

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：53401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00999

研究課題名(和文) 農業ロボットの实地試験を題材としたロボット利活用・開発人材育成手法の研究

研究課題名(英文) Research on human resource development methods for robot utilization and development based on field tests of agricultural robots

研究代表者

亀山 建太郎 (Kentaro, Kameyama)

福井工業高等専門学校・機械工学科・准教授

研究者番号：60450136

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：研究目的は、「現場と工学の知識を併せ持ち、ロボット利活用を推進する」人材像と、現行教育手法のギャップを埋める人材育成手法の構築である。

提案手法は、屋内で模擬的なロボット運用試験を実施し、問題解決方法をメカ/ソフトに分けて提案したのち複合的解決方法を提案する、分析的思考の育成を狙ったものである。また、現場状況を考慮した開発ができる人材の育成を狙った、ロボット運用試験と改良を伴うカリキュラムも提案している。

さらに、「現場を考慮した開発能力の育成には有効だが、ロボット利用範囲拡大能力の育成効果は低い」という評価に基づき、受講者に農学系学生を想定した、アイデア実装の容易な実習用ロボットを製作した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「社会で求められるロボット利活用人材像」と、従来学校教育で行われてきた「ものづくりを主眼としたロボット教育」のギャップを埋める教育方法を提案した。

また、「ロボット開発エンジニア」に対する人材像である「現場とエンジニアリングの知識を併せ持ち、ロボットを活用する人材」の育成手法の評価結果から、「ロボットの利用例を増やす人材」の必要性という観点を示し、ロボット利活用人材育成手法の在り方を提案した。

研究成果の概要(英文)：Our aim is to construct an education curriculum for robot utilization engineers who has both field and engineering knowledge.

The proposed curriculum is a practical exercise that students execute an operation test of paddy field robot modified for classroom and propose solutions to the problems by analytical thinking. In addition, we developed one more curriculum for testing and improving a small weeding robot for paddy field. The difference between these two courses is that we consider, in latter class, the cultivation of robot developer who can propose ideas that match a situation at a site.

As a result of evaluating this exercise, these courses were effective for developing robot users and developers with analytical thinking, but not for developing the ability to increase use cases of robots. Based on this result, we have added agricultural students and farmers to our envisioned students and developed a modular vehicle that facilitates the implementation of ideas.

研究分野：教育工学

キーワード：社会実装教育 教育工学 ロボットリテラシー 農業用ロボティクス 科学教育カリキュラム 農工連携 科学教育

1. 研究開始当初の背景

ロボット利活用社会の実現に向けた取り組みとしては技術開発が重視されてきたが、近年では、実証実験などが活発に実施されている。その一方で、ロボットの利用は一部に限られ、継続的な取り組みがなされていないなどの課題も多い。

その原因としては、ロボット利用は発展途上でその能力は限定的であるため、利活用には、運用の工夫やカスタマイズが必要不可欠であり、そのためには、現場と工学の知識を併せ持つ人材の継続的なサポートが欠かせない点が挙げられる(図1)。

その一方で、教育現場で行われている人材育成手法は、工学知識と技術を教授する、開発者育成を目的とした手法が主であり、結果、必要な能力を備えた人材の数は十分ではない。

このような状況において、社会で期待されるロボット技術者像「利用者サイド(現場)として問題を理解し、ロボットの導入/活用による問題解決/改良・開発の提案ができる人材」の育成を目的とした、不足点を埋める教育カリキュラムが必要であると考えられる。



図1 ロボット利活用時代のサポート

2. 研究の目的

本研究の目的は、「現場知識と工学的知識を併せ持ち、ロボット利活用を推進する」という人材像と、教育手法のギャップを埋める人材育成手法の構築である。

構築するカリキュラムは、ものづくりよりも、ロボットを用いた問題解決方法の考察を重視する点、現場意識の醸成を狙い、授業における課題を「農業ロボットの運用試験」という、現実的・具体的な課題に設定する点を特徴とするものである。

