

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：30108

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03008

研究課題名(和文) AIおよびIoTシステムを題材とした難易度レベル別実験教材の開発

研究課題名(英文) Development of experimental teaching materials by difficulty level on the subject of AI and IoT systems

研究代表者

真田 博文 (Sanada, Hirofumi)

北海道科学大学・工学部・教授

研究者番号：80250512

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：AI、IoT、ビッグデータといった分野の発展に伴い、それらの分野の技術を使いこなす人材の養成が必要となっている現状を鑑み、体系的なカリキュラムと学習教材の開発を進めた。また実際に授業での実践を行って、教材およびカリキュラムの改善を行った。開発した教材は以下である。(1)プログラミング入門者用学習教材と教育実践、(2)Pythonプログラミング教材と教育実践、(3)スマートスピーカーを題材とした演習教材と教育実践、(4)ドローンプログラミング演習教材の開発と教育実践、(5)ロボットプログラミング演習教材
以上、(1)～(5)で述べた教材はすべてMoodle上で提供する電子教材とした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではAI、IoT、ビッグデータ等の分野の人材養成に有効な、レベル別の実験教材を開発し、プログラミングおよびそれに基づいたシステム開発に関する効果的な教育手法の検討を行ったものである。具体的な教材としてはプログラミング入門者向け教材、Pythonプログラミング教材、スマートスピーカー、ドローン、ロボットを活用した演習教材を開発し、有効性を確認した。社会的意義としては、IT技術に対応した人材育成ニーズへの対応となる。本研究で開発された教材は実社会での利用シーンを想定し、実践的なスキルの習得を促進するものである。本研究の成果は産業界への人材供給に寄与し、教育効果の一層の向上が期待される。

研究成果の概要(英文)：With the development of fields such as AI, IoT, and Big Data, we have developed a systematic curriculum and learning materials in light of the current need to train people who can master the technologies in these fields. We also improved the teaching materials and curriculum through actual classroom practice. The developed teaching materials are as follows. (1) Learning materials and educational practices for beginners in programming, (2) Python programming materials and educational practices, (3) Exercise materials and educational practices using smart speakers as a subject, (4) Development and educational practices of drone programming exercise materials, and (5) Robot programming exercise materials

All of the above materials described in (1) through (5) above are electronic materials provided on Moodle.

研究分野：電気電子工学、科学教育・教育工学

キーワード：プログラミング スマートスピーカー ドローン ロボット 教育工学 ラーニングアナリティクス

1. 研究開始当初の背景

応募者は所属機関においてプログラミング、コンピュータネットワーク、電気電子回路に関連する科目を担当している。多様な学習過程を経て入学してくる近年の学生たちは、ぼんやりと「**を学びたい**」と考えてはいるものの、必ずしも明確な目的意識を持っていなかったり、視野が狭く興味のあることしか学ぼうとしなかったりするケースが多く見受けられる。また、授業で学んだ内容を利用し継続して学んだり、発展的な内容に挑戦したりといった自主的行動ができる学生は極めて少数である。その結果、高学年で総合的な知識と技術を必要とするシステム開発に関する授業を受講する際や卒業研究を行う段階になって自らの知識、経験、技術不足に気がつくという問題が発生している。

2. 研究の目的

1. で述べた状況を改善するためには、学生の興味を喚起し、モチベーションを維持・向上し発展的な学習につなげることができる教材とカリキュラム、さらに彼らのレベルに合わせてきめ細やかな指導を行うための環境を構築する必要がある。また、学生の入学前履歴、入学時の学力、情報分野への興味度、行動特性と、得られる学習成果にはどのような関連があるのか、それに基づいてどのように学生を導くべきなのかを明らかにする必要がある。

