

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2019

課題番号：26350308

研究課題名（和文）重度視覚障害学生の論理回路実験支援装置の開発

研究課題名（英文）Development of support system of logic circuit experiments for severely visually impaired students

研究代表者

関田 巖（Sekita, Iwao）

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：40357322

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：重度視覚障害学生が、情報技術の基本分野である論理回路を学修するために、設計した回路（独立変数10個程度の規模）を単独で検証できるシミュレーション環境を構築した。その中では、高級言語で簡便に行えるための関数ライブラリを開発した。また、既存の論理回路シミュレータをマウスを使わずに実行できるように、フロントエンドプログラムlciを共同開発し、物理的な論理実験キットに適用するための変数割り当て方法も示した。その他、物理的な配線を補助する手段としては、実験キットにICをプリセットする方法と、出力結果の1/0をブザーの高低音で伝えられる装置を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚障害学生は、記述された文字を読んだり、マウスを操作することは困難であり、特に障害の重い学生（重度視覚障害学生）にとっては不可能である。しかし、情報技術を学ぶ視覚障害学生は、視覚に障害があっても音声読み上げソフトを用いて、テキストファイルやエクセルファイル等の電子ファイルで書かれた教材を読み取り、論理回路の原理を理解し、状態遷移表から論理式を求めることはできるので、自分が設計した論理式で構成される論理回路を独自で動かして、検証することができないという課題が残されていた。本研究では、重度視覚障害学生が単独で論理回路を設計し検証できるための環境を構築した。

研究成果の概要（英文）：Study of digital logic circuits is important basic field in information technology. Severely visually impaired students hardly perform experiments of the circuits whose size is about 10 independent variables. This research has been developed 3-step-programming environments for the verification experiments. In step 1, function libraries have been prepared, so that, the students can easily verify their designed circuits under some restriction. The restriction is (1) single clock and clock synchronization, (2) no feedback loop without flip-flops, (3) previously determined values for independent variables before being used. In step 2, a frontend program lci whose backend is the logisim has been developed, however, lci cannot treat a feedback loop, and it is still being improved. The students can perform logic circuit simulation without mouse operations by lci. In step 3, a manual of lci for naming variables in a physical breadboard is shown.

研究分野：障害補償工学

キーワード：視覚障害学生 論理回路実験 シミュレーション

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

理工系の学生にとって実験は不可欠であるが、重度視覚障害学生は手先が見えず、また、マウス操作もできないため、ハードウェアの細かい組み立てや、マウスを操作して設計するような実験は非常に困難である。

このため、情報技術分野では、論理回路は基礎学問であるが、重度視覚障害学生は論理回路実験を単独で行うことができなかった。

### 2. 研究の目的

重度視覚障害学生が論理回路実験を自学自習できるための実験教材を開発することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### 方法 1

物理的な論理回路実験キットを使用して論理回路実験をする際に、音情報等で支援する装置を開発する。

#### 方法 2

マウス操作の不要なプログラミングにより、論理回路実験をシミュレーションによって行えるプログラミング環境を開発する。

### 4. 研究成果

#### 方法 1 について

(1) 方法 1 については以下の課題が明らかになり、方法 2 の研究結果が主なものとなった。

- ・装置からのサポート情報が 100% 正確でないと、学生が配線ミスかどうかを判断できない。
- ・カメラから見えない部分を少なくするために、カメラを学生の手前側と奥側に 2 つ置き、別の PC で処理するようにしたところ、実験中に学生がカメラにぶつくとカメラの位置がずれてキャリブレーションの問題が再発生する。

また、装置のために机上が占有され、実験スペースが狭くなる。

- ・重度視覚障害学生にとって、配線は非常に困難な作業でありつづけた。

(2) 視覚障害学生が論理回路実験を物理的に行いやすくするためのヒントを得た。

- ・IC の脚は折れやすくブレッドボードに着脱しにくいいため、全 IC にソケットを装着しておく。
- ・単純な実験のときには、事前に、よく使われる IC をブレッドボードに配置しておき、電源とグラウンドを配線しておく。

- ・IC には、IC の種類を表す記号の末尾 2 桁の数字のみを点字 (6 点中、上部 2/3 の 4 点のみ) にして貼ると、触って IC の種類を判別できる。

- ・別の実験キットに、ブザーの高低音で、出力結果の 1/0 を出すことのできる回路 (複数端子を、1 カ所 1 秒で巡回する。1 カ所あたり、0.5 秒で高音または低音を出した後 0.5 秒の無音を出す (間をあける)。1 順すると 1 秒の無音を出す。) を作成し、貸与する。これにより、複数端子の出力結果を音により確認できる。

#### 方法 2 について

学修の 3 段階を設定し、論理式を簡単に検証できる第 1 段階から、物理的なブレッドボードに IC を配置することを想定した第 3 段階まで、段階的に検証できるシミュレーション環境を構築した。

定性的な評価のみであるが、プログラミングにより検証できることは、視覚障害学生のみならず、遠隔授業での実験環境として有効であった。

#### 第 1 段階

Python または C 言語によるプログラミングにより、組み合わせ回路や順序論理回路を容易に検証するための関数ライブラリを作成した。

ただし、以下の制約がある。

(1) フリップフロップを介さずにフィードバックループを作らないこと。

(2) 論理式の独立変数 (入力変数) や各種関数の入力引数は、その直前までに値が定まっていること。

(3) 単相クロック同期式回路を想定しているため、クロックは 1 つで、すべてのフリップフロップはポジティブエッジかネガティブエッジかで統一されていること。

#### 第 2 段階

論理演算素子や記憶素子を理論的に配線することを csv ファイルで記述でき、その結果を検証できる環境を構築した。ここでは、マウスを使って回路図を作成できる機能を持つ既存の logisim をバックエンドで利用し、それをマウスを使わずに利用できるようにするためのフロントエンドプログラム lci を共同開発 (長谷川颯: 全盲者の論理回路学習支援のためのソフトウェアによる実験環境の研究、筑波技術大学学士論文、2019) した。

ただし、現状の lci ではフィードバックループを含めることができず、改良を進めている。

#### 第 3 段階

物理的なブレッドボードとその上での配線を表現でき、より物理的な回路実験に近い検証を行えるようにするために、変数名の与え方の手順を示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 関田巖	4. 巻 23
2. 論文標題 論理回路実験の遠隔支援システムの検討	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 筑波技術大学テクノレポート	6. 最初と最後の頁 160
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 I. Sekita, T. Murakami, H. Shishido, M. Ishikawa, T. Sakai, R. Endo, Y. Chiba, N. Yamaguchi, C. Mashiko, H. Tatsumi
2. 発表標題 Moodle Contents for Learning Shirogame-Style-Sighted-Guide-Technique
3. 学会等名 15th International Mobility Conference（国際学会）
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----