3. 研究の方法

授業時間内で、実際の現場を体験することは困難であることから、本研究で構築するカリキュラムは、(1)教室で実施可能な手法と、(2)実際に運用試験を行う教育手法の二段階構成とした。また、利用機材は、他組織への展開が可能ないように、市販品の利用を心がけた(特に(1))。なお、学習者は1グループ4~6人で、工業高等専門学校4年生までに学ぶ機械工学の基礎を習得している学生を想定している。

4. 研究成果

(1) 「水田除草ロボット運用試験」をモデル化した、教室で実施可能なロボット利活用実習カリキュラムの作成と効果検証

ロボットの基礎知識を座学と in situ 実験で教授した後、屋内で水田ロボットの模擬運用試験を実施して問題を抽出し、問題の解決方法をメカ/ソフトに分けて提案・比較した後、複合的なアプローチを提案する実習カリキュラムの作成と効果検証を行った。

模擬運用試験(図2)は、苗に見立てたボールに接触しないように、無線操縦ロボットを往復させるというものである。実習用ロボットは、他組織での実施を考慮して、市販ロボットキット(TETRIX:PITSCO, MyRIO:National Instruments)とヴィジュアルプログラミング環境(LabView:National Instruments社)で製作した。コース製作に当たっては、現場意識の醸成をねらい、水田の写真を参考にボールを並べる作業を受講者自身に行って貰う。さらに、浅瀬への乗り上げなどについても、同様に受講者に行って貰う。

模擬運用試験の実施に当たっては、ロボットの特性(視界)について気付きを得ることを狙い、目視での操縦と無線カメラ映像による操縦を分けて行うなどの工夫をしている。

その結果、カメラ位置変更による視界の改善というハードウェアの工夫、プロポレバーの傾きと車輪回転速度の定数調整といったソフトウェアの工夫、コントローラー逆持ちといった運用上の工夫が見られるなどの期待した効果が見られた。

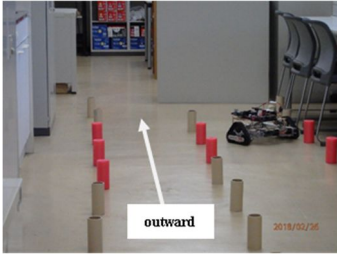


図2 模擬運用試験コース

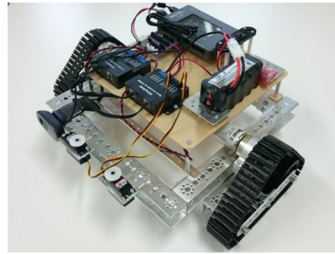


図3 実習用ロボット

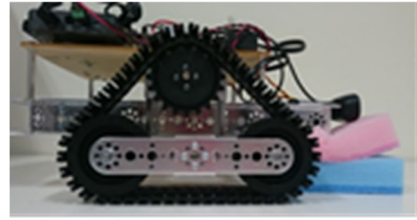


図4 障害物の作り込み

(2) 「水田除草ロボット運用試験」を伴う、ロボット利活用・開発実習カリキュラムの作成と効果検証

水田用小型除草ロボットの運用試験 / 問題の抽出 / 改善提案 / 評価 / ロボットの改良を行う実習カリキュラムの作成と効果検証を行った。運用試験の内容は、チェーンをけん引する小型の無線操縦ロボットで指定範囲の畝間を往復するというものである。教室実習との違いは、ロボットの改良と効果確認までを行う、現場を考慮した開発提案ができるロボット開発人材の育成を視野に入れている点である。カリキュラムの効果は、改善提案レポートの分析を行い、カリキュラムから得られる学びを評価した。

レポートの内容は、主に水深の変化によるロボットの走行能力についてまとめられており、発生した問題は水深が浅い事 / 深い事など原因毎に分けられ、対応策についてもメカで対応するもの / ソフトで対応するものに分け、現場の事情を考慮した実現可能性を考慮するなど、分析的な考察が為されていた。この結果から、本カリキュラムによれば、分析的な思考による開発・改良提案を行うことができる。カリキュラム設計時の目的を満たすといえる。

