

LED64個を用いた多階調表示可能なラインディスプレイの開発

町田優希[†] 川崎直紀[‡] 若林恭平[‡] 奥村万規子[‡]神奈川工科大学 工学研究科[†] 神奈川工科大学 創造工学部[‡]

1. はじめに

1次元のライン状の表示部を高速に点滅させ、サッカドと呼ばれる高速な眼球運動を用いて観測することで網膜上に二次元の情報を知覚させる手法が提案されている[1][2]。この手法は縦一列の光点列のみで情報提示を行うため、少ないスペースでの情報提示が可能である。これを応用することで将来的には、情報を組み入れた照明機器の実現などが期待できる。このようなサッカドを利用した1次元ディスプレイにはサッカドの持続時間である約 50ms 以内に画像を知覚させるために、安定的に高速点滅させる必要がある。

これまでの我々の研究ではLEDドライバICを使用して、多階調の画像を表示可能なラインディスプレイを開発し、1ラインの点滅周期と眼球運動の角度の関係を明らかにした[3]。しかし、マイコン同士の同期が不十分であったため、3個以上接続すると、時間経過により動作にズレが生じてしまうという問題があった。

本研究では4つのマイコンの同期を取ることで、64個のLEDを256階調で制御可能なラインディスプレイを製作した。このラインディスプレイは最速0.48msでの点滅が可能となった。また、このラインディスプレイを用いて表示画像に関する評価実験を行った。

2. 製作したラインディスプレイについて

<2.1>構成

Fig.1に本ラインディスプレイ全体の概略図を示す。本研究で製作したラインディスプレイは、画像を表示するための16個のLEDを取り付けたユニット基板4枚と、割り込み信号を発生させるための親基板で構成した。ユニット基板では、16個のLEDをマイコン(ATmega328P)1つと、RGBごとにLED用いたドライバ(TLC5940)計3つにより256階調で制御した。64個のLEDを用いた表示部を実現するためにはこのユニット基板4枚の動作の同期を取る必要があり、この同期を取るために、各ユニット基板のマイコンに外部

で生成した割り込み信号を入力した。割り込み信号には親基板で生成したパルス波を用いた。パルス波はタイマIC(LMC555CN)で生成し、複数のマイコンの割り込み信号とするために、バッファ(HD75450P)を挿入した。Fig.2に割り込み信号を生成する回路を示す。

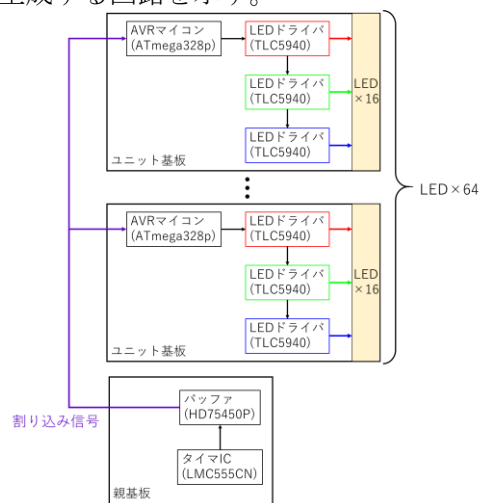


Fig.1 ラインディスプレイの概略

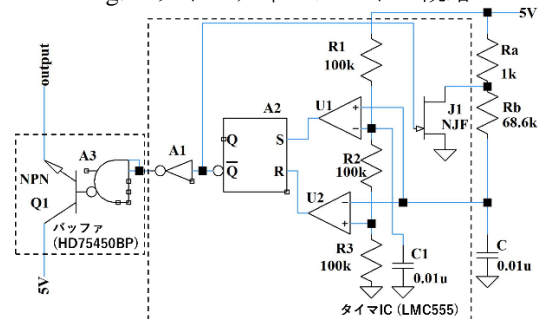


Fig.2 割り込み信号生成回路

<2.2>製作

ユニット基板はCADソフトEAGLEで設計し、プリント基板で製作した。ユニット基板の上部と下部には基板同士を縦続に固定し、信号線の接続を行うためにL字のピンヘッダとピンソケットを取り付けた。親基板には割り込み信号を生成するため回路に加えて、表示画像の変更を行う際に書き込み装置として使用するArduino unoを接続した。本ラインディスプレイの点滅速度を測定した結果、最速で1ライン0.48msで動作することが分かった。Fig.3にそのときのオシロスコープ波形を示す。Fig.4に製作したラインディスプレイの画像を示す。

Development of multi-color gradation displayable line display using 64 LEDs

[†]Yuki Machida · Kanagawa institute of technology, graduate school of engineering

[‡]Naoki Kawasaki, Kyouhei Wakabayashi, Makiko Okumura · Kanagawa institute of technology, Faculty of Creative Engineering

