

ブレッドボード回路の設計・作成支援ツールの開発

尾山 敬典（石川高専専攻科）・松本 剛史（石川高専電子情報工学科）

1 はじめに

集積回路やプリント基板回路の設計では、多くの設計自動化ツールが活用され、設計記述からの回路合成や検証が可能となっている。しかし、ブレッドボードを対象とした設計支援ツールはほとんど存在しない。そのためブレッドボード上の回路は、設計者が部品の位置や配線を考えながら作成することになるため、回路誤りが生じやすく、誤りの発見も遅れることが多い。そこで本研究では、回路図エディタを用いて描画されたデジタル回路に対して、あらかじめ用意された正しい回路と照合することによって配線の正しさを検証するシステム(図1)を開発することを目的とした。

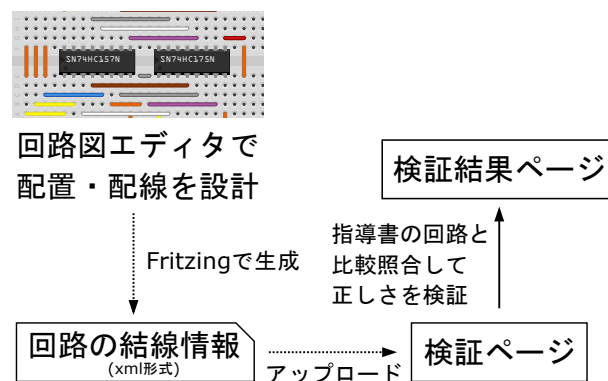


図1: ブレッドボード回路検証システム

2 ブレッドボード回路検証システム

2.1 ブレッドボード回路図エディタ

ブレッドボード回路図エディタには、ボード上にICを配置し、IC間をブレッドボード用の導線で配線する機能が必要である。本研究では、オープンソースの回路図エディタであり、ブレッドボード回路が作成できるFritzing[1]を用いた。

2.2 ブレッドボード回路の正しさの検証

回路の正しさを検証するためには、部品の各ピン間の結線情報が必要である。Fritzingには、作成したブレッドボード回路の結線情報をXML形式で出力する機能がある。設計した回路の結線情報と、予め用意しておいた正しい結線情報から、回路の正しさを判定する充足可能性判定問題を生成できる。その際、加算器やマルチプレクサ等のICの機能は、具体的な論理関数ではなく未定義関数によって表す。そのようにして生成された未定義関数を含む充足可能性判定問題を、SMTソルバを用いて解くことで、回路誤りの有無を知ることができる。本研究ではSMTソルバとしてz3を用いた。

2.3 回路検証 Web アプリケーション

2.2節の機能はWebアプリケーションとして実装する。Fritzingで出力した結線情報をユーザーがアップロードすることで、検証結果がWebページに表示される。回路検証の機能はPerlで記述されたプログラムをCGIによって実行することで実現する。

3 実験結果

本校電子情報工学科では、論理ICを用いてブレッドボード上でCPU回路を作成する学生実験を行っている。最初に、FritzingでCPU回路を作成できるように6種類のICと8種類の専用パーツを追加した。次に、学生実験で実際に生じた配線誤りに対して、2.3節のシステムを用いて検証を行った結果、すべての回路で論理的な正しさが判定できた。また、回路作成の効率化ができるかどうかを確認するため、学生実験で8名の学生に2.3節のシステムを使用してもらった。学生実験では、CPU回路は4つに分割して回路を作成する。レジスタ回路、演算器入力選択回路、外部出力回路、命令デコーダの全ての回路で、検証によって設計の正しさを確認できた。

4 今後の予定

現時点では、設計した回路の論理的な正誤を確認することしかできず、誤りの場所については知ることができない。そのため、誤り位置を特定するオンボードデバッグの開発を予定している。

参考文献

- [1] “Fritzing”, <http://fritzing.org/home/> (参照 2021-7-23).
- [2] 尾山, 松本, “ブレッドボード回路設計支援ツールの開発,” 令和元年度北陸地区学生による研究発表会講演論文集, p.1-2-1, 2020年3月.