また、本カリキュラムの実施から得た気づきとしては、レポートに、除草効果や苗への影響、ロボットの他用途への利用など、ロボットの活用については記載が無かった点がある。すなわち、工学系学生にフィールド実習を伴うロボット開発を行わせた場合、現行用途に対するロボットの高機能化は期待できるが、農業における新しいロボットの使用法が創出される可能性は低いと考えられる。

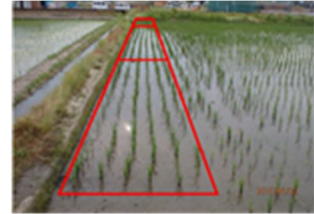


図5 運用試験の水田



図6 小型除草ロボット

(3) 農業におけるロボット利活用人材育成に用いる水田用小型多目的車両の開発

ロボットの利活用には、「現行作業をロボットで自動化する」というベクトルと、「ロボットならではの新しい農作業を創出する」ベクトルが存在すると考えられるが、教育カリキュラム(特に(2))における気付きから、水田実習を伴う教育手法を工科系学生に適用した場合、前者に対する効果は期待できるが、後者に対する効果は低いと考えられる。その一方で、後者の実施には、ロボット製作能力が求められるが、ロボット製作能力と農業の知識を一人の技術者に求めるのは現実的ではない。

以上の観点から、利用者に工科系学生だけではなく、農学系学生や農業者などのユーザーを対象とした、アイデアを簡易に実装でき、工学系人材と農学系人材のコラボレーションツールとしての利用を想定した、ユニット分離式の水田用小型多目的車両を製作した(図7)。車両の製作に当たっては、カリキュラムで提案された、水深180mmと、トラクターの轍でも走行不能とならない可変脚機構を採用している(図8)。



図7 多目的ロボット

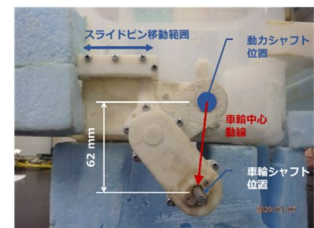


図8 可変脚機構

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0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 亀山建太郎	4. 巻 3
2. 論文標題 農業ロボット利活用人材育成手法の試行と評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 50-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 亀山建太郎, 和田卓也
2. 発表標題 水田用小型ロボットの可変脚による水深変動対応
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2020 (ROBOMECH2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 亀山建太郎
2. 発表標題 農工連携人材育成を目的とした水田用多目的走行車両の開発および評価
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2019 (ROBOMECH2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀山建太郎
2. 発表標題 水田用多目的車両を使った農工連携人材育成PBLの試み
3. 学会等名 令和元年度全国高専フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀山建太郎, 竹内祐樹
2. 発表標題 水田用多目的走行車両の開発および評価,
3. 学会等名 2019年農業食料工学会・農業施設学会・国際農業工学会第6部会合同国際大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 亀山建太郎・山田佳孝・門大輔
2. 発表標題 侵襲性の低い水田用小型ロボットの開発 - 除草試験における水稻の成長・抑草効果に関する検証 -
3. 学会等名 農業環境工学関連学会2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎一真, 亀山建太郎
2. 発表標題 水田用小型ロボットによる土壌採取ユニットの機構の評価と改良
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第55 期総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 亀山建太郎, 佐々木伽陵, モハマド・シャフィク・ビン・バシル
2. 発表標題 水田の化学成分マッピングを目的とした水田センシングロボットの開発
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018 (ROBOMECH2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 亀山建太郎
2. 発表標題 水田用ロボットを題材としたロボット利活用人材育成手法の研究
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2018 (ROBOMECH2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 亀山建太郎
2. 発表標題 ロボット利活用人材 / 農工連携技術者の育成を目的とした教材とカリキュラムの開発
3. 学会等名 平成30年度全国高専フォーラム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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