

令和 6 年 5 月 22 日現在

機関番号：51501

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K13656

研究課題名（和文）小学生でも学習可能な教育実習型IoTデバイスの創生

研究課題名（英文）Development of practical educational IoT device that can be used by elementary school students

研究代表者

高橋 聡（Takahashi, Sou）

鶴岡工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：30783493

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：研究期間内において小学生でも扱えるよう組み立てが容易な教育実習型IoTデバイスを3Dプリンターを使用し完成させ、小学生でも操作できるよう、ブロックでプログラミングが可能なビジュアルプログラミング環境を開発した。また、教育実習用IoTデバイスの評価として、高専3年次（18歳相当）の学生の実験に導入し、理解度アンケートを取得した。アンケートは事前と事後に実施し、特にIoTとセンサやアクチュエータとの関係性についての項目では、理解できた・とてもよく理解できたと回答した学生割合が77%と非常に向上した結果となった。これらの成果を、国内学会4件、学術雑誌1件投稿し社会発信を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果の学術的意義として、研究機関内の成果から、これまで高等教育機関においてもIoT分野の具体的な教育カリキュラムや教材が存在しないのが現状を助成事業で創生した教育実習型IoTデバイスを教材として利用することで、座学と実践を融合したIoT教育モデルの作成目途が立ったと結論づける。社会的意義として、教育実習型IoTデバイスを使用したアプリケーションを地域の小中高生とともに創造し、アントレプレナーシップ教育への導入もやIoTを導入を検討している企業等の新社会人への導入も可能であり、幅広く教育実習用IoTデバイスが活用できるため、産業への貢献も大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We developed an educational IoT device using a 3D printer throughout the study period. We have made the programming process visual by using blocks to make programming easy even for elementary school students to operate. Also, for an evaluation of the educational IoT device, we have conducted a questionnaire survey to third-year students at Tsuruoka KOSEN (aged around 18 years old). Conducting questionnaires before and after using the educational IoT device for lecture, results have found that over 77% of the students have answered with a higher level of understanding of the relationship between IoT devices, sensors, and actuators. We have shared our results through publishing an academic paper as well as presenting at a domestic academic conference.

研究分野：IoT

キーワード：IoT 先端IT人材育成 教育デバイス

1. 研究開始当初の背景

経済産業省がまとめた「IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」によると、2020年までに日本では4.8万人の先端IT人材が不足すると予測されている。特に、【AI・ビッグデータ・IoT】などの先端IT技術は今後産業界を変革する大きな可能性を秘めているため人材不足は急務な課題である。即戦力となるエンジニアの育成は我が国の高等教育機関である高専の使命である。しかしながら、先端IT人材を育成するための教育モデルは高等教育機関においても具体的な教育カリキュラムの目途が立っていないのが現状である。そこで本研究では、学生自ら主体性を持ち、「十分な知識を持った人材」、「製品やサービスを具体化できる人材」の教育モデルの確立を目的とした先端IT人材育成の教育モデル実現に向けた教育実習型IoTデバイスの創生を目的に研究を進める。

2. 研究の目的

本研究では、先端IT人材育成のための教育実習型デバイスの創生を目的として、以下のコンセプトを基に行う。

- (1) 多種多様なセンサーを接続が可能で、様々なアプリケーションへ応用が可能
- (2) 小学生でも容易に組み立てが可能で、先端ITを1,2時間程度で体験が可能なデバイス
- (3) 基本的なプログラムは内蔵されており、また容易にプログラムの変更が可能

(1)は様々なアプリケーションへ応用を学生が主体性を持って考えることができる独自性を有している。(2)は少子化傾向にある我が国において先端IT人材を産業界に送り出すためには、小中学校の生徒を対象に魅力的な出前授業を提供し、少しでも多くのエンジニアの卵を獲得する必要があると考えている。そこで本デバイスは小学生から高校生までの幅広い年齢層に対応できるように開発しており他に例がなく独創的である。デバイスの接続に脱着式を採用し、また独自に開発したアタッチメントを使用することで、更に容易に組み立て可能な点から可能となっている。(3)ではプログラムコードの記述が必要なく、視覚的な操作でプログラミングが可能なビジュアルプログラミングを採用することで小学生に対応し、従来のテキスト言語に変換する機能を付加させ、高専生でも既存のプログラミングが学習できる。

