

本誌のご購入は
こちら

特集



読者プレゼント → p.58

Pmod-HDMIアダプタ
5名様に!

FPGAで
低電圧差動信号に
チャレンジだ!

デジタル・ビデオHDMIの研究

映像・同期信号のTMDSエンコードから音声の埋め込み方法まで

アナログTV放送波が停波して10年、液晶TVではビデオ入力コネクタが、PC向けディスプレイではアナログRGB入力コネクタが装備されていない物も増えてきました。大画面に映像を表示させるには、HDMIなどのデジタル・ビデオ・インターフェースが必須となります。

本特集ではデジタル・ビデオ・インターフェースの代表として、DVIやHDMIについて解説します。アナログ映像表示の基本を理解していれば、その仕組みをそのまま高速差動シリアル化しているだけと考えることができます。シリアル化には若干複雑なルールが決められていますが、図やHDLソースを示しながらデジタル・ビデオ・システムの仕組みを解説します。

イントロダクション HDMIを始める前に…画面表示の基礎知識

第1章 HDMIのしくみとTMDSの基礎知識

Appendix HDMIのライセンスの取得方法

第2章 FPGAによるHDMI出力回路の実装事例

第3章 リファレンス・デザインで試すHDMI入出力システム

第4章 FPGAによるHDMIオーディオ伝送の実験

イントロダクション 映像が表示されるしくみは今も昔も変わらない!

HDMIを始める前に…画面表示の基礎知識 佐藤 達之 Tatsuyuki Sato

HDMIの話をする前に、まずは画面に映像が表示される基本的なしくみを説明します。これは昔から現在でも使われていて、普遍的な知識と言えます。

色の表現方法

● 光の3原色

画面に表示される色を指定する方法は、**光の3原色**であるR、G、B(赤、緑、青)の光の強さ(輝度)で行うのが一般的です(図1)。液晶(以下LCD)モニターやブラウン管(以下CRT)モニターの物理的な発色原理も、RGBの要素で行われています。これを**RGBコンポジット方式**といいます。

RGBそれぞれの輝度をONかOFFかで制御すると、赤2種類(ON/OFF)×緑2種類(ON/OFF)×青2種類(ON/OFF)で合計8種類の色を表現できます。さらに、それぞれの輝度を段階的に調整すると、さまざまな発色ができるようになります。

● 色の階調表現

それでは、具体的にRGBをそれぞれ段階的に調整すると、どれくらいの色を表現できるでしょうか。例えば4ビットの情報を使うとすれば、 $2^4 = 16$ で16段階を表現できます。これがRGBの3色なので、

$$(2^4)^3 = 4096 \text{ 色}$$

となります。RGBを各8ビット(256階調)で制御すれば、

$$(2^8)^3 = 16,777,216 \text{ (約1677万) 色}$$

となります。この色数は一般的に**フルカラー**とも呼ばれます。RGBの階調を合計何ビットで表現するのか

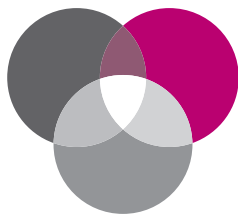


図1 光の3原色(RGB)
最大輝度で赤、緑、青が重なると白色になる

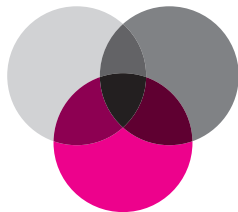


図2 色の3原色(CMYK)
絵具や印刷の色作成時に使われる

をbpp(bits per pixel)という単位で表し、コンピュータでは8、16、24、32bppがよく使用されます。

● 色の3原色は逆の動作

色の表現にはもう一つの考え方があります。複数の絵の具をパレットで適量混ぜ合わせて好きな色を作れます。この動作も先ほどの光の3原色に似ていますが、実際に3色を混ぜてみると明るくなるどころか、黒に近い暗い色になってしまいます。絵の具は色の3原色が適用されるので、光の3原色とは色の混ざり方が逆(補色)になります(図2)。

一般的に色の3原色では、CYMK(シアン、イエロー、マゼンタ、黒)が用いられます。3原色なのにここには4色ありますが、これは黒を加えることで色の発色が映えるからです。先ほど絵の具を混ぜたら暗い色になったと説明しましたが、実際には3色だけでは綺麗な黒色が出ないためです。

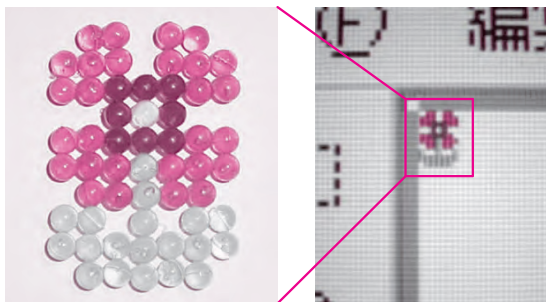
画面はドット絵で表現されている

● ドットの組み合わせで絵を表現

コンピュータのグラフィックス表示システムは、画面全体に方眼状に配置された**ピクセル**と呼ばれる小さな点を、さまざまな色に発光させることで表示を行います。

例えるなら、色の付いたビーズを方眼上に並べて作るビーズ・アートのような、いわゆる「**ドット絵**」と同じしくみです。コンピュータが扱うピクセルの大きさは、ぱっと見ただけでは判別が難しいほど小さく、人間の目には自然な文字や映像として認識させることができます(写真1)。

コンピュータに限らずデジカメやデジタル放送、



(a) ビーズ・アートで作ったドット絵 (b) 画面で見たドット絵

写真1 コンピュータの画面はドット絵のあつまり