

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：53601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03085

研究課題名（和文）小学生のためのアルゴリズム学習支援システムの構築

研究課題名（英文）Construction of Algorithm Learning Support System for Elementary School Students

研究代表者

鈴木 宏（Suzuki, Hiroshi）

長野工業高等専門学校・情報エレクトロニクス系・教授

研究者番号：30179246

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,000,000円

研究成果の概要（和文）：小学生が、ゲーム感覚でアルゴリズムが学習でき、プログラミング的思考が身に付けられるシステムを開発した。本システムは、児童が迷路画面上のキャラクターをスタートからゴールまで動かすアルゴリズムを考え、その進み方に対応した動きを色シールによりプログラムする。そのプログラムを自動で動かしてアルゴリズムを確認する。

動きに対応した色シールを紙に貼り画像解析をして、その動きをLEDやLEDマトリックスで表示するものや、完全にソフトウェアのみで迷路を解くものなど5種類のシステムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ゲーム感覚でアルゴリズムが学習でき、プログラミングの基礎を身に付けられるシステムは多くあるが、本システムは小中学生がより楽しく興味を持って学習が継続できるもの考えた。また、家庭でパソコンなしで色シールを紙に貼ることでプログラミングができることが最大の特徴で、簡単にプログラミングが学べるシステムとなっている。さらに、近年小学生も学校からタブレットが貸与されているため、それにも対応できるようソフトウェアのみで行えるシステムにも拡張した。

2020年のプログラミング教育が導入され、小学校の先生方にも利用していただけるシステムになっている。

研究成果の概要（英文）： We developed a system that allows elementary school students to learn algorithms like a game and acquire a programming thinking. In this system, students think of an algorithm to move a character on the maze screen from the start to the goal. The students program the movements corresponding to the progress of the character. The student puts a colored sticker on a piece of paper corresponding to the movement, and the system analyzes the image. The program is automatically executed to check the algorithm.

We have developed five different systems, including one that displays the movements using LEDs and an LED matrix, and another that solves the maze completely by software only.

研究分野：教育工学

キーワード：小学生教育 アルゴリズム教育 情報処理 出前授業 プログラミング的思考

1. 研究開始当初の背景

2020年度より小学校では「プログラミング」が必修化され、プログラミングは基本的な教養の一つに含まれるようになった。小学校におけるプログラミング教育の狙いは「プログラムの思考」を育むことである¹⁾。そのための導入として、簡単なアルゴリズム学習がある。小学校でもパソコンに触れる機会が増え、多くの授業で取り入れられているが、既存のアプリケーションを動かしたり、Webで調べたりすることが多く、アルゴリズムまで考える例は少ない。

簡単なアルゴリズム学習から学び、興味を持ってもらいプログラム思考を育成することが必要である。また、小学校低学年は文字を習い始めたばかりであり、ローマ字を用いたパソコン上のプログラミングは難しい。

2. 研究の目的

本研究では、文字でのプログラミングが難しい小学生低学年向けに、文字を使わず色のシールを使用して、ゲーム感覚でアルゴリズムが学習できる学習用教材を試作する。これは、迷路ゲームのマス目が書かれた紙を置き、スタートからゴールまでのルートを考えてもらい、その道順に沿ったカラーシールを用いたプログラミングを行ってもらうことで、アルゴリズムを簡単に学ぶことができる教材を試作する^{2), 3)}。これにより、プログラムの思考を育むことができる。

3. 研究の方法

手動で迷路画面上のキャラクターを動かす、スタートからゴールまで動くようなアルゴリズムを考える。進み方を方向別色シールで紙に貼り、プログラムを作成する。プログラムとはなにかを肌で感じてもらい、情報に興味を持ってもらう。手順を図1に示す。まず、家などでシールや絵により、キャラクターの動きを描き(図1の), 学校などで画像解析を行い(図1の), キャラクターの動きをLED表示などで自動的に示す(図1の)システムを構築する。