3. 研究の方法

(1) 3Dプリンターを使用した教育実習用IoTデバイスの作製

本研究の教育用IoTデバイスは小学生でも組み立てできるように、本研究独自のアタッチメント部の作成を行う必要がある。このアタッチメント部は差し込むことでセンサーと本体の接続を行うことができるが、高い寸法精度が要求されるため作成することが困難であった。そこで本研究では、要求精度(積層ピッチ:0.01mm)を満たした3Dプリンターを導入し、アタッチメント部の開発を行う。

(2) Google Blocklyを使用した視覚的プログラミング環境の開発

小学生にとって、プログラムをテキストで記述(データ記述言語)では、プログラミングの基礎知識がない生徒にとってはハードルが高く、プログラムの作成が困難であることが予想される。そこで本研究では、プログラムをテキストで記述するのではなく、視覚的なオブジェクトでプログラミングするプログラミング言語であるビジュアルプログラミングとデータ記述言語を同時に学習できるようにGoogleが提供しているGoogle Blocklyを用いたプログラミング実行環境の設計・作成を行う。

(3) 理解度アンケートによる教育実習用IoTデバイスの有意性の評価

本研究で作製した教育実習用IoTデバイスの有意性を評価するため、開発した教育用IoTデバイスによる評価として理解度アンケートを取得し、教育用IoTデバイスの有用性を評価することであった。本研究において、高専3年次の工学・実験実習の実験科目に教育用IoTデバイスの実験を作成し、39名の学生に実験を実施しアンケートを取得する。アンケート項目としてIoTについての認知度、IoTについての全体の理解度、IoTとネットワークの関係性について、IoTとセンサーやアクチュエータの関係性について、IoTの今後の利活用について、の項目において事前アンケートと事後アンケートを取得し本デバイスの実験においてどの程度理解度が向上するのかを評価する。

4. 研究成果

(1) 3Dプリンターを使用した教育実習用 IoT デバイスの作製についての成果

図1に本研究で作製した教育実習用 IoT デバイスの全体像を示す。デバイス本体には3つのアタッチメントを差し込めるよう設計を行い、センタとアクチュエータそれぞれ3つずつ、アタッチメント部に差し込むことだけで動作するように内部配線を設計した。またデバイス下部にはシングルボードコンピュータである Raspberry Pi 3B が設置されており、デバイス下部にモバイルバッテリーを入れることでスタンドアロン動作することが可能になっており、また無線の機能を有しているためリモートデスクトップ機能を用いて遠隔操作することが可能になっている。

