

令和6年 3月29日

令和5年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	Educational Toy	
研究課題名	安価でかつ画像処理が可能な知育玩具の製作	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B25N049
	氏 名	三浦 幹広
指導教員	学 科	知能メカトロニクス学科
	氏 名	齋藤 敬

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

安価でかつ画像処理が可能な知育玩具の製作

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科
1年 三浦 幹広

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科
教授 齋藤 敬

学生支援スタッフ システム科学技術研究科 総合システム工学専攻
1年 落合 颯太

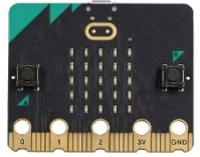
1. 目的

超スマート社会 (Society5.0) の到来により, これまでにない新たな価値の創造と展開が可能な時代を迎えつつある. 急速に変化する社会状況に合わせ, 平成 29 年 3 月に小学校及び中学校, 平成 30 年 3 月に高等学校の新学習指導要領が公示された[1][2][3]. この改訂により, 情報活用能力が言語能力と同様に学習の基盤となる資質・能力と位置づけられ, 教科横断的に育成する旨を明記するとともに, 小・中・高等学校を通じてプログラミング教育を充実させるものと明記された[4].

プログラミングに取り組む狙いは, プログラミング言語を覚えたり, プログラミングの技能を習得したりといったことではなく, 論理的思考力を育むとともに, 身近な問題の解決に主体的に取り組む態度を育むことなどにあるとされる. 高等学校においては, 共通必修科目として情報 I が設定され, すべての生徒がプログラミングについて学ぶなど, 小・中・高等学校のすべての学校段階を通じてプログラミング教育が実施されることとなっている.

プログラミングに関する学習活動については, 学習指導要領に例示され実施するものや, クラブ活動など特定の児童生徒のみを対象とするものの教育課程内で実施するもの, 学校外でのプログラミングの学習機会といった教育課程外で実施されるものなどに分類される. これらの学習活動を支える様々な教材が販売されており, そのいくつかの例を表 1 に示す.

表 1 市販されているロボットプログラミング教材の例

	<p>MESH (ソニー株式会社)</p> <p>センサーや LED がそれぞれユニットとして無線で接続でき, プログラミングは専用のグラフィック型アプリで行う. モーターなどを使用するためには GPIO ブロックと別途モータードライバーなどを用意する必要がある.</p>
	<p>LEGO education SPIKE (レゴ エデュケーション)</p> <p>カラーセンサーやモーターのモジュールと, 構造体となるブロックパーツからなるセットで, プログラミングは Scratch ベースの専用アプリで行う. カメラ撮影モジュールは無く, センサーやアクチュエーターは限られる.</p>
	<p>BBC micro:bit (Micro:bit Educational Foundation)</p> <p>LED やボタン, センサーなどを搭載した小型マイコンボードであり, ブロック型のエディターのほか, JavaScript や Python によるプログラミングが可能. アクチュエーターの使用は別途拡張ボードを用意する必要がある.</p>
	<p>IchigoJam (株式会社 jig. jp)</p> <p>プログラミング専用こどもパソコンとして地域 ICT クラブなどでの活用例もあるシングルボードコンピューター. ハードウェアの自由度は高いが, BASIC でプログラムを作成する必要があるなど活用の難易度はやや高い.</p>

ここで、学習指導要領に例示されたプログラムを実行するには不足しないものの、画像処理を行うような発展的な要求を満たす教材はほとんど見受けられない。学習指導要領には、進化した人工知能に関して記載されるなど、AI を用いた画像認識などの技術について関心をもつ児童生徒や教育者は増加することが予想されるなか、そういったニーズに耐えうる教材が求められるだろう。本研究では、基礎的なプログラミング教育を受けた中学生や高校生のうち、さらにスキルアップを目指す生徒らに向けた教材の開発を目指す。具体的には、画像処理や画像認識などの先端技術を利用可能、かつ、ハードウェアとの連携も容易な教材の開発を行う。ロボットコンテストのような、発展的な使用にも耐えうるような教材は、児童生徒らのプログラミングの能力を開花させ、想像力を発揮して、将来の社会におけるプログラミング知識活用のきっかけとなることが期待できる。

2. 研究概要

2-1. 目標設定

本研究で開発を目指すプログラミング教材について仕様を設定し、表2に示す。

表2 開発を目指すプログラミング教材の主な仕様

対象	中学生から高校生で、プログラミング未経験であるか、条件分岐処理や繰り返し処理を理解しており、発展的なプログラミングへの意欲が高い生徒。
プログラミング	言語の学習にかかるコストを低減するため、グラフィック言語によるもの。AIによる画像認識など、先端技術を組み込むことができるもの。
ハードウェア	接続パーツのユニット化など、キットとして展開可能であること。
その他	個人や予算の少ない団体でも使用できるよう、安価であること。

