

## ウェアラブルディスプレイのためのタイルドディスプレイシステムの軽量化

情報・通信工学科 学籍番号:1511120 成見研究室 滝川潤

## 1. はじめに

ウェアラブルデバイスには様々なものがあるが、表示デバイスを着るという意味で服に映像を映すことはファッションやエンターテインメントの領域で一定の需要がある。その例としてLED-Tシャツや衣服へのプロジェクションマッピングがある。LED-Tシャツは服に映像を映すことができ、ゲームをすることが可能なものもある。しかし、LED-Tシャツを始めとした既存のウェアラブルディスプレイは解像度が低いものが多いという問題がある。また、プロジェクションマッピング技術では被写体と光源の間に物体がある場合、被写体に影ができてしまう欠点があった。

そこで液晶パネルのディスプレイを身に付けることによってこれらの問題を解消できると考えた。服のような軽快性を実現するためには、柔軟性、軽量性が必要であり、服の形状を維持してディスプレイを身につけるには曲面状のディスプレイを利用することが望ましい。しかし服の形状の専用ディスプレイの開発は非常にコストがかかる。そこで小さなディスプレイを組み合わせるタイルドディスプレイ方式に着目した。

## 2. 目的

本研究では小型のFPGAとスマートフォン用のディスプレイを用いた軽量で高解像度のタイルドディスプレイシステムを開発・評価することを目的とする。出力には3枚のスマートフォン用ディスプレイを用いる。

## 3. 既存研究・技術

## 3.1 有機ELディスプレイ

曲面型ディスプレイの技術として、有機ELディスプレイが知られている。有機ELディスプレイはバックライトを必要としないため、液晶パネルにはない柔軟性を実現することが可能である。最新の電子機器の集まるCES 2019では中国企業がFlexPai[1]と呼ばれる曲がるスマートフォンを発表した。このように将来的には、曲面型ディスプレイ技術に有機ELが使われると考えられる。しかし、有機ELを用いた変形するディスプレイは普及していないため、現時点では研究レベルであると考えられる。

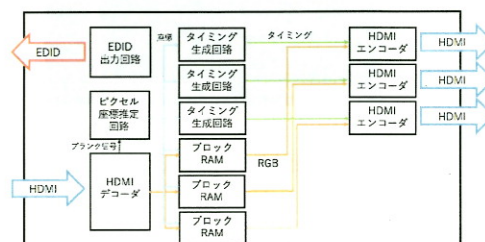


図1: 作成した回路のブロック図



図2: 3画面システム動作の様子

## 3.2 モバイルタイルドディスプレイの開発

安枝らは、持ち運び可能なタイルドディスプレイを開発した[2]。このシステムは4つの15.6インチモバイルディスプレイと3つのFPGAから構成されている。このシステムは宣伝用途として使用できる。しかし、開発したプロトタイプの質量が8.4kgとなり重いことを課題としてあげている。この研究では12.2cm × 13.5cmのFPGAボード[3]を用いており、画面分割のための電気的な部分も機材が大型となっている。また、このシステムでは26Wの電力を消費する。

## 4. 3画面システム

軽量のタイルドディスプレイを開発する前段階として、通常の大きさのFPGAボードのNexysVideoにスマートフォン用ディスプレイ3枚を接続したシステムを開発する。内部回路のブロック図を図1に示す。FPGA内部では入力された映像を分割して、3つのディスプレイに出力する。本システムでは入力映像の色情報は1ライン分しか保存しないため、入力映像のフレームレートと、出力映像のフレームレートを同じにする必要がある。入力映像は1620x960ピクセルの解像度で入力し、2倍拡大表示する。作成したタイルドディスプレイ回路を動作

