

初学者のための タンジブルユーザインタフェースを用いた回路シミュレーションシステムの研究

香月 謙一[†] 星野 恵里佳[†] 瀧川 陽介[‡] 高野 辰之[§] 小濱 隆司[†]

東京電機大学情報環境学部[†] 東京電機大学大学院情報環境学研究所[‡]
関東学院大学工学部[§]

1 はじめに

一般的に電子回路の製作は、半田付けによって基板上で部品の配線を行う。しかし学習において、試行錯誤を繰り返し理解を深めるためには、半田付けの配線は不向きである。そこでブレッドボード上で部品を配置し、配線を行う。しかし、設計や配線の誤りによる意図しない動作や部品の故障といった問題が起こる場合がある。この問題を回避するため、事前にシミュレータを用いて検証する。一般的なシミュレータは、画面上で部品の選択や特性の入力を行う必要があり、ブレッドボードを使用した配線とは操作が大きく異なる。この操作は、初学者にとって煩雑であり扱いが難しい。そこで穴戸らは、アニメーション効果を用いた WWW(World Wide Web) シミュレータ教材と実験キットを連携した iCASS(interactive Circuits and Systems Seminar) を提案している [1]。この教材は、実験キットで直接「もの」に触れることができ、キット上に組んだ回路を PC 上で瞬時に確認できるものである。さらに特性の表示が可能である。しかし、この教材は画面上に出力された図やグラフで結果を確認するもので、ブレッドボードに配線を行う場合とは異なり初学者には PC 操作が難しいと考えられる。そこで本研究では、タンジブルユーザインタフェースの直感的な操作ができるという点に着目した。そして、シミュレータの操作をブレッドボードでの操作に近づけることを目的とし、実際に配線を行っているかのような感覚で扱える回路シミュレーションシステ

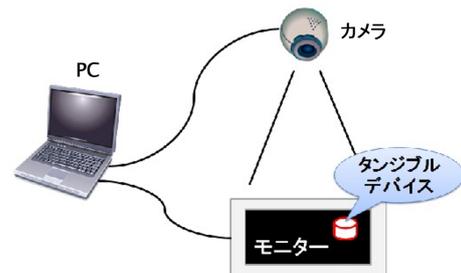


図1 システム概観

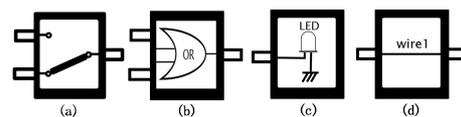


図2 タンジブルデバイスの種類 (a) 変更用素子 (b) 演算素子 (c) 確認用素子 (d) ワイヤ

ムの開発を行う。本稿では、回路シミュレーションシステムのユーザインタフェースと実装について述べる。

2 ユーザインタフェース

2.1 タンジブルユーザインタフェース

タンジブルユーザインタフェースとは、デジタル情報にデバイスという物理的な実体を与えることで、人間が直感的に認識したり直接的な操作が可能となるものである。石井は基本モデルとして、(1) 人間がその感覚器を用いて知覚可能な情報の外部表現 (出力)、(2) 人間がその手や体を用いて情報を操作可能にするための制御機構 (入力) の 2 つのキー・コンポーネントが不可欠であると述べている [2]。

2.2 システム概要

本システムの概観を図 1 に示す。システムは PC、カメラ、タンジブルデバイス、テーブルとしてのモニターで構成する。回路製作者はカメラの範囲内に電子部品の代わりであるタンジブルデバイスをモニター上に置く。タンジブルデバイスを操作することにより、仮想的に回

Research of the Circuit Simulation System using Tangible User Interface for Beginner

Kenichi KATSUKI[†], Erika HOSHINO[†], Yosuke TAKIGAWA[‡], Tatsuyuki TAKANO[§], Takashi KOHAMA[†]