仕様を満たす教材に向け、プログラミング言語としてLabVIEW (NI)を選定した。LabVIEWは機能ブロックをワイヤーで連結することでプログラムとなる、グラフィック型言語であり、機能や入出力関係、データフローが直感的に把握できるなど初学者向けでありながら、並列処理が自動的に実行され、豊富なライブラリを有する等、高機能である。また非営利目的では無償で使用できるLabVIEW Community Editionが公開されており、費用面でも優位である。

2-2. スケジュール

本研究のスケジュールについて表3に示す。

表3 研究スケジュール

月	実施項目	実施内容
4	目標設定と計画	知育玩具に必要な要素を調べ、目標を設定した
5-6	3D-CADを習得	Autodesk Fusionを使った3D-CAD技術の習得
7-11	LabVIEWを学ぶ	LabVIEWによるグラフィカルプログラミングを学んだ
12	OpenCVを学ぶ	OpenCVでできることを学び、知育玩具への応用を考えた
1	G検定受験・合格	画像処理含むディープラーニングについて学んだ
2	LabVIEWとOpenCVの連携	LabVIEW上での画像処理を可能にした

教材の筐体としてのインターフェースを開発するため、教育機関限定ライセンスを無償利用可能なAutodesk Fusion (旧Fusion 360) (オートデスク)による3D-CAD技術を習得した。その他、LabVIEWや画像処理についての理解を深めながら開発を行った。

3. 実施内容

プログラミング環境は、Windows 11 をインストールした PC 上で LabVIEW Community Edition 2023 Q1 32bit をインストールすることで構築した。当初、プログラミング環境を安価に提供するため、Raspberry Pi 4 Model B に対し、Linux 版の LabVIEW Community Edition をインストールすることを試みた。しかし、Raspberry Pi に対して開発環境をインストールすることはできなかった。エラーメッセージを確認すると、ARM プロセッサであることが原因の一つであることが示唆されるが、理由は明らかにできていない。今回は、その他の機能の開発を優先するため、Windows PC を用いた開発環境とした。

画像処理や画像認識などの分野に焦点をあて、これらの技術を取り入れた教材の開発を目指しているため、これらの機能をもつモジュールが必要である。NI のマシンビジョンアプリケーションの開発環境である、Vision Development Module を用いると、Vision assistant による、画像の二値化やパターンマッチングなどの古典的な画像解析を LabVIEW に組み込んで行うことができる。しかし、これは別途、高額なライセンス契約が必要であり、LabVIEW Community Edition のみでは画像を用いたプログラムを作成することはできない。

これに対応するため、LabVIEW 内で Python を用いて画像認識が可能なモジュールを開発した。まず、Python 3.10 にて画像処理・画像解析のためのライブラリである OpenCV を用いて画像から任意の座標を求めるプログラムを作成した。ここでは、撮影した画像のうち、指定した色の座標を返すものとし、Python で関数として定義した。つぎに、LabVIEW で作成した Python ノードを呼び出し、指定した関数をモジュールとして実行するプログラムを作成した。作成したプログラムの LabVIEW ブロックダイアグラムの画面を図 1 に示す。これにより、LabVIEW Community Edition において、画像を使用するプログラミングを容易に実行することが可能となった。

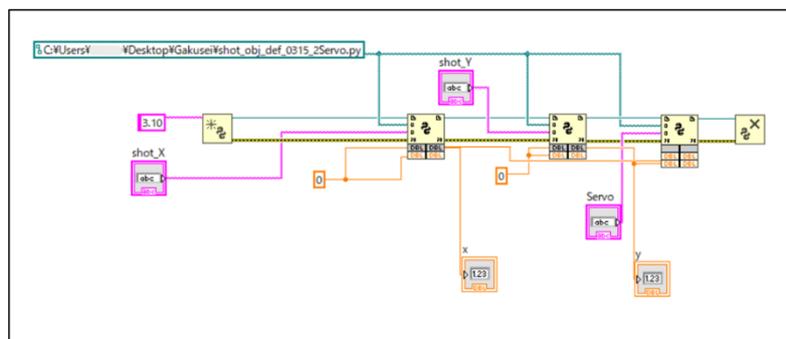


図 1 LabVIEW で Python ノードを実行する様子

この方法を用いて、画像認識を行えるプログラミング教材としての有用性を検証するため、本学科の知能メカトロニクス通論Ⅳの講義で中間競技として実施される、画像を撮影し、物体の根元を指し示すロボットを模擬したシステムの構築を行った。画像の取得には USB WEB カメラ (BSWHD06M, 株式会社バッファロー) を、指示棒の動作にはアダプターを介して USB 接続可能な小型サーボモーター (KRS-3304R2 ICS, 近藤科学株式会社) を用いた。これらを用いて、白い紙の上に設置した青い付箋を指し示すシステムを構築した。

