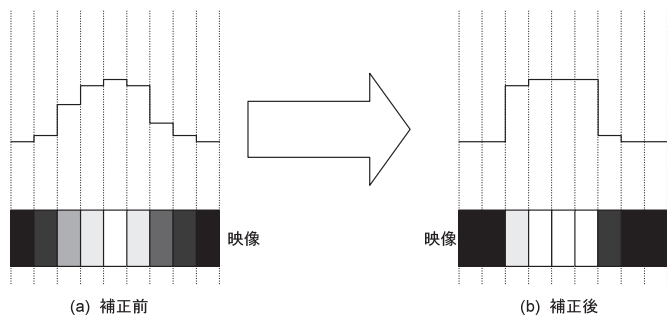


図2 デジタル波形イコライザの効果例

べきところを、補正前では白表示がわずかに1ドットしかありません。「デジタル波形イコライザ」を用いた補正後では、3ドット分が白表示されており、映像イメージ部分に示されるように、画像の切れが向上しています。

なお、この機能は伝送ケーブルの影響を軽減できるため、後述の長ケーブル接続にも役立っています。

3. 設置制約からの解放

3.1 ベゼル幅縮小

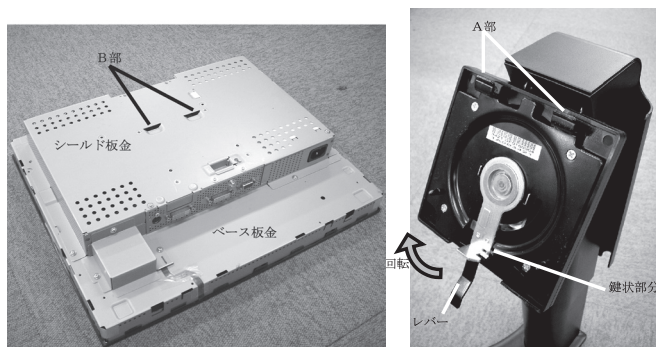
マルチディスプレイ環境では、画像表示エリア以外の筐体（ベゼル）部分を可能な限り狭くする基本的要求があります。しかし、ベゼルのプラスチック部品を薄くするには様々な課題があります。安全にかかわる難燃性の問題を始め、環境に配慮した材料で薄肉成形を行う場合、成形不良（材料未充填）や離型性の悪化、外観の不良、反りといった問題が発生します。これを解決する目的で、90シリーズでは、流動性が従来比2倍の高剛性ポリカABS（難燃材はノンハロゲン）を採用しました。

この材料を均一に無理なく充填させるため、流動解析で厚みや放熱穴条件を各種設定し、材料投入口の適正配置、ガスの発生位置予測を踏まえた金型作成から、ウエルドラインの目立たない、良好な成形性が得られました。

均一に材料を充填したことで成形時の設定温度、圧力管理が容易になり、離型性が良く、部品の反りも見られない、超狭のベゼル幅を達成しました。

3.2 スタンド脱着機構

スタンドに付いているレバーを操作するだけで、従来のようにネジを外す作業なしにスタンドの取り外しが可能となれ



(a) 背面の筐体を外した状態

(b) スタンド側

図3 スタンド取り付け機構

ば、VESA規格アームへの設置作業が容易になります。マルチディスプレイ環境を実際に構築する人にとって、これは大きなメリットです。さらに、生産性・サービス性も向上します。

90シリーズで実現できたポイントは、重量物であるディスプレイ本体とスタンドをネジなしで保持する構造にあります。図3で、スタンド側のL字形の板金A部が、シールド板金B部の内側に入り込む構造とし、ここで本体を保持するようにしました。

シールド板金は、液晶パネルを保持するベース板金と固定して、取り付け部に掛かる応力（ディスプレイの自重）を緩和しています。

スタンド取り外し構造は、スタンド側に鍵状のレバーを設け、レバーを回転させて鍵状の部分がディスプレイ内部のシールド板金から外れるようにしています（図5(b)）。また、ユーザーが誤ってレバーを操作しないよう、レバーを引いてから回転させる2段階構造とし、安全を確保しています。