[†] School of Information Environment, Tokyo Denki University

[‡] Graduate School of Information Environment, Tokyo Denki University

[§] College of Engineering, Kanto Gakuin University

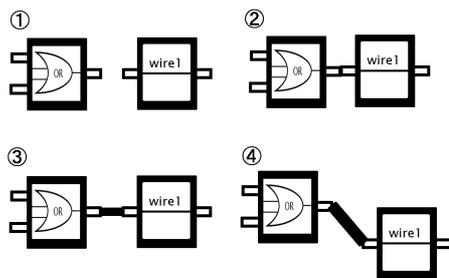


図3 接続の操作

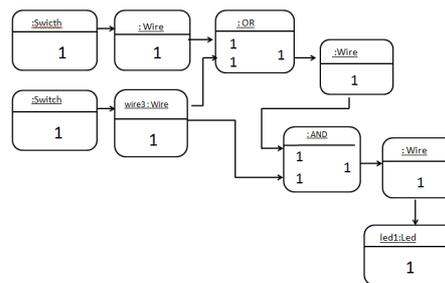


図4 回路のオブジェクト図

路を製作する。

2.3 タンジブルデバイス

タンジブルデバイスを図2に示す。電子部品の代わりにタンジブルデバイスを用いる。電子部品には素子とワイヤーがある。素子の種類には、変更用素子(スイッチ)、演算素子(AND, OR, NANDなど)、確認用素子(LED)がある。各タンジブルデバイスの入出力の箇所に端子を設ける。これにより、つなぐ場所が即座に理解できる。スイッチのタンジブルデバイスは実際のスイッチと同様に操作できる。これにより回路の接続状態の変更が可能である。LEDのタンジブルデバイスは動作確認に使用する。

2.4 操作方法

回路製作の基本的操作を述べる。接続の操作を図3に示す。素子のタンジブルデバイスにワイヤーのタンジブルデバイスを近づける操作で仮想的に回路を接続できる。接続されたタンジブルデバイス間には接続を意味する線をテーブルのモニターに表示される。

回路の組み換えにはタンジブルデバイスをカメラの範囲内から取り除く。それにより部品の入出力の接続が切断され、モニターから線が消去される。

3 実装

3.1 回路製作の認識

本システムのタンジブルデバイスにはARマーカを使用した。ARマーカを扱えるツールは豊富であること、オリジナルARマーカの製作が可能、認識が容易であることから今回使用した。

開発したシステムの回路組み立てで扱える素子はAND, OR, NAND, XOR, スイッチ, LEDである。あらかじめ各部品ごとにARマーカのパターンを登録する。そして、ARマーカが認識されると登録されている回路部品のオブジェクトがシステム内に作られる。システムはユーザが素子にワイヤーを近づける操作を、AR

マーカの座標が近づいたことで認識する。システム内における回路の表現例を図4に示す。

3.2 シミュレータ

回路の値の変更などが行われると変更された回路素子のオブジェクトの中で演算をし、連結された次のオブジェクトへその値を送ることでシミュレートを行っている。ゲート回路は演算を行う。入力側のワイヤーから送られてくる値に変更があれば演算し、その結果を出力側のワイヤーへ送る。スイッチに使用されているARマーカはパターンの部分が可動式になっている。ユーザのスイッチ切り換えの操作によりパターンを変化させる。このパターンの変更によりスイッチの切り替えを認識する。そして、スイッチの状態の変化があれば、出力側に連結されているワイヤーへ値が送られる。LEDは送られてきた値によりLEDの点灯・消灯を変更し、モニター上に表示する。

4 まとめ

シミュレータの操作をブレッドボードでの操作に近付けることを目的とし、タンジブルデバイスによって直感的に操作ができるようなユーザインタフェースを提案した。プロトタイプシステムを開発し、インタフェースの動作と回路シミュレータの動作確認をした。

今後は初学者を対象に、本シミュレータのユーザインタフェースが有効であるかの実験・評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 穴戸 倫歩, 相川 直幸, 西田 保幸, 森 幸男:シミュレーションと実験キットを連動させた教材の製作, 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学, Vol.107, No.327, pp.23-28 (2007)
- [2] 石井 裕:タンジブル・ビット 情報と物理世界を融合する, 新しいユーザ・インタフェース・デザイン, 情報処理, Vol.43, No.3, pp.222-229 (2002)