

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25780524

研究課題名(和文)協働学習のための情報端末を活用する自律型ロボット教材の開発

研究課題名(英文)The development of teaching materials of an autonomous robot utilizing the information terminal in Collaborative Learning

研究代表者

室伏 春樹(Haruki, Murofushi)

静岡大学・教育学部・助教

研究者番号：30609293

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：Androidタブレット端末上でプログラムを作成・送信し、ロボットを制御することができる中学校技術・家庭(技術分野)における計測・制御教材の提案と開発、評価を行った。提案した教材は、タブレット端末が装備するセンサの計測データを利用することができ、計測データをロボットのプログラムに反映させやすい。また、タブレット端末がロボットの制御基板となるため、ロボットが正常動作しないときの原因が判別しやすい。そして、この提案に基づいて開発した教材を中学生に対して評価実験を実施したところ、プログラムの作成が容易であり、プログラムに対するイメージを質的に深めることができる学習教材として利用できることが分かった。

研究成果の概要(英文)：We have developed a robot as teaching materials. This teaching material consists of the mobile robot with control software on tablet devices. Control software collects the measurement data from the onboard sensor to tablet devices, and be available to the program. Therefore, learners can easily create programs based on measurement data. Moreover, tablet devices instructs the operating robot for causes of abnormal behavior easy to identify. Finally, we verified the effect of teaching materials for middle school students. As a result, this teaching material is confirmed that writing programs are easy, and improve the image of the program.

研究分野：教科教育学

キーワード：技術教育 計測・制御 タブレット ロボット 情報

1. 研究開始当初の背景

文部科学省が平成 23 年に公表した「教育の情報化ビジョン」では、学びの場における情報通信技術の活用として、学習者一人あたり一台の割合で利用できる情報端末の整備を提言している。総務省の調査によると、スマートフォンの世帯普及率は平成 25 年末の時点で六割、タブレット端末は二割強に伸びており、増加傾向にある。そのため、情報端末が学校教育における授業のあり方を変化させる日は近いと考えられる。

情報端末を利用した授業は、総務省の実証研究や地方自治体の ICT (Information and Communication Technology) 推進による実践などで実施されており、ウェブコンテンツ (静止画や動画などのデータ) を閲覧して情報を収集したり、収集した情報を文章作成ソフトウェアや表計算ソフトウェアにまとめたり、発表したりする言語活動の一環として利用されている。

しかし、このような利用方法はパーソナルコンピュータでも可能であり、中学校技術・家庭 (技術分野) の授業でこれまで行われてきた内容と重複する。そのため、情報端末を利用する「技術分野ならではの」授業提案が必要であると考えた。

技術分野で情報端末を利用した授業として報告された実践の多くは、学習指導要領における「D 情報に関する技術」の内容である。たとえば、フィッシング詐欺についての学習や、内閣官房 IT 担当室が公開する「IT 防災訓練」を利用した災害時対応に関する学習は、「(1) 情報通信ネットワークと情報モラル」の指導項目に該当する。また、栽培の観察記録として作業風景の撮影や生育記録の入力などを行う学習や、機構設計や動作確認時に動画を記録し、振り返りに利用する学習は、「(2) デジタル作品の設計・制作」の指導項目に該当する。しかし、情報端末を利用した「(3) プログラムによる計測・制御」を指導する実践報告は少なく、具体的な教材として提案されるものはパーソナルコンピュータの置き換えであった。そのため、タッチパネルやセンサなど、情報端末の機能や特性を活用した教材は存在していなかった。

2. 研究の目的

情報端末の特性を活用する「(3) プログラムによる計測・制御」の指導を可能にする教材を提案し、授業で利用できる学習教材として示すことを目的に研究を行った。そして、開発した教材が協働学習の効果的な実践につながるか検証を行った。