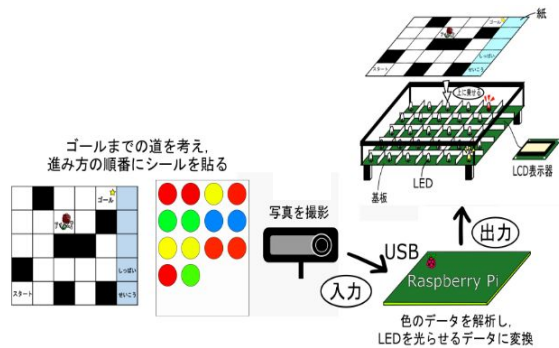


図1 開発したシステムの流れ

最後に実際に、小中学校で出前授業を行いその効果を確認し、システムの改良を行う。

研究開始当初は、色のシールを用いてプログラミングを行い画像解析をする方法として、以下の(1)～(3)を試作していたが、シールを貼るプログラミング部分をソフトウェアのみで行う(4)のシステム開発も行った。また、近年小学生低学年より一人一台のタブレットが貸与されるようになり、それにも対応した(5)のシステム開発も試みた。

本助成金により開発したシステムは、以下の5種類である。なお、詳細は研究成果で示す。

色シールを用いて画像解析をしてキャラクターの動きを表示させるシステム

- (1) LED表示型：キャラクターの動きをLEDにより表示する。
- (2) LEDマトリクス表示型：(1)のLED部分をLEDマトリクスに置換えた。
- (3) ディスプレイ表示型：

タッチスクリーンディスプレイにキャラクターの動きをソフトウェア表示する。
プログラム作成から表示までソフトウェアのみで行うシステム

- (4) マイコン型：マイコンとタッチスクリーンディスプレイで入力から出力まで行う。
- (5) タブレット型：(4)をタブレットで実行できるようにした。

4. 研究成果

(1) LED 表示型^{4), 5)}

LED 表示型の外観を図 2 に示す。右側の空いているところにはカメラがセットされる。

色シールによりプログラムした紙を図 3 に示す台にセットし、撮影スイッチを押すと撮影と画像解析が行われる。解析が終了すると自動で LED がプログラムの順番で図 4 のように光る。この時はじめに選んだ迷路を LED の上に置くことで実際に迷路を進んでいることが分かるようになっている。図 4 の上部にある LCD には、図 5 に示すように迷路選択、ゴールまでの手数を示す目標値、結果の表示などを行う。また、ゴールに着いた時は、OK の LED が光り成功の音が鳴るようにして、楽しみながら学習が行えるようにしている。

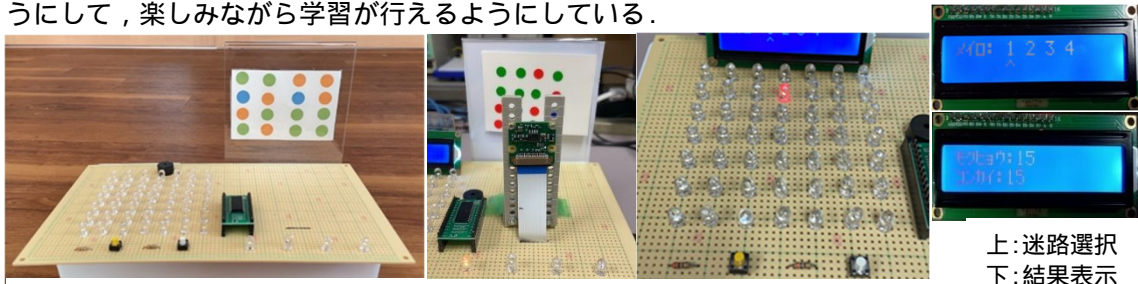


図 2 LED 表示型 教材の外観 図 3 撮影風景 図 4 動作中の様子 図 5 LCD 表示画面

(2) LED マトリックス表示型^{6), 7), 8)}

図 2 の LED 部分を LED マトリックスに変えることで LED マトリックス表示型となる。

図 6 に示すようなデコーダーとトランジスタにより点灯させる LED を決定していたが、配線が複雑で、また識別できる LED が多くできず迷路の大きさが 5X5 の大きさであった。しかし、ドライバーモジュールを用いることで、図 7 に示すように配線が少なく 7X7 の大きさまでの迷路を作ることができた。色シールを用いたプログラムの画像解析は(1)と同様である。

