

部品へのプロジェクションマッピングによる通電しない電子工作

秋山 耀 宮下 芳明*

概要. 提案システムは、タッチパネルディスプレイ上で電子部品を仮想的に結線し、プロジェクションマッピングによって各種 LED などを発光しているように見せる電子工作環境である。音やアニメーションによるブザー・バイブレータの疑似動作、画像認識などによる入力素子の動作にも対応している。指を近づけると端子が拡大する機能により、ドラッグ操作だけで結線・断線が行える。電子部品店に設置することで未開封のまま部品の動作や仕様を確認できるほか、複数人でわいわいと作業を行うこともできる。

1 はじめに

電子回路を作成する際に、作成者は回路図を参照して回路を作成するが、実際に配線をする、難しい場合がある。そもそも回路図は、実体配線図とは異なり、回路図上での位置と実際に配置する場所が無関係であり、回路図そのものの配置や結線は現実的ではない。故に、初学者には回路図から回路を作成することが難しい場合がある。本稿では、回路図通りの配線を可能とするとともに、部品に通電しないどころか、部品を開封することさえせずに電子工作を行えるシステムを提案する。提案システムは、電子部品にプロジェクションマッピングを行うことによって、LED などの発光素子が実際に動作し、光っているように見せるものである。また、音やアニメーションによるブザーやバイブレータの疑似動作、画像認識などによる入力素子動作にも対応している。「回路図通りに配線すれば良いので」、初学者向けの電子工作ツールとすることができると考えている。ドラッグ操作だけで行えるデザインを目指し、そのための支援機構を用意した。

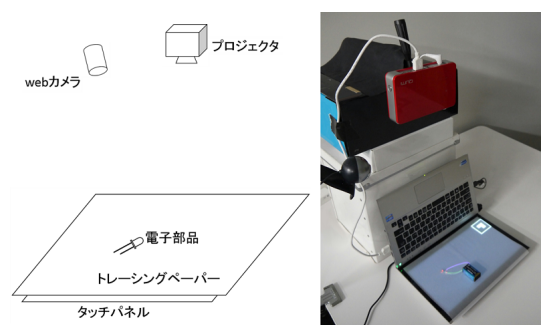


図 1: 提案システム全体図

2 システム

提案システムはタッチパネルディスプレイとプロジェクタを用いている (図 1)。タッチパネル対応のディスプレイが水平に置かれており、上部にはプロジェクタと web カメラが設置されている。プロジェクタの表示範囲がディスプレイにちょうど重なるような高さにプロジェクタを固定し、表示位置とタッチ位置を合わせている。なお、ディスプレイ面における透過光 (バックライト) と反射光 (プロジェクタ) のバランスをとるためにディスプレイ上にトレーシングペーパーを敷いている。

提案システムは、ユーザの操作・作業の内容を検出する入力部と、素子にプロジェクションを行う出力部に分かれている。提案システムの実装は Processing で行った。AR マーカーを使用してディスプレイの表示領域とカメラの画像の位置合わせをするために NyARToolKit ライブラリを使用している。

2.1 入力

提案システムによる電子工作は、ユーザが素子の位置を設定するか、あるいはプログラムが指定する位置に素子を置いてから作業を開始する。

現在対応している素子は、7セグ LED・マトリクス LED・フルカラー LED・豆電球の発光素子、発音素子などの出力素子がある。また、スイッチ、可変抵抗などの入力素子にも対応している。入力素子は、その位置のピクセルが肌色かどうかを識別して、指の有無を認識することで実装している。

電子部品の置かれているディスプレイをドラッグすることで線を引き、仮想的なジャンパ線で結線を行う。配線するには、素子の端子から端子へとドラッグし、断線するには、ジャンパ線を横切るようにドラッグする (図 2)。指を近づけると端子が拡大するなどの支援機能も搭載している。

2.2 出力

提案システムは、現時点では素子を設定通りに設置するためのガイドラインを表示している。これは

Copyright is held by the author(s).

