

高専生向け論理回路教材の開発と実践

Development of teaching materials of logic circuits for technical college students

東京工業高等専門学校 社会実装プロジェクト J03 班
 田辺 友斗^{1), 3)}, 早瀬 壮真^{1), 2)}, 水落 祐太^{1), 2)}, 水上 滉介^{1), 3)}
 指導教員 田中 晶^{1), 2)}

- 1) 東京工業高等専門学校 情報工学科 社会実装プロジェクト J03 班 (田中研)
 2) 東京工業高等専門学校 情報工学科 情報通信研究室
 3) 東京工業高等専門学校 情報工学科 制御情報研究室

学生が web サイト上で回路を作成し、動作確認可能な論理回路シミュレーションを行い、視覚的に論理回路を理解できるアプリケーションを作成した。web アプリから Raspberry Pi を介して回路を再現する機能も開発した。これを使用して東京高専2, 3 学年学生向けに授業を実施し、学習効果を得た。

キーワード : 論理回路, web アプリケーション, Raspberry Pi, Web Socket, Linux サーバ

1. はじめに

現代社会における急速なデジタル化と論理回路技術の重要性の増大に伴い、IoT や AI, ビックデータの発展により、論理回路の基礎知識がますます必要となっている。これに対応するため、本教材では論理回路シミュレーションを web 上で学習できるものとし、本教材を通じて、自己学習能力や問題解決能力の向上を目指し、より自主的で創造的な学びの促進を目的としている。将来の技術者や科学者の育成を支援し、持続可能な技術社会の発展に貢献することを目指す。

2. 開発した教材の目的と概要

各国で推進されている STEM 教育の一環として、論理回路の理解はプログラミングやエンジニアリングの基礎となるため、重要な領域となっている。さらに、学校教育においてもデジタル教材の利用が進み、インタラクティブな学習が求められる中で、従来の教科書や講義形式ではカバーしきれない実践的なスキルを提供することが必要とされている。

これらの背景を踏まえて開発した論理回路教材「LogicCraft」の目的は、学生が論理回路

の基礎を理解し、将来的にコンピュータサイエンスやエンジニアリング分野で活躍できるようにすることである。インタラクティブな教材を通じて学生の興味を引き、主体的に学習を薦められる環境を Linuxs サーバ[1]で提供し、実際の回路設計やシミュレーションを行うことで、理論と実践を結びつけた学びを提供する。また、自分のペースで学習を進められる環境を提供することで、将来の技術者や科学者の育成を支援し、フィードバックを反映しながら持続可能な学びの環境を提供する。

3. 開発した教材の内容

作成した論理回路教材「Logic Craft」では 3 ステップを用意し、教材を進めるにつれて難易度を上げている。このようにすることで論理回路を体系的に学習できる。さらに最終ステップでは、論理回路を自ら設計し動作を検証できる。PHP[2], JavaScript などを使用した。[STEP1] (図 1 参照)

- 基本的な素子の動作を 3 種の回路と真理値表を通じて理解する

[STEP2] (図 2 参照)

- Python における基本的な論理素子の関数

の実装を理解する

- 半加算器, 全加算器の動作を再現する
- 作成したコードを実行し正誤確認する
- ChatGPT 3.5 Turbo を用いた ChatBot [3] でヒントを得る

[STEP3] (図 3 参照)

- 基本的な素子を使い, 自ら配線をし, 4 または 16 素子・LED・スイッチで自由に回路を組むことができる

※ここでの基本的な素子とは, AND, OR, XOR, NAND, NOR, XNOR, NOT を指す.

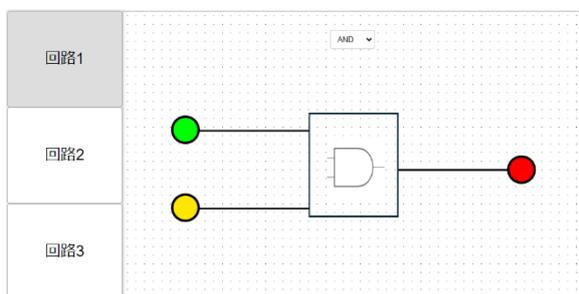


図 1 基本素子と真理値表の step1

```

1 def and_gate(input1, input2):
2     return input1 & input2
3
4
5 def or_gate(input1, input2):
6     return input1 | input2
7
8 def xor_gate(input1, input2):
9     return input1 ^ input2
10
11 def nand_gate(input1, input2):
12     return int(not (input1 & input2))
13
14 def nor_gate(input1, input2):
15     return int(not (input1 | input2))
16
17 def not_gate(input):
18     return int(not input)
19
20 def xnor_gate(input1, input2):
21     return int(not (input1 ^ input2))
22
23 def half_adder(input1, input2):
24     sum = xor_gate(input1, input2)
25     carry = and_gate(input1, input2)
26     return (sum, carry)
27
28 def full_adder(input1, input2, carry_in):
29     (sum1, carry1) = half_adder(input1, input2)

```

図 2 論理関数と Python の step2

A	B	C	led1 ((A XOR B) XOR C)
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	0
0	0	1	1
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

図 3 組合せ回路を設計する step3

4. 実施した講座について

7月には, 東京高専の2年生と年生の正課授業(論理回路 I 及び II)で本教材を使用し実習を行った. 3章で述べた 3step 構成の教材を用いた. また, 7月には八王子市小学校科学教育センター講座の一環として小学生を対象にインターネット・プログラミング講座を実施し, 8月に中学生対象の公開授業を実施し, 同じサーバ上に実装したプログラミング教材群の一部を使用し, フィードバックを得た.

5. まとめ・今後の展望

高専生向け論理回路教材の開発およびそれを用いた講座の実施を述べた. 視覚的にわかりやすくすることや操作のしやすさなどを実現し, 教材を用いた講座では学生が全ステップに取り組み学習効果を得ている. 教材の難易度設定や説明も含めて, 適切な論理回路設計体験環境を提供できた.

6. 謝辞

講座を実施させていただいた八王子小学校科学教育センターの皆さま・先生・関係者の方々, 東京高専 2, 3 年生, 教職員の皆様に厚く御礼申し上げます.

本研究の一部は, JSPS 科研費 22K02905 の助成を受けたものです.

7. 参考文献

[1] 中島能和, ゼロからはじめる Linux サーバ構築・運用ガイド (第 1 版), 株式会社シナノ, 2016.

[2] Laravel 9.x ディレクトリ構造, <https://readouble.com/laravel/9.x/ja/structure.html> (閲覧: 2024 年 4 月 30 日)

[3] クジラ飛行機, 生成 AI・ChatGPT で Python プログラミングアウトプットを 10 倍にする (第 2 版), ソシム株式会社, 2023.