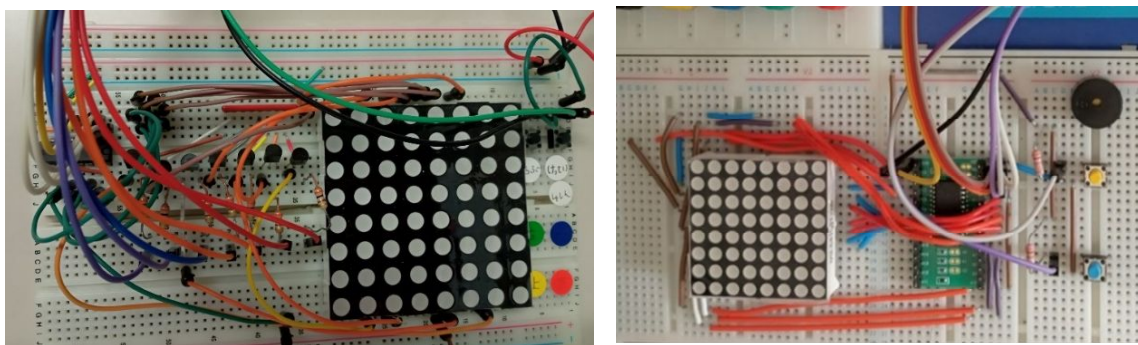


図 6 デコーダーとトランジスタを用いた回路 図 7 ドライバーモジュールを用いた回路

(3) ディスプレイ表示型⁹⁾

ディスプレイ表示型の教材の外観を図 8 に内部を図 9 にそれぞれ示す。

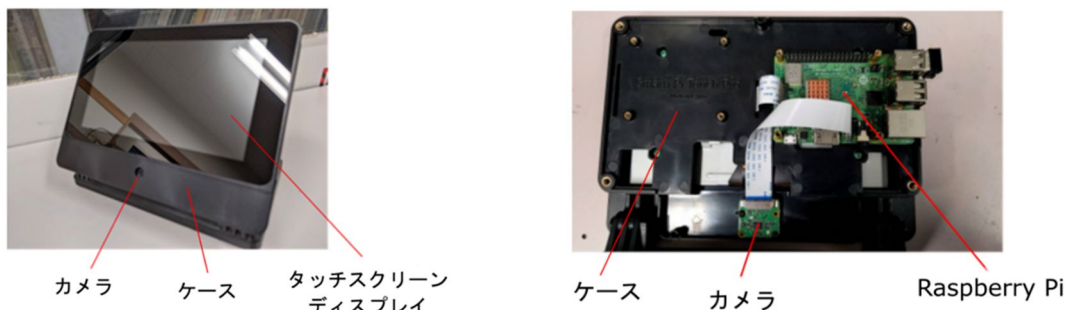


図 8 ディスプレイ表示型の外観 図 9 ディスプレイ表示型の内部(裏面より撮影)

専用ケースを用いることで内部に、Raspberry Pi3 Model B+, タッチスクリーンディスプレイ, カメラモジュールである RASPBERRY Pi CAMERA MODULE V2 が収納できパソコンより小型で持ち運びしやすく家庭学習でも使える教材である。

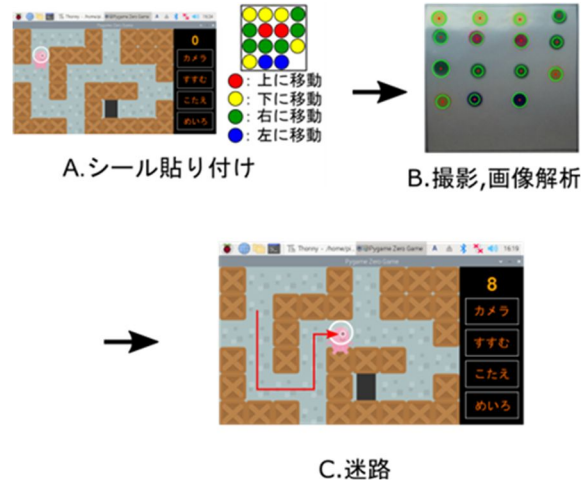


図 10 ディスプレイ表示型のシステム概要

ディスプレイ表示型のシステム概要を図 10 に示す。はじめに迷路を選択し, 選んだ迷路のスタートからゴールまでのルートを考え, その進み方に対応したカラーシールを紙に貼る (A)。カメラで撮影し, マイコン内部で画像解析を行う (B)。プログラムされたルートでキャラクターがディスプレイ上で移動する (C)。ゴールまでたどり着くと正解画面が表示される。また, 答え画面も用意しており, 確認を行うこともできる。色シールを貼りカメラ撮影をして画像解析を行うことは, (1), (2) と同じである。