* Yoh Akiyama, 明治大学 理工学部 情報科学科, Homei Miyashita, 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科, 独立行政法人科学技術振興機構, CREST

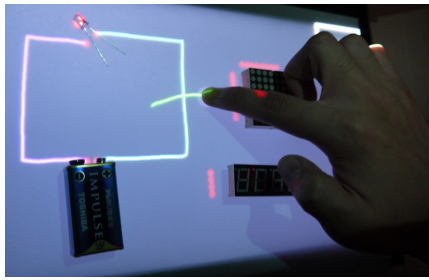


図 2: 仮想的な結線と断線操作

実行時には消すことができる。出力素子、特に発光素子にプロジェクションマッピングを行うことによって、図 2 のように、実際に通電せずに動作しているように見せることができる。仮想的な結線であるため、図 3 のような素子は袋から未開封のまま擬似動作させることも可能である。

LED 類は素子の設定位置に基づいて発光する箇所をプロジェクタで投影する。ブザーは、通電された時にパソコンからブザー音を出力することで実装した。パイプレータについてはブザーと同じくパイプレーションの動作音を鳴らし、かつ震えているようなアニメーションを周辺に表示することによって実現している。電池は現在 9V 角型電池と単 3 形電池の 2 種類に対応している。電池上にはプロジェクションマッピングを行わないが、プログラム内部で通電チェックをする起点となる。

また、配線されている箇所のペアを表示するジャンパ線を表示する。配線状況は回路行列で保存している。通電チェックアルゴリズムとしては、現在は電圧・電流・抵抗値などの計算はしておらず、閉回路の判定のみ行っている。電源素子のプラス極となっている頂点から深さ優先探索を行い、電源素子のマイナス極の頂点に辿り着いた時、それまで通った頂点に通電判定を出している。



図 3: 未開封の 7 セグ LED とマトリクス LED へのプロジェクションマッピング

3 関連研究

フィジカルコンピューティングを容易にするアプローチとして Phidgets, Arduino, Gainer といっ

たモジュールが広く使われている。Gainer はメディアアートにおける支援をひとつの目的としている。

他にも Visible Breadboard[1] や react3D Electric[2], そして第二著者の HMMBB[3], 秋田の LED Tile 電子ブロックのように、AR 的に電流を可視化するシステムが挙げられる。

4 おわりに

このシステムは、教科書などの回路図と実際の回路制作とのギャップを埋めることができると考えている。また、このシステムを電子部品店に設置すれば、袋から未開封のまま部品の動作や仕様を確認できるため、部品選びをいままでもより快適に行えるようになると考えている。また、複数人で回路を取り囲みながら、わいわいと作業を行うこともできる。

冒頭に述べた複数人での電子工作の可能性の他に、システムの改良予定を記す。まず、外部ソフトウェア、たとえば SPICE や Virtual BreadBoard などのシミュレータと連動してより正確な回路シミュレーションが行えるように改良を施したい。また、EAGLE や PasS などの CAD ソフトと連携し実体配線図などを出力することにより、ハンダ付けによる制作につなげることができると考えている。

現在、提案システムで構築できる回路は「配線に適切な抵抗値が設定されている」という前提で動作しているが、今後は抵抗器への対応、抵抗値の算出などが行えるようにしたいと考えている。これは SPICE や Virtual BreadBoard などの外部ソフトウェアとの連動により実装できると考える。

改良予定として、2 つの素子を選ぶと素子同士の理想的と思われる配線をする好意的解釈機能の実装がある。任意の 2 つの素子について、配線方法のテンプレートを事前に用意しておくことで、ユーザが大雑把な配線を行えるようにできると考えている。

現時点で提案システムが対応する素子や機能はまだ限られている。しかし、その応用可能性や、実在部品と仮想部品を混在させた電子工作の世界については、本ワークショップで大いに議論する価値あるものだと考えている。

参考文献

- [1] 落合陽一.「電気がみえる」デバイス Visible Breadboard, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.15, No.3, pp.463-466, 2010.
- [2] Frank Uhling. react3D Electric - Tangible User Interface. <http://www.youtube.com/watch?v=6qTTQKWfV8Q>
- [3] 宮下芳明. フィジカルコンピューティングへのモチベーションを向上させるブレッドボード, 夏のプログラミング・シンポジウム報告集, pp.1-4, 2010.