

FPGA を用いた 3D タイルディスプレイ システムの開発

電気通信大学 情報理工学研究科 情報・通信工学専攻 成見研究室
1331094 堀田将也

1. はじめに

近年の大画面液晶ディスプレイの低価格化により、複数のディスプレイを格子状に組み合わせて一つの大きな動画などを流すタイルディスプレイを用いたデジタルサイネージを良く目にするようになった。

また、3D 機能を搭載した一般家庭用の液晶テレビの市場価格は 84 インチのものでは 150 万円程度だが、42 インチ程度であれば 10 万円程度にまで下がってきている(表 1)。成見研究室では安価な FPGA(Field Programmable Gate Array) ボードを使用して簡易にタイルディスプレイを構築するシステムを開発してきた [2][3]が、今回は 3DTV を 4 枚と FPGA ボードを使用して、安価に大型の 3D ディスプレイシステムを構築することを目的とする

タイルディスプレイは、1 つの大型のディスプレイを用いるのと比較して、价格的に非常に安価に実装できるだけでなく、運搬時に分解することができるため比較的楽に移動することができることや、故障時にシステム全体を取り換える必要が無く、故障した部分のみを修理すると良いためメンテナンス性に優れているという利点もある。

NVIDIA 社の Quadro K5000[4]などを 4 台利用することで最大 16 画面の 3D ディスプレイを使用できるが、1 セットあたり 100 万円程度と非常に高価であることや、既存の HDMI 機器を接続できないなどのデメリットがある。ソフトウェアでタイルディスプレイを実現する SAGE[5]ではディスプレイ間の同期をとるのが難しい。

そこで本研究では FPGA を用いて実現している。

2. 3D タイルディスプレイシステム

2.1 HDMI 端子増設基板

今回利用する FPGA ボードである Zybo には初期状態では HDMI 端子が 1 つしか付いていない。そのため、タイルディスプレイシステムの設計の前準備として CAD ソフト Eagle[6]を利用し Zybo に HDMI 端子を増設するための基板を作成した。(図 1.の上側の基板)

当研究室の既存のシステムでは Zybo よりも古い FPGA ボード Atlys を利用していたため、TMDS 信号の最大周波数

表 1: 3DTV の市場価格[1]

ディスプレイサイズ	価格(2014/07/22 現在)
84 インチ	1,498,000 円
42 インチ×4 枚	109,800 円×4 = 439,200 円

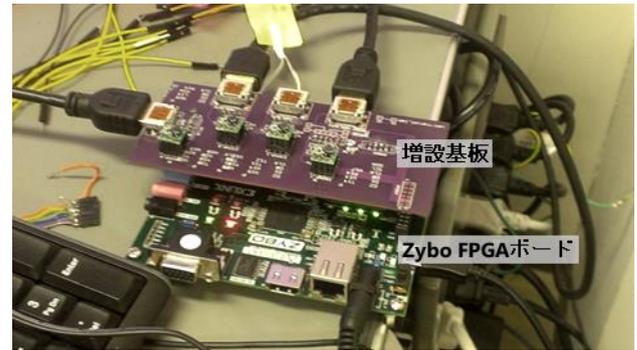


図 1. Zybo 用 HDMI 端子増設基板

が低く、入力できる解像度が Full HD1080p@30Hz 程度しか扱うことができなかった。今回のシステムでは Full HD 1080p@60Hz を入力することができ、HD 720p@60Hz を 3 つ出力することができる。

2.2 全体構成

今回のシステムでは 2560 × 720 の解像度の映像を上下 2 つのディスプレイ信号として出力し、FPGA ボードで 4 枚に分割出力することで Full HD 解像度を超える WQHD(2560×1440)のタイルディスプレイシステムを構築した。(図 2.)

今回の FPGA ボード 3 枚と Quadro ボード 1 枚を使えば 9 枚のディスプレイに対して 4K × 2K の映像出力を行うことも可能になる。その際には NVIDIA の Quadro ボード[4]から 3840×720 の解像度の映像を 3 出力し、FPGA ボードで HD 画質に切り分けることになる

2.3 ディスプレイの枠の考慮(ベゼルコレクション)

複数のディスプレイを一つの画面として扱う場合には図 3.にある様にディスプレイの枠を考慮して映像を出力しなくては表示される画面が歪んで見えてしまう。前述し

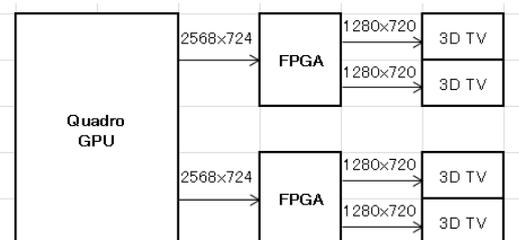


図 2. 全体のブロック図

た既存製品である NVIDIA の Quadro ボードにはベゼルコ
レクションと呼ばれる出力する映像を予め表示しない機
能があるが,今回はこの機能を利用せずにPCからはベゼル
部分を含めた少しだけ大きい画面を出力し,FPGA ボード
側でベゼル部分を読み飛ばすようにして設計した.そのため
PC 側からの出力ではベゼルのサイズを縦,横共に4ピク
セル分として,

$$(2560+\text{ベゼルサイズ} \times 2) \times (720+\text{ベゼルサイズ})$$

の 2568×724 の解像度で出力を行い,FPGA ボードで TV
が入力として受け取れる HD 1280×720 への切り出しを
行った.