このような背景のもと、本研究の目的は以下のようにまとめられる。

(あ) AI および IoT システムを題材とした難易度レベル別実験教材の開発

多様な学習履歴を経て大学に入学してくる学生の実験科目における理解度向上と継続的学習支援のための難易度レベル別教材の開発を行う。

(い) 学習支援システムを利用した教材体系化と授業実践

開発した教材と学習支援システムを活用した教材体系化及びそれらを利用した授業実践を行い、学生の理解度向上と継続的学習支援を実現する。

(う) 学習支援システムを利用した学習行動のデータ化と分析及びその活用

学生の様々な属性と学習行動のデータ化による個々の学生の状況把握と最適な学習内容を提案するアルゴリズムの開発及び授業実践を行う。

3. 研究の方法

(あ) AI および IoT システムを題材とした難易度レベル別実験教材の開発

システム開発の主要な機材として、スマートスピーカー、小型ドローン、レゴマインドストーム EV3 を用いる。その理由は、時代の要請に合わせたテーマ設定が可能であり、学生の興味を喚起しやすい事、並びに拡張性が高く、基本的な内容から課題解決型学習のレベルまで対応可能なためである。レベル別、内容別に教材を開発するが、最終段階である発展レベルにおいては、「地域生活における安心・安全のためのシステム」など実践的なテーマを題材とした内容とする。知識と経験の異なる多人数の学生を相手に難易度レベル別の教材を用いてどのように細やかな指導を実現するかという問題を解決するために、学習支援システムと動画を活用した自学自習支援教材を作成する。作成した教材は学部4年生、大学院生の協力を得て評価を行い、その後実際の授業での利用を開始する。教材は毎年度、学生の行動履歴、成績、学生アンケートなどの情報を用いて評価し、改良を継続する。

(い) 学習支援システムを利用した教材体系化と授業実践

本研究では学習支援システムとして Moodle を利用する。予習・授業・復習のすべての段階において Moodle を中心として学習が行えるようにする。予習率・復習率の向上、学習時間の増加、実験に必要な基礎学力の向上が可能となるように(あ)で開発した個別の教材を体系的に配置し、利用できるようにする。構築した学習支援環境を利用して実際に授業を行い、その結果をフィードバックして、教材およびその配置、授業運営方法の改善を継続する。

(う) 学習支援システムを利用した学習行動のデータ化と分析

学生の学習行動を学習支援システムを用いてデータ化し、分析を行う。予習や復習を指示された学生がどのように行動するか、その行動特性と成績との関係、どのような指示に対して学生が反応しやすいのか、どのような内容、どの程度の長さの動画であれば効果的であるのか等を明らかにする。

4. 研究成果

研究の目的でも述べたように、AI、IoT、ビッグデータといった分野の発展に伴い、それらの分野の技術を使いこなす人材の養成が必要となっている現状を鑑み、体系的なカリキュラムと学習教材の開発を進めた。また実際に授業での実践を行って、教材およびカリキュラムの改善を行った。以下に開発した教材について概要を述べる。

(1) プログラミング入門者用学習教材と教育実践

研究者の勤務する大学に入学してくる学生のほとんどは本格的なプログラミング経験は無く、入門レベルの学生が多い。しかし、学習が進むにつれてレベルの乖離が大きくなる傾向が見られていた。そのため、レベル別に学習を行うための動画教材、理解度を詳細に把握するための理解度確認テストを開発した。教員が全体に向かって説明する場合と各学生が自分の進度に合わせて動画で学習する場合で学生の理解度に差は見られなかった。ただし、学習意欲を保てるかどうか、質問をし易いと感じるかどうかは個人差があったため、初心者に対しては混合型の授業運営が適しているとの結論を得た。

(2) Python プログラミング教材と教育実践

Jupyter Notebook を使った穴埋め式の講義ノートを使ったハンズオン形式の演習教材を開発した。この方法によれば、学生の演習への集中度向上に効果がある可能性が示された。また、レベル別の教材を提供しやすいこと、オンライン授業などのスタイルにも対応しやすいことなどの利点があることを確認できた。

(3) スマートスピーカーを題材とした演習教材と教育実践

その将来性からスマートスピーカー用アプリケーション開発を題材とした演習教材開発と実践を計画し、授業等で試行した。スマートスピーカーを題材とすることにより、各種ウェブサービスとの連携システム構築から本格的な開発環境を用いたアプリ開発まで様々な内容とレベルの展開が可能であること、さらには情報技術を専門としない対象に対するテクノロジーリテラシー教育における活用も期待でき、その応用範囲は広いと考えられる。

(4) ドローンプログラミング演習教材の開発と教育実践

近年、発展の著しいドローンプログラミングを題材とした演習教材を開発し、授業などで試行した。プログラミングには Python を用い、課題の難易度として複数のレベルを準備した。この演習教材では、ドローンの制御のみならず、ネットワーク通信、画像処理に関連するプログラミング技術についても学修可能となるようにした。