表 1: 回路資源量の比較

項目	LUT	FF	BRAM
作成した回路が必要とする回路資源量	1236	776	5.5
CmodA7の最大回路資源量	10400	20800	25

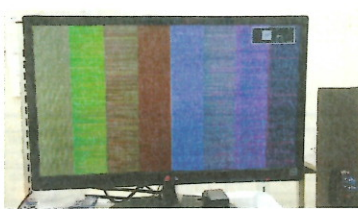


図 3: CmodA7 による FullHD 出力

させた様子を図 2 に示す。

## 5. FPGA ボードの軽量化

将来的にウェアラブルタイルドディスプレイを開発するには FPGA ボード部分の軽量化が必要である。そこで、システム軽量化のために改良を行なった。

### 5.1 小型 FPGA ボードへの移植

NexysVideo で作成した 3 画面分割回路に必要な回路資源の量と CmodA7 の最大回路資源量の比較結果を表 2 に示す。CmodA7 に備わっている資源量の方が多いため、CmodA7 でもタイルドディスプレイ回路は実装可能である。

### 5.2 テストパターン出力回路

CmodA7 へタイルドディスプレイ回路を実装するには、HDMI 入出力端子を取り付けるなどの物理的な回路が新たに必要になる。端子の接続にはブレッドボードとジャンパワイヤを使用した。最初に、CmodA7 での HDMI 出力回路のテストを行うため、まずテストパターンを出力する回路を作成する。FullHD で出力した様子を図 3 に示す。

### 5.3 パススルー回路

入力用の HDMI 端子の動作確認として、HDMI 信号を入力してそのまま出力するパススルー回路を作成する。しかし、CmodA7 で回路を動作させたところ、回路は正しく動作しなかった。スマートフォン用ディスプレイ向けの解像度ではなく低解像度の映像を入力したところ FPGA が入力を部分的に認識していることから、FPGA から HDMI コネクタまでの信号品質が悪いことが考えられる。

### 5.4 ケーブルの改良

Ethernet Cat5e ケーブルを使用して信号線の改良を行なった。FullHD のテストパターンを出力したところノイズのない映像が出力された(図 4)。図よりも鮮明な映像が出力されていることから、改良がうまくいって



図 4: CmodA7 によるケーブル改良後の FullHD 出力

表 2: 重さと解像度の比較

項目	既存研究 [2]	理想的なシステム
単位面積当たりの質量 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )	3.14	0.62
単位面積当たりの電力 ( $\text{W}/\text{cm}^2$ )	$9.7 \times 10^{-2}$	$3.9 \times 10^{-1}$
解像度 (dpi)	174.6	280.8

ることが分かる。入力についても改良できれば CmodA7 でも HDMI 入力が可能になると考えた。

## 6. 評価

小型 FPGA ボードとスマートフォン用ディスプレイを用いて軽量型タイルドディスプレイが開発できた時の重量等を見積もった。個別のパーツの重量から総重量、3 画面システムの消費電力から総消費電力、パネルの解像度からピクセル密度を既存のモバイルタイルドディスプレイと比較した。その結果消費電力は 4 倍高くなるが、重量は 1/5、解像度は 3.9 倍になることが見積もられた。

## 7. 今後の課題

ウェアラブルタイルドディスプレイ実物の作成・評価を行い、理想的なものとの程度乖離するか明らかにする必要がある。

## 参考文献

- [1] "flexpai", <https://www.royole.com/flexpai>  
(アクセス日 2019 年 1 月 29 日)
- [2] 安枝 光, "モバイルタイルドディスプレイの開発", 電気通信大学 情報・通信工学専攻 修士論文 2014
- [3] "Atlys", <https://reference.digilentinc.com/reference/programmable-logic/atlys/start>  
(アクセス日 2019 年 1 月 29 日)
- [4] "NexysVideo", <https://reference.digilentinc.com/reference/programmable-logic/nexys-video/start>  
(アクセス日 2019 年 1 月 29 日)
- [5] "CmodA7", <https://reference.digilentinc.com/reference/programmable-logic/cmod-a7/start>  
(アクセス日 2019 年 1 月 29 日)