

|             |                        |      |       |
|-------------|------------------------|------|-------|
| 学籍番号<br>氏 名 | V21139 福永 星哉           | 指導教員 | 藤枝 直輝 |
| 題 目         | ディジタル回路学習ツールのエディット機能実装 |      |       |

### 1 はじめに

近年では、AI、IoT、ブロックチェーンなどの進化に伴い、ディジタル回路設計者の需要が高まっている。こうした技術を電子機器に搭載するため、しばしば FPGA (Field Programmable Gate Array) などの集積回路が利用されることが、その背景にある。それに応じて、ディジタル回路に関する学習を行えるツールの需要が増加している。しかし、現状のディジタル回路の学習システムは、英語で作成されていたり、説明が不十分であったりと、初心者や子供向けでないものがほとんどである。一方で、プログラミング的思考を学べる、ビジュアルプログラミング学習ツールの発展は目覚ましい。Minecraft [1] のようなゲームを、プログラミング的思考を学ぶツールとして用いる事例もある。

木村ら、彦坂は、ビジュアルプログラミングの利点を取り入れることで、初心者がツール単体で一から学習を行える、扱いやすいディジタル回路学習ツールの開発を行った [2][3]。これらの先行研究に不足している出題者向けの機能を拡充するため、問題作成・回答といったエディット機能の実装を行う。

### 2 先行研究とその問題点

木村ら、彦坂のツール [2][3] は、Unity で開発されたディジタル回路学習ツールである。説明が日本語である、視覚的に理解しやすいインタフェースをもつなど、初心者にとっての使いやすさを意識している。機能としては、一問一答形式で順番に学べる機能と、論理回路を自由に配置できるフリー機能の 2 つが存在する。しかし、現在のフリー機能は、学習者同士で問題を出し合うなどの方法で、知識をアウトプットしたり、苦手を補い合う用途には使いづらい点があり、それらが課題として残っている。

### 3 拡張内容

本研究は先行研究と同様に、Unity で開発を進める。拡張したツールは、問題文作成画面と論理回路配置画面、回答画面の 3 つのシーンが追加されている。問題文作成画面は、問題文・ヒント・解説文を作成でき、さらに論理回路配置画面で配置した論理回路をカウントするシーンである。論理回路配置画面は、問題文作成画面から移行でき、問題に使用する論理回路を配置できるシーンであり、回答画面では、問題文作成画面で作成した問題などを、任意のタイミングで表示できる機能を実装する。

### 4 動作検証

機能実装後のツールに対し、ユーザーの想定を想定した動作検証と、論理回路の配置数を変更していった場合の、フレームレートとシーンへ移行回数に関する検証を行った。前者では、想定される使用に関しての正常な動作を確認した。後者においても、計測開始時に 50% 程のフレームレートの低下はあったが、それ以降の計測では安定した。最小のフレームレートは、どの場合でも滑らかな動作の目安とされる 60 fps 以上を確保しており、ユーザーの学習意欲を削ぐようなレベルの負荷は観測されなかった。

### 5 おわりに

本研究では、ツールの学習自由度を拡張を目的に、問題作成・解答機能の実装を行った。結果、論理回路のカウント機能や、任意のタイミングで表示する機能などの、問題作成機能に期待される機能を実装できた。また、ユーザーの学習意欲を削ぐようなレベルの負荷は観測されなかった。しかし、ベースとなる機能は実装できたが、解答に対する正誤判定機能の実装や、キャラクターなどを用いて、さらなる視覚的な分かりやすさを求めていくのが、残された課題として存在する。また、間違った部分をハイライト表示したりする機能なども、ディジタル回路に対する理解を深める要素として、これからの実装が期待される。

### 参考文献

[1] Minecraft, <https://www.minecraft.net/ja-jp> (2025-01-23 参照).

[2] 木村元, 藤枝直輝: ビジュアルプログラミングツールの特徴を取り入れたディジタル回路学習ツール, 情処研報 2022-CE-165, No. 7, 2022.

[3] 彦坂英哉: ディジタル回路学習ツールの機能拡充, 卒業論文, 愛知工業大学, 2023