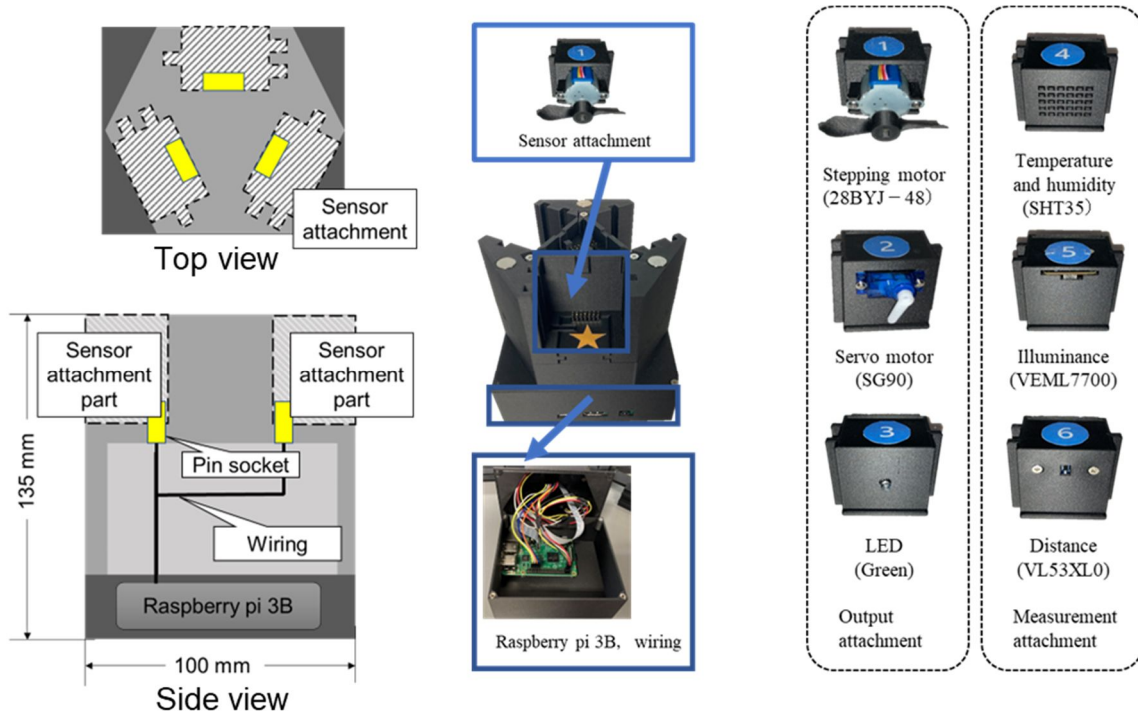


図1 作製した教育実習用 IoT デバイスの全体像

(2) Google Blockly を使用した視覚的プログラミング環境の開発についての成果

図2に本研究で開発した視覚的プログラミング環境を示す。この環境で左側のブロックをマウスやタブレットの場合、指などで中央まで移動させ組み立てることでプログラムが可能となった。また、低学年層では操作に不慣れな生徒もいたため、更に環境を改善し最終的に図3のように教育実習用 IoT デバイスにカメラ機能を付加し、写真から画像処理を行い視覚的プログラミング環境に反映される環境の構築を行い、操作に不慣れな生徒も学習できるように改良を施した。



図2 開発した視覚的プログラミング環境

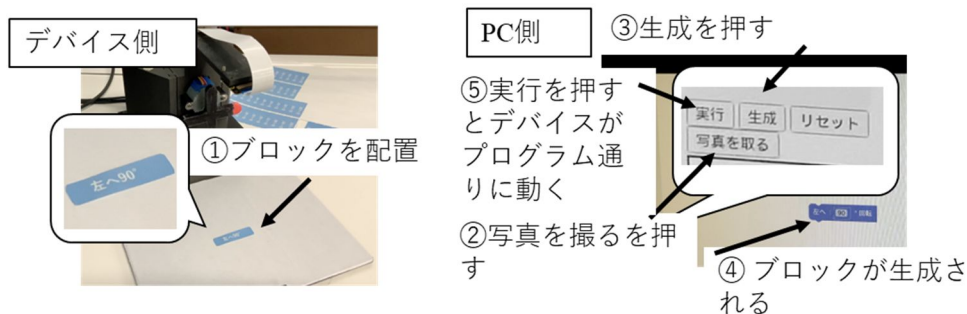


図3 情報端末操作が不慣れな低学年用のプログラミング環境と方法

(3) 理解度アンケートによる教育実習用 IoT デバイスの有意性の評価についての成果

本研究において、高専3年次の工学・実験実習の実験科目に教育用IoTデバイスの実験を作成し、39名の学生に実験を実施しアンケートを取得した。高校生向けの端末操作はPythonの環境でプログラミングを実施した。本実験内容として、ステッピングモーター、サーボモーター、LED、温湿度センサー、照度センサー、距離センサーの6つのアクチュエータとセンサーのサンプルプログラムを予め作成し実験を行った。また、これらのセンサーとアクチュエータの組み合わせ例として、距離センサーとサーボモーター、照度センサーとLEDを組み合わせたサンプルプログラムを作成した。図4に距離センサーとサーボモーターを組み合わせたサンプルプログラムの結果を示す。距離センサーから手の位置に応じてサーボモーターの回転方向が変化することを確認できるようになっている。図5は、照度センサーとLEDを組み合わせたサンプルプログラムの実行結果を示している。室内の明るさが十分な場合、LEDは消灯したままになります。室内の明るさが低い場合、LEDが点灯する。