(5) ロボットプログラミング演習教材

EV3 を用いて RGB センサーからの情報による動作制御を含んだライントレースを題材とした演習教材を開発した。開発言語としては Python を用いた。この演習では、モーター、センサーの制御を含んだ組み込みシステム開発の体験、また、Linux 系 OS の操作、ネットワークを通じた開発などを体験できるようにした。学生個別にはプログラムの読解力向上、学生グループとしては目標に向けた協働による試行錯誤が体験できる内容とした。授業アンケートの結果によれば、非常に満足度の高い演習教材であると考えられる。

以上、(1)~(5)で述べた教材はすべて Moodle 上で提供する電子教材とした。資料の提供、理解度アンケート、質問対応、理解度確認テスト、課題提出、採点などはすべて Moodle 上で行う形で進めた。その結果、学生の理解度、課題提出状況の把握を体系的に行うことが可能となった。学生の自己評価、授業アンケートの結果から、学生個別に満足度の高い授業および演習を行うことができたと考えられる。

収集されたデータから、教員が学生にアドバイスをすることはできたが、個別最適化された学習を学生に対して自動的に提案する仕組みの構築にまでは至らなかった。この点は今後の課題となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 金沢和樹, 和田直史, 松崎博季, 真田博文	4. 巻 Vol. J106-D
2. 論文標題 スマートフォンを用いた体力測定・記録業務の効率化に関する一検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌 D Vol. J106-D No.1	6. 最初と最後の頁 26-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2022JDP7013	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 -
1. 著者名 和田 直史, 松崎 博季, 真田 博文	4. 巻 70
2. 論文標題 Pythonを用いたハンズオン型講義によるデータサイエンス教育の実践例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of JSEE	6. 最初と最後の頁 64-69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.70.1_64	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 -
1. 著者名 真田 博文, 和田 直史, 宮田 久美子, 林 裕子	4. 巻 48
2. 論文標題 KINECT を用いた椅子立ち上がりテストについての検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 北海道科学大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 81-84
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 真田 博文, 和田 直史, 竹沢 恵, 松崎 博季	4. 巻 140
2. 論文標題 OSSによる業務効率化を題材とした産学連携学習に関する検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電気学会論文誌 A (基礎・材料・共通部門誌)	6. 最初と最後の頁 338-339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejfms.140.338	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12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 竹沢 恵, 稲垣 潤, 真田 博文
2. 発表標題 IoT学習教材の作成と授業実践
3. 学会等名 令和3年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 86
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 真田 博文, 宮下 元利, 和田 直史, 竹沢 恵
2. 発表標題 小型ドローンを用いたプログラミング体験講座の計画と実践
3. 学会等名 令和3年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 88
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金沢 和樹, 松崎 博季, 竹沢 恵, 真田 博文
2. 発表標題 体力測定データ記録支援システムの試作と評価
3. 学会等名 令和3年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 117
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金沢和樹, 松崎博季, 竹沢 恵, 真田博文
2. 発表標題 体力データ測定・記録支援システムの試作と評価
3. 学会等名 2021年 情報科学技術フォーラム(FIT), K-023
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金沢和樹, 竹沢 恵, 松崎博季, 真田博文
2. 発表標題 スマートフォンを用いた体力測定データの効率的デジタル化に関する実践的検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 回路とシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎 博季, 真田 博文, 和田 直史, 竹沢 恵
2. 発表標題 音声メディアの講義における文字入力可能なPDFファイルの利用に関する一考察
3. 学会等名 令和2年電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 竹沢 恵, 真田 博文
2. 発表標題 IoTの演習教材に関する一考察
3. 学会等名 令和2年電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 金沢 和樹, 松崎 博季, 竹沢 恵, 真田 博文
2. 発表標題 プログラミング科目における学習状況の把握方法に関する一検討
3. 学会等名 令和2年電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 金沢和樹, 真田博文, 和田直史, 松崎博季
2. 発表標題 体力測定データの記録効率化に関する一検討
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会講演論文集
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 真田 博文, 和田 直史, 竹沢 恵, 松崎 博季
2. 発表標題 AI スピーカーを題材とした難易度レベル別演習教材の開発
3. 学会等名 第44回教育システム情報学会全国大会, E2-3
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 金沢 和樹, 竹沢 恵, 松崎 博季, 真田 博文
2. 発表標題 クラスタ分析を用いたプログラミング入門学習者の特徴抽出に関する検討
3. 学会等名 令和元年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 真田 博文, 和田 直史, 竹沢 恵, 松崎 博季
2. 発表標題 オープンソースソフトウェアを用いた定型業務効率化に関する一検討
3. 学会等名 令和元年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2019年～2020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
--	---------------------------	-----------------------	----

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