2.4 ピクセル単位での同期

今回は 3D の方式に関して,ディスプレイと 3D 眼鏡が同
期して 3D の立体処理を行うアクティブシャッター方式の
ディスプレイを用いる.アクティブシャッター方式ではデ
ィスプレイが右目用の画面と左目用の画面を高速に切り
替えながら出力し,その画面に同期して3D眼鏡が左右のレ
ンズを適切に開閉することで 3D の映像を視聴することを
可能にしている.このため,複数のディスプレイで映像を描
画するタイミングをフレーム単位で同期させなくてはす
べての画面で正しく 3D の映像を認識できない.これに関し
て,一度出力機器から入力された映像を内部の少量のメモ
リに貯めることで1ピクセル単位で同期して異なるディ
スプレイへ映像を出力するような回路を FPGA ボード内
に作った.ハードウェアでタイルドディスプレイを実現し
ているため,同期は比較的簡単に取ることができる.特定の
1つのディスプレイと眼鏡が同期していれば,そのタイル
ドディスプレイシステム内のすべてのディスプレイを1
つの眼鏡で正しく 3D として認識することができる.

2.5 3D 映像の拡大

PC 側からは1つの大きな 2560×720 の画面として認識して
いるため,サイドバイサイド方式の3D映像を出力する際に
左目用の画像 1280×720 と右目用の画像 1280×720 が並ん
で出力されることになる.この映像を各ディスプレイでそ
れぞれ 3D の映像として扱うために画面の領域を横に4分
割し,左目用の映像の右半分を L_r という規則で定義する.こ
こで,左側の画面には L_l, R_l を出力,右側の画面には L_r, R_r を出
力する.ディスプレイには通常のサイドバイサイド方式の
映像を受信している場合と同じ処理をさせることで1つ
の 3D 映像を複数のディスプレイで視聴することを可能に
した.

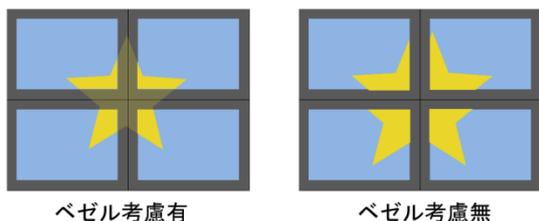


図 3.複数画面への描画におけるベゼルの考慮

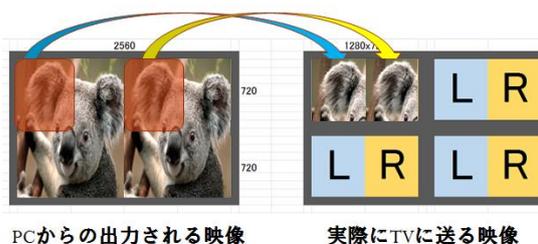


図 4. サイドバイサイドの映像の切り出し例(左上のみ)

3. まとめ

本研究では,3DTV 向けの安価で拡張が容易なタイルド
ディスプレイシステムを開発する.これまでのところ, 55
インチx4 画面の大型の 3D システムを構成することがで
きたが,3D コンテンツ自体があまり普及していないこと
や,TV 向けの映像規格に合わせて出力するために,PC から
の出力が非常に特殊な解像度となってしまったという問
題がある.しかし,昨今の 3D モデルを PC でレンダリングす
るコンテンツでは出力サイズを自由に決められるものが
多いため,利用するコンテンツに制限はあるものの一定の
利用価値があると言える結果となった.

4. 今後の課題

実際に稼働させたところ各画面と眼鏡の同期が多少ず
れてしまうことが見受けられた.受信機器に送信する映像
 $1280 \times 720 @ 60\text{Hz}$ を1ピクセル単位で同期させていても,デ
ィスプレイとしてはサイドバイサイド方式の 3D 映像とし
て扱うために $1280 \times 720 @ 120\text{Hz}$ として動作している.おそ
らくこの処理のためにディスプレイの立ち上がりタイミ
ングなどによってこの問題が発生しているのではないかと
考えられる.対処法としては映像信号に組み込まれてい
るパケット信号などを現時点では利用していないため,こ
の部分にサイドバイサイド方式であることを示す信号を
埋め込むことで対応できるのではないかと考えられる.

また,新たな拡張として, 2160×1280 の映像を FPGA に入
力し,これを物理的に 90 度傾けたディスプレイに対し
て, 1280×720 の信号として出力するシステムを今後の目標
とする.これによって,ゲーム機やスマートフォンからの映
像入力も可能になる.

参考文献

- [1] ディスプレイ価格 価格.com <http://kakaku.com/>
- [2] 細川大樹: FPGA を用いたタイルドディスプレイシ
ステムの開発, 電気通信大学, 情報工学科 成見研究
室卒業研究(2012).
- [3] 安枝光: モバイルタイルドディスプレイの開発, エン
タテインメントコンピューティング.シンポジウム
2013 論文集, pp. 349-351, 2013.
- [4] Quadro K5000: NVIDIA 社,
<http://www.nvidia.co.jp/object/quadro-desktop-gpus-jp.html>
- [5] SAGE: <http://www.sagecommons.org/>
- [6] EAGLE6.3: <http://www.cadsoftusa.com/download-eagle>