開発した教育実習用IoTデバイスは、図4、図5に示すように、様々なセンサーやアクチュエータを組み合わせてIoTを体験することができる。将来的には、IoTを体験だけでなく、様々なセンサーやアクチュエータのアタッチメントを追加することで、学生自身のアプリケーションを実現することも期待できる。

表1に取得したアンケート結果を示す。実験前後による理解度の割合が全ての項目において向上したことが確認できる。特に4つの項目では、理解度が7割以上向上し、今後のIoT利活用についてとその他項目と比較し伸びていないように見えるが、この項目に関しては実験前からの理解度(興味度)が高いということは学生自身の学び意欲が高いということなので他の項目と比較し、あまり伸びなかったものと考えられる。これらの結果から教育実習用IoTデバイスの有意性が高いことを確認した。

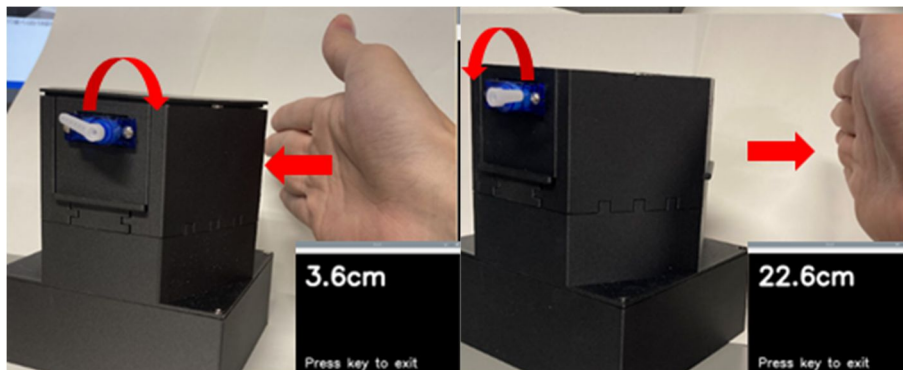


図4 距離センサーとサーボモーターを組み合わせたサンプルプログラムの実行結果



図5 照度センサーとLEDを組み合わせたサンプルプログラムの実行結果

表1 アンケート結果のまとめ

	IoTへの認知度		IoTへの全体理解度		ネットワークとIoTの関係性		センサーとアクチュエータとIoTの関係性		今後のIoT利活用への興味	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
理解していない[人]	12	0	18	0	16	0	34	0	1	0
少し理解している[人]	18	2	17	4	19	5	4	9	11	0
理解している[人]	8	20	3	19	3	20	0	15	18	13
とてもよく理解している[人]	1	17	1	16	1	14	1	15	9	26
理解している以上の割合[%]	23.1	94.9	10.3	89.7	10.3	87.2	2.6	76.9	69.2	100.0
実験前後の割合の変化[%]	71.8		79.5		76.9		74.4		30.8	

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Takahashi Sou, Ikarashi Atsuya, Saito Tatsuhiro, Yasuda Arata	4. 巻 144
2. 論文標題 Developing an Educational Internet of Things Device For a Wide Range of Young People	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejieiss.144.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 堀兎輔, 安田新, 高橋聡
2. 発表標題 教育実習用IoTデバイスを用いたIoT学習ゲーム環境の開発
3. 学会等名 令和6年東北地区若手研究者研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 齋藤龍宏, 五十嵐敦也, 高橋聡
2. 発表標題 教育用IoTデバイス教材のためのハード・ソフトウェア実習環境の構築
3. 学会等名 令和5年東北地区若手研究者研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 五十嵐敦也, 安田新, 高橋聡
2. 発表標題 教育実習型IoTデバイスに関するセンサデバイス構造の開発
3. 学会等名 令和5年東北地区若手研究者研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 五十嵐敦也, 安田新, 高橋聡
2. 発表標題 IoT人材教育に向けた学習用IoTデバイスの開発
3. 学会等名 令和4年東北地区若手研究者研究発表会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

reseachmap https://researchmap.jp/takahashi-s 高橋研究室ホームページ http://takahashi-s.pr.tsuruoka-nct.ac.jp/reseachmap

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