3. 研究の方法

研究は三つの段階に分けて進めた。

- (1) 情報端末の機能や特性を活用することができる計測・制御教材の提案
- 技術分野で従来利用されてきた計測・制御

教材の大半は、車輪移動型の自律型ロボットである。これには大きく二つの機能がある。

一つ目の機能は、ロボットに搭載されたセンサで計測したデータを学習者に提供する機能である。学習者はこの機能によりロボットの認識する環境を理解し、プログラムに反映する。二つ目は学習者が作成したプログラムをロボットの制御基板に送信する機能である。ロボットはこの機能によりセンサによる計測やアクチュエータの制御を実行できる。学習者は、自律型ロボットの動作と作成したプログラムを比較することで、プログラムが適切であったか確認する。

この二つの機能を有しつつ、情報端末の機能や特性を効果的に活用できる計測・制御教材として、図 1 の計測・制御システムを提案した。これまでの自律型ロボット教材との相違点は、プログラムを作成するコンピュータとロボットの計測・制御を行う制御基板のコンピュータが同一である点である。この違いによる利点は二点ある。

一点目は、センサの計測データを利用したプログラムの作成が容易になることである。これまでの自律型ロボット教材は、ロボットに搭載されたセンサが断線などの物理的トラブルによって計測データを取得できない恐れがあった。提案した教材は、プログラムの作成環境である情報端末がロボットの制御基板を兼ねるため、センサはタブレット端末に内蔵されたセンサを利用する。したがって、断線などのハードウェアトラブルを軽減でき、学習者に対する指示項目を削減できる。そのため、学習者の思考の流れを阻害することなく計測データを利用したプログラムを作成できると考えられた。

二点目は、ロボット教材のプログラム実行環境が情報端末であるため、ロボットの動作が正常でないときの原因の追求が容易になることである。これまでの自律型ロボット教材は、自律型ロボットが正しく動作しない原因がコンピュータで作成したプログラムの論理エラーにあるのか、プログラムを受信した自律型ロボットのハードウェアにあるのか判別することが困難であった。そのため、自律型ロボットの動作に問題が発生すると問題の解消に時間がかかり、本来の目的である指導事項の内容に取り組むことができない

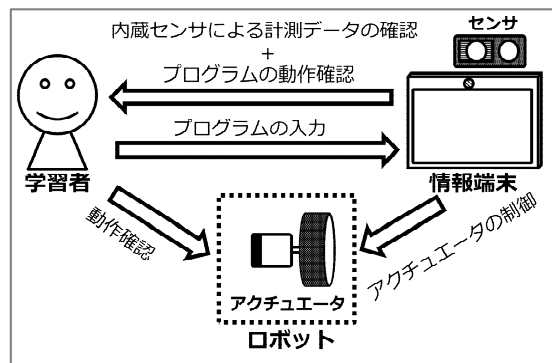


図 1 提案した計測・制御システム

い恐れがあった。提案した教材は、プログラムを作成するコンピュータとロボットの計測・制御を行う制御基板のコンピュータが同一であるため、プログラムの論理エラーは情報端末上で確認できる。そのため、上記の問題の判別が容易となり、学習者にプログラムのアルゴリズム作成に集中できる環境を提供することが可能になると考えられた。

(2) 提案に基づいた教材の開発

提案した計測・制御システムは、情報端末とロボットからなる。これを教材とするために、情報端末とロボットの選定を行った。

情報端末は一般的に、インターネットに接続することができるマルチメディア機器である。教育現場で必要とされる情報端末の機能は、文部科学省の教育の情報化ビジョンや、デジタル教科書教材協議会(DiTT)の提言で示されている。本研究では、これらのビジョンや提言で示された機能を有する情報端末として、Android タブレットを選定した。Android タブレットを選定した理由は、平成26年現在で流通量が多く、開発に必要なソフトウェアの利用が容易であったためである。