プログラムは、はじめに、画像を撮影し、OpenCV で処理を行う。ここで、付箋の色を抽出することで、画像に対する付箋の座標を取得する。ここまです Python で関数と定義し、LabVIEW 上で実行、付箋の座標を LabVIEW に受け渡す。次に、座標を指し示すため、サーボモーターの動作角度を求める必要がある。LabVIEW 上で計算を行うことも可能であるが、LabVIEW と Python 間で引数と戻り値の連携が行えることを確認するため、この計算も Python で関数を作成することにより実行し

た。さらに、得られた動作角度を近藤科学が提供する Python ライブラリを実行することでサーボモーターを動作させ、システムとした。構築した検証システムの全体像を図 2 に、付箋を指し示す様子を図 3 に示す。

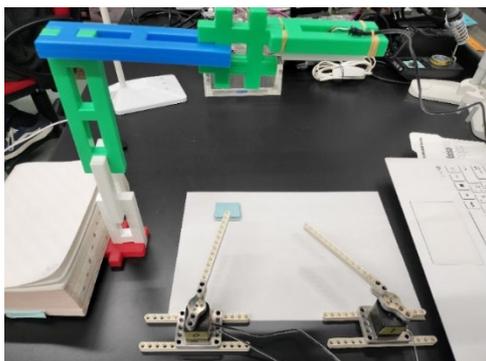


図 2 構築した検証システムの全体像

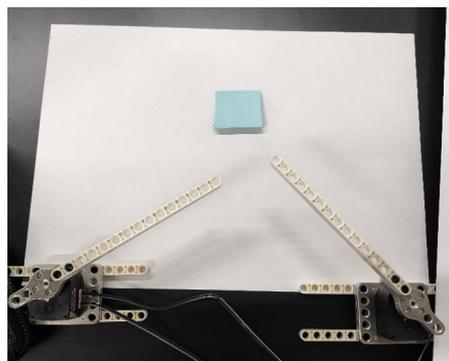


図 3 付箋を認識し指し示す様子

以上の結果より、青い付箋を置いた位置をサーボモーターの動作によって、指し示す検証システムの構築が確認された。今回は青い付箋を用いた実験を行ったが、画像処理のモジュールを調整することで他の用途にも応用できる。画像処理やモーターの動作をモジュールとして提供する本教材は、工夫次第でさまざまな応用例が期待され、発展的なプログラミング教育に役立つと考えている。

4. 結論

非営利用途に無償で使用可能なプログラミング環境である LabVIEW Community Edition と Python を連携させることにより、LabVIEW 単体では実行できない画像処理を含むプログラムを OpenCV の機能を活用することで、費用をかけずに構築できることを示した。これは、従来市販されるプログラミング教材では困難であった、画像認識を含む発展的なロボットプログラミングを安価に、ひろく提供しうるものである。Python コードを LabVIEW 上で実行できることも示しているため、AI による画像認識を組み込むなど、生徒らの発展的な学びとスキルアップに資することが期待される。

一方で、検証した画像処理のプログラムはリアルタイム性などで改善の余地がみられた。LabVIEW 上で用いるモジュールの改善などをソフトウェア面での改善を行うとともに、カメラやモーターなどインターフェースの接続方法といったハードウェア面での検討も行うことで、より優れたプログラミング教材の開発が行えるだろう。

本研究を通して、プログラミング言語とハードウェアの統合が教育分野においてどれほど重要であるかを理解した。特に、教材の開発だけでなく、ハードウェアとの連携によって生徒たちが実践的な学習を行うことが重要であることも理解した。これらの知識を活かして、教育現場におけるプログラミング教育の充実と、生徒たちの能力や興味を引き出すための取り組みを行いたい。具体的には、LabVIEW や Python を活用した教材を通じ、生徒たちがリアルな課題に対して自ら考え、創造的な解決策を見出せる力を育成したいと考えている。また、これらの取り組みを通じて、将来の社会に貢献できる人材を育てる一助となることを期待している。

参考文献

- [1] 文部科学省、「小学校学習指導要領（平成 29 年告示）」，2017.
- [2] 文部科学省、「中学校学習指導要領（平成 29 年告示）」，2017.
- [3] 文部科学省、「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）」，2018.
- [4] 文部科学省、「令和 4 年度 文部科学白書」，2022.