(4) マイコン型¹⁰⁾

(1) から (3) のシステムでカメラでの撮影する際に, シールを貼った紙を撮影位置に合わせてづらいことや, 光の関係で色シールの識別や白い紙と黄色いシールの境目が不明瞭となりやすく円の識別に失敗することが多くあった。図 8 に示すタッチスクリーンディスプレイと内部のマイコンで教材を開発しており, すべてソフトウェアで行うことを考えた。また, 使い方を学ぶ意味も含めチュートリアルモードと実際にプログラム学習をするプログラムモードの 2 種類のモードを設け, それぞれに複数の迷路を用意した。マイコン型は, カメラ撮影で起こる不具合は解消され簡単にプログラムを行うことができるようになったが, 図 8 に示すパソコン (タッチスクリーンディスプレイと内部にマイコン) がないとプログラム作成や実行ができない。また, 家で色シールによるいろいろなアルゴリズムによるプログラミングができなくなった。しかし, これらのことも後述する (5) のタブレット型で解消することができる。

図 11 にマイコン型のチュートリアルモードを示す。このモードはチュートリアルとして, ソフトの扱い方や迷路の解き方を学ぶ。右上には歩数カウンタがあり, 操作キーでキャラクターを動かすたびに 1 ずつカウントされる。迷路下の入力表示パネルに動かした方向の矢印が表示される。ゲーム感覚でマイコン型のシステムを使用することができる。

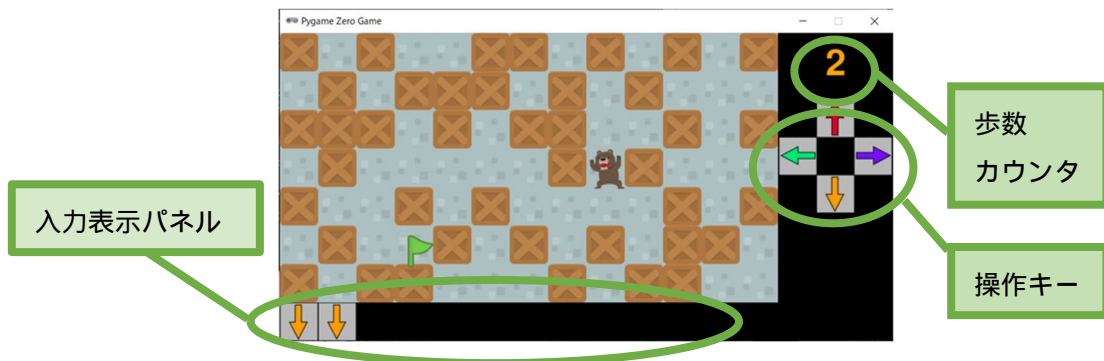


図 11 マイコン型のチュートリアルモード

図 12 にマイコン型のプログラムモードを示す。ゴールまでたどりつけるようなアルゴリズムを考える。それに従い操作キーをタッチしてプログラムパネルに必要な進む矢印を入力してプログラムする。ゴールまで行く道筋をプログラムできたら「うごかす」ボタンをタップすると、自動的に入力した矢印の方向へ動き始める。また、鍵を取らないとドアが開かない「鍵とドア」や、ある場所からある場所に移動する「ワープ」などがある迷路¹⁾もあり、難易度が変わられるようになっている。このモードにより、アルゴリズム学習を行うことができる。