これに合わせ、Android タブレットで制御可能なロボットに「ドロンくん」を選定した。ドロンくんはプッシュ式電話回線で利用されるDTMF(Dual Tone Multi Frequency)を利用して外部の機器と通信を行う2モータ制御ロボットで、オープンソース・ハードウェアとして仕様が公開されている。また、DTMFを再生することができれば制御を行う機器は問わないため汎用性が高く、提案する計測・制御システムに適すると判断した。

Android タブレット上で動作するソフトウェアは、ロボットを制御する機能を提供するため、習得までの時間を短くする必要がある。そこで、Android タブレットの持つタッチ・オペレーションを利用したロボット制御用プログラミング環境を検討し、開発を行った。開発したプログラミング環境を図2に示す。開発したプログラミング環境は、ビジュアル型入力画面とテキスト記述型入力画面と呼ぶ二つの画面を有する。

ビジュアル型入力画面は、プログラムの制御構造を可視化することで、学習者にプログ

ラム全体を俯瞰させ、プログラム間の繋がりを意識させる。各図形はロボットが動作する単位であり、条件が変化しない限り繰り返し実行され続ける反復構造を表現する。矢印は各図形の関係を表示し、設定した条件を満たしたときの図形の遷移先を指示する分岐構造を表現する。

テキスト記述型入力画面は、ビジュアル型入力画面で作成した図形の中身を記述し、学習者に基本的な計算機の原理を意識させる。図形内に記述できるロボットの動作命令は数値によるコマンド形式をとり、一つの図形に複数の命令を記述できる。そのため、図形内のプログラムは順次構造を表現する。

これら二つの画面が提供する機能により、技術分野で指導すべき順次、分岐、反復の制御構造を扱うことができる。そのため、学習指導要領に示される「D情報に関する技術」の「(3)プログラムによる計測・制御」指導事項を扱うことができると考えた。

(3) 開発した教材を利用する授業実践

開発した教材が「D情報に関する技術」の教材として利用できるか確認するため、授業実践を行った。授業実践では開発したプログラミング環境を利用した学習者がどのようなプログラムを作成できるか検証するとともに、学習者のプログラムに対するイメージの変容を確認することを目的とした。また、プログラムの作成を通して、学習者の協働する場面が見られるか観察を行った。

授業実践は、静岡県内国立大学の附属中学校の男子生徒10名を対象とした。生徒は同校の総合的な学習の時間における自由選択授業において技術の内容を選択した生徒である。そして、平成25年12月5日と19日の二回に分けて授業を実施した。

一回目の授業は、計測データを利用しないプログラムを例示し、開発したプログラミング環境の操作方法とドロンくんの利用方法について指導した。二回目の授業は、応用的な利用方法として計測データを利用するプログラムを例示し、タブレットを傾げることでドロンくんを制御することができるプログラムの作成を課題として提示した。

その結果、10名中9名の生徒がセンサの計測データを利用したプログラムを作成することができた。生徒が作成したプログラムの例を図3と4に示す。これらのプログラムはどちらも指導者が設定した四角いコースをドロンくんが走破するために作成したものである。図3のプログラムは四隅のコーナーに差し掛かるところでタブレットを傾げることでトリガを実行し、四角いコースを走破仕様としている。一方、図4のプログラムはドロンくんの前進動作を基本として、タブレットを左右に傾げることでトリガを実行し、四角いコース以外にも対応できるような汎用的プログラムを作成している。このように、同一の課題を提示しても考え方が異なる