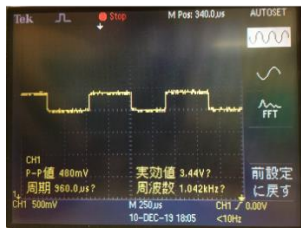


Fig.3 最速動作時の波形

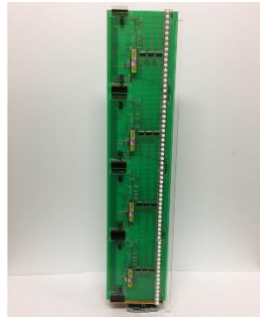


Fig.4 製作したラインディスプレイ

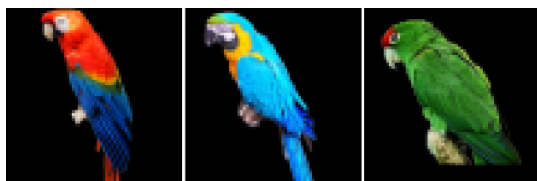
3. 評価実験

<3.1>目的・方法

製作したラインディスプレイを用いて、知覚した画像の明るさ、鮮やかさ、知覚度合いについて主観評価を行った。サッカーボールを誘発するために 0.5s 毎に交互に点灯する 2つの指標を用いた。この指標はラインディスプレイの左右 0.6m の位置に設置した。被験者は、ラインディスプレイの正面から 2m離れた位置で評価をした。また、頭を固定し眼球運動のみで観測するように指示した。実験は 0.3lx の部屋で行い、1ラインの点滅速度は 0.48ms とした。被験者は 10代と 20代の男性 6人である。評価は 5段階で行い、明るさの評価では 1を暗い、5を明るいと、鮮やかさの評価では 1をくすんでいる、5を鮮やかとし、知覚度合いの評価では、1を何も知覚できなかった、5を模様も知覚できたとした。

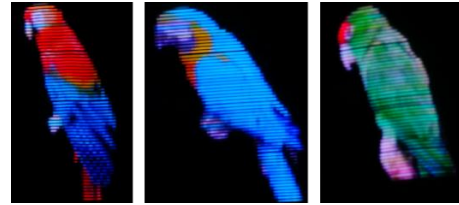
<3.2>表示画像

Fig.5 に評価実験に使用した画像を示す。評価実験には赤色の鳥、青色の鳥、緑色の鳥の 3種類の画像を用いた。ラインディスプレイでこれらを表示する際は、画像を横に 64分割し、最も左の列から順次提示する。Fig.6 にラインディスプレイの表示をデジタルカメラで撮影した写真を示す。ラインディスプレイで表示した画像は眼球運動をした際に網膜上に展開するため、目視と同じ画像をそのままカメラで撮影することはできない。そのため、表示画像のイメージ写真を撮影するためには、カメラを眼球運動と同様に回転させながら撮影した。



(a) 赤色の鳥 (b) 青色の鳥 (c) 緑色の鳥

Fig.5 実験に使用した元の画像データ



(a) 赤い鳥 (b) 青い鳥 (c) 緑の鳥

Fig.6 デジタルカメラを回転させ撮影した表示画像の写真

<3.3>結果と考察

Table 1 に被験者 6人の主観評価結果の平均のグラフを示す。明るさの評価は青色の鳥の画像が 4.5と最も評価が高くなり、鮮やかさの評価も青色の鳥の画像が 3.67と最も高くなった。また、知覚度合いの評価は赤色の鳥の画像が 3.5と最も高くなった。赤色の鳥の知覚度合いが最も高くなったのは、他の画像と比べ、模様が大きく分かれており、認識しやすかったためだと考えられる。

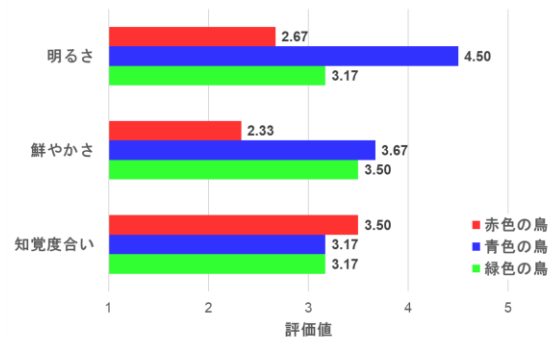


Fig.7 主観評価の結果

4. まとめ

本研究では、4つのマイコンを割り込み信号で同期を取り、LED64個を 256階調で点滅させるラインディスプレイを製作した。測定した結果、本ラインディスプレイの 1ラインの最速点滅周期は 0.48msであった。評価実験では、3種類の画像を用いて、明るさ、色の鮮やかさ、知覚度合いを評価した。実験結果は、明るさと色の鮮やかさは青色の鳥の画像が最も評価が高くなり、知覚度合いは赤色の鳥の画像が最も評価が高くなった。

参考文献

- [1] 渡邊 淳司, 前田 太郎, “サッカーボールを利用した新しい情報提示手法の提案”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.6, No.2 pp.79~87 (2001).
- [2] 渡邊 淳司, 前田 太郎, 舘 暉, “サッカーボール前中後に渡って提示される連続点滅光点刺激の知覚と眼球運動との時間関係”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.J86, No.7, pp.1350-1357, (2003).
- [3] 金澤 宏介, 奥村 万規子, “眼球運動と LED 残像を利用した情報提示システムの知覚評価”, IPSJ SIG Technical Reports, Vol. 2017-CDS-18, No27, pp.1-7, (2017).