3.3 長ケーブル接続

90シリーズではコンピュータとディスプレイとの配置上の制約にも配慮しました。それは、ディスプレイが映像信号源から離れていても表示可能な「ロングケーブル補正機能」です。

(1) RGBアナログ信号

金融・証券分野では、市場情報の配信に、CAT5などのLANケーブルを使ってRGBアナログ信号を送受信するシステムがあります。またインターネットやLAN環境が普及する以前は、建物内に同軸ケーブルを張りめぐらせ、受信側にアナログ波形イコライザを配置したシステムがありました。このシステムは現在でも一部で使用されています。

LANケーブルや同軸ケーブルを長くした場合、RGB相互間の物理的な長さの差が大きくなります。この差は、受信側ではRGB信号の位相差となり、表示画像に色ずれを生じます。これらのシステムでも使用されることを想定し、90シリーズはRGB各チャンネルごとに以下の機能を備えています。

- 1) 映像信号ADコンバータのサンプリング位相制御
 - 2) デジタル化された映像信号の水平位置制御
 - 3) デジタル波形イコライザによる画像の切れの補正
- たとえば5C2Vの同軸ケーブルを使用した場合、約100mの長さでも受信側のアナログ波形イコライザなしで画像表示が可能です。

(2) DVIデジタル信号

普及が進んだDVIデジタル信号は、VESAで規格化されています。しかし送信側・受信側のインピーダンスアンマッチおよび波形歪み(スキュー)などで、デコードエラーが発生し、画像に細かいノイズが見られることが度々ありました。これら不具合への対応は「マッチング抵抗を変更する」、あるいは「基板配線パターンを修正する」などが行われてきました。

90シリーズでは、DVI信号の受信端に波形イコライザを配置し、DVI信号のスキューを段階的にユーザが調整できる機能を設けています。クロック周波数やケーブル特性によっては、10m以上のケーブル長でもデコードエラーのない画像が得られます。

4. 今後の展開

マルチディスプレイは「表示する情報量が増える」ことで、知的生産性が高まります。今後は先に例を挙げた金融・証券分野や医用分野のみならず、一般事務用でも一人が数台のディスプレイを使用する環境が進むと考えられます。

一般事務では一人が占有できるスペースが限られます。したがって、さらなるベゼル幅の縮小が求められるでしょう。また、本体重量を軽くしてスタンドの占有面積を縮小する方向性もあります。

一方「情報量を増やす」観点では、高解像度化、大画面化といった流れがあります。高解像度化は、伝送信号の周波数が高くなり、信号波形劣化の防止や部品温度上昇に伴う信頼性の確保が課題になります。他方大画面化では、ムラの増加、輝度の低下、設置性の低下などへの対応が課題になります。

5. おわりに

90シリーズの特徴である「均一な表示性能」は、マルチディスプレイ設置時の「不均一な表示」に伴うパネル選別を不要にします。これは、「高い設置性」と相まって、各種システム施工者やシステム設計者の生産性も向上できると考えます。

参考文献

- 1) 京都大学 美濃研究室;京都大学オープンコースウェア 画像処理論
「独立閾値決定法と条件付閾値決定法」
http://www.ocw.kyoto-u.ac.jp/engineering/course01/pdf/dip_04.pdf
- 2) ドイツ規格協会;DIN V 6868-57「X線診断施設における画質保証」

執筆者プロフィール

板倉 直樹
NECディスプレイソリューションズ
開発・生産・調達事業部
商品開発部
主任

伊藤 忠幸
NECディスプレイソリューションズ
開発・生産・調達事業部
商品開発部
主任

大越 洋一郎
NECディスプレイソリューションズ
開発・生産・調達事業部
商品開発部
主任

神田 悟士
NECディスプレイソリューションズ
開発・生産・調達事業部
商品開発部
主任

武藤 英明
NECディスプレイソリューションズ
開発・生産・調達事業部
商品開発部
主任

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL: <http://www.nec-display.com/products/model/lcd2090uxi/index.html>