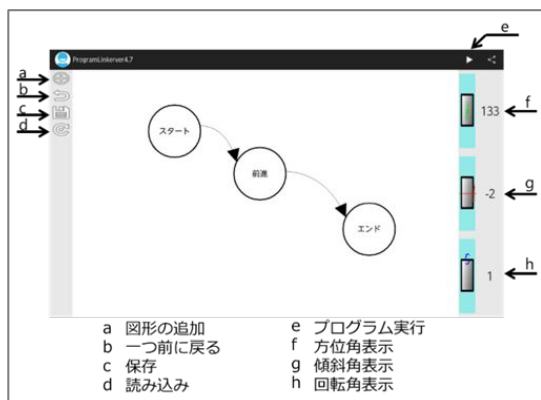


図2 開発したプログラミング環境

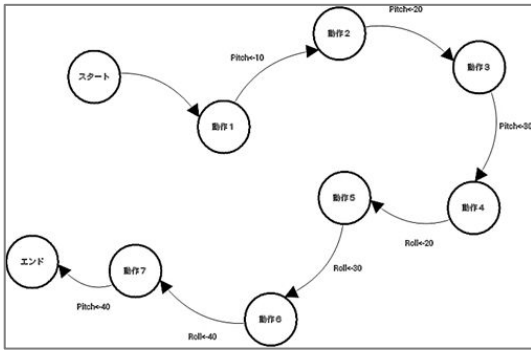


図3 生徒の作成したプログラム例1

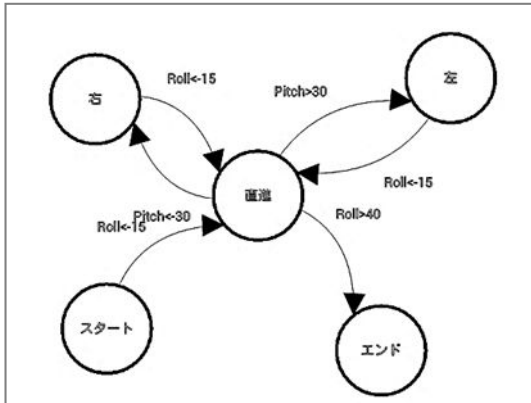


図4 生徒の作成したプログラム例2

ビジュアル型入力画面に表示される図形の配置は大きく異なるため、生徒間における考え方の差異が明確となる。そのため、協働学習における話し合い活動に活用できることが期待できる。

4. 研究成果

生徒一人に対して一台の情報端末が配備されることを想定した技術分野の教材として、情報端末に内蔵されるセンサを利用したロボット教材を提案し、その具体例としてタブレット端末上で動作するプログラミング環境とドロンくんで構成される教材を開発し、評価実験を実施した。開発したプログラミング環境はAndroidタブレットが装備するセンサの値を計測データとしてプログラムに反映することができ、ビジュアル型入力画面とテキスト型入力画面で直感的な操作が可能である。ドロンくんはDTMFにより制御可能なオープンソース・ハードウェアであり、開発したプログラミング環境と組み合わせることで計測・制御の学習内容を実施することができる。

この教材を利用した評価実験では、実験に参加した10名の生徒全員がプログラムを作成することができ、そのうち9名の生徒が計測データを利用したプログラムを作成することができた。また、生徒のプログラムについてのイメージを事前と事後で検証したところ、生徒の記述内容に変容がみられ、プログラムについてのイメージが質的に深まったと考えられる。そのため、この開発教材はプログラムによる計測・制御の学習教材とし

て授業利用における効果が期待できる。また、授業では生徒が共通の目標に向かい試行錯誤する中で、関わりあいを持ちながらプログラムを作成することができていた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

室伏 春樹, 高木 薫, タブレット端末を利用したプログラムによる計測・制御教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 査読有, 第57巻第3号(2015年9月末刊行予定), ページ数未定

〔学会発表〕(計 2 件)

高木 薫, 室伏 春樹, 情報端末から無線通信で計測・制御を行うロボット教材の開発, 日本産業技術教育学会, 第57回全国大会, 2014, 講演要旨集 p.87

高木 薫, 室伏 春樹, 「プログラムによる計測・制御」の指導に、タブレット型端末を利用する授業の提案, 日本産業技術教育学会東海支部, 第32回東海支部大会, 2014, 講演論文集 pp.63-66

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://murofushi.ed.shizuoka.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

室伏 春樹 (MUROFUSHI, Haruki)

静岡大学・教育学部・助教

研究者番号: 30609293