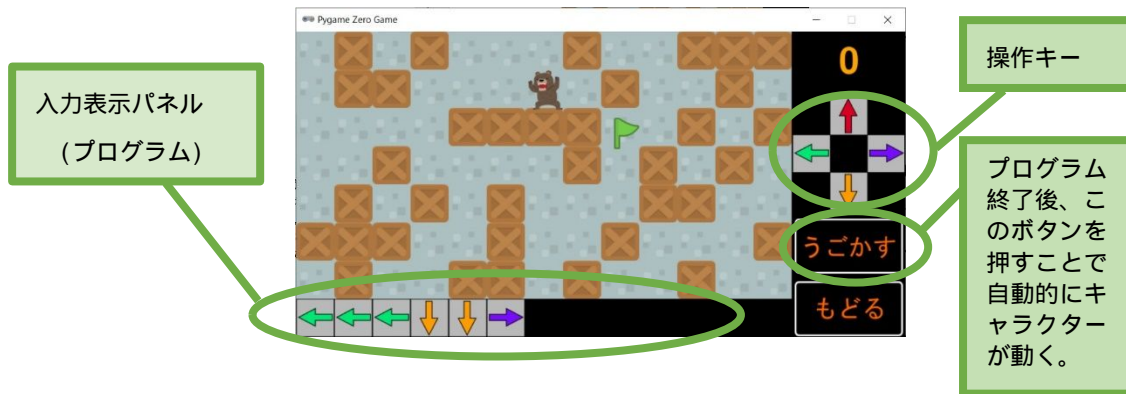


図 12 マイコン型のプログラムモード

(5) タブレット型¹²⁾

(4)と同様なソフトウェアで、チュートリアルモードとプログラムモードがあり、専用のパソコン(タッチスクリーンディスプレイと内部にマイコン)を必要とせず、近年小学校低学年より学校から貸与されたタブレットで動くシステムである。

タブレット型は、貸与タブレット上で動作する専用のソフトであるが、ソフトウェアをダウンロードして実行する必要がある、また機種により実行できない場合がある。このためすべての小学校低学年の児童が自由に使うことができない。この問題を解決するために、現在タブレット専用のソフトではなく、Web上で利用できるシステムを開発中である。これにより、ネットワークに繋がってWebが閲覧できる機種であれば、パソコン・携帯・タブレットなど機種によらず、本ソフトウェアでプログラムを学ぶことができ、いつでもどこでもプログラムの思考能力を高めることができると考える。

<引用文献>

- 1) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引（第三版），pp11-22，(2020)
- 2) 鈴木宏，下平紗代，本庄瑠奈，中林暉裕，根岸功輔：低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の試作，長野工業高等専門学校紀要第55号，2-1，(2021.6)，1-4
- 3) 鈴木宏，山田瑞樹，川上新太，竹花真結：低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の製作，長野工業高等専門学校紀要第56号，2-1，(2022.6)，1-5
- 4) 下平紗代：小学生のためのアルゴリズム学習用アプリケーションの試作，平成30年度長野高専卒業論文，(2019.2)
- 5) 本庄瑠奈：小学生向けアルゴリズム学習用教材の試作，令和元年度長野高専卒業論文，(2020.2)
- 6) 中林暉裕，根岸功輔：低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の実用化に向けた製作，令和2年度長野高専卒業論文，(2021.2)
- 7) 中林暉裕，根岸功輔，鈴木宏：小学生のためのアルゴリズム学習用教材の開発，国立高専機構令和2年度第二ブロックオンライン研究発表会，(2021.3)
- 8) 山田瑞樹，竹花真結：小学生のためのアルゴリズム学習用教材の製作 ハードウェア版，令和3年度長野高専卒業論文，(2022.2)
- 9) 川上新太：小学生のためのアルゴリズム学習用教材の製作 ソフトウェア版，令和3年度長野高専卒業論文，(2022.2)
- 10) 門馬うた：低年齢層向けのアルゴリズム学習用教材の開発，令和5年度長野高専卒業論文，(2024.2)
- 11) 中島輝：小学生のためのアルゴリズム学習用教材の改良-ソフトウェア版-，令和4年度長野高専卒業論文，(2023.2)
- 12) 須加尾優夢：小学生のためのアルゴリズム学習用教材の製作 タブレット用ソフトウェア版，令和4年度長野高専卒業論文，(2023.2)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

鈴木宏, 下平紗代, 本庄瑠奈, 中林暉裕, 根岸功輔: 低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の試作, 長野工業高等専門学校紀要第55号, 2-1, (2021.6), 1-4

鈴木宏, 山田瑞樹, 川上新太, 竹花真結: 低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の製作, 長野工業高等専門学校紀要第56号, 2-1, (2022.6), 1-5

中林暉裕, 根岸功輔, 鈴木宏: 小学生のためのアルゴリズム学習用教材の開発, 国立高専機構令和2年度第二ブロックオンライン研究発表会, (2021.3)

本研究の成果報告を長野工業高等専門学校教育研究報告第1号に投稿中(2024年8月発行)

低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の製作
https://nagano-nct.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=1160&item_no=1&page_id=13&block_id=28

低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の試作
https://nagano-nct.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=1123&item_no=1&page_id=13&block_id=28

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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------