

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：52601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02971

研究課題名（和文）未完成技術を用いた継続的な人工知能技術者育成のための社会実装教育の実践

研究課題名（英文）Practice of Social Implementation Education for Continuous Training of Artificial Intelligence Engineers Using Unfinished Technology

研究代表者

鈴木 雅人（Masato, Suzuki）

東京工業高等専門学校・情報工学科・教授

研究者番号：50290721

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、人材不足が深刻化するAI技術者の育成基盤を整備することを目的として、画像中の文字認識を汎用的に行うアルゴリズムとして、文字構造情報抽出に基づく認識手法を検討し、それを教材とした社会実装教育において、小中学生向けに人工知能技術の魅力を紹介できるコンテンツを作成し出前授業を実施した。現状では未完成な要素技術を駆使したシステム構築を実践する教育である。その結果、認識精度を80%以上に改善すると共に、社会実装教育を受けた学生のコンピテンシーを、20歳台後半のエンジニアと同等のスコアまで伸ばすことができた。また小学校出前授業を通して、将来の潜在的なAI技術者の発掘にも繋げることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、人工知能技術の応用は目覚ましく、今後の加速化は疑いもない。しかし、その開発技術者不足は深刻であり、AI技術者を養成することはもとより、幼少のころから、そのような技術の一端に触れる機会を設けることは重要である。本研究は、画像中の活字文字認識を一例として、その技術の改善を図ると共に、100%にはならない技術を駆使してソフトを開発することを学生時代に体験させると共に、その成果を小学校出前授業に還元するものである。本研究の成果により、近未来のAI技術者を育成するだけでなく、AI技術に興味をもつ潜在的な技術者を発掘することが可能であり、Society5.0の実現に向けて大きく寄与すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Recent years, lack of AI engineers has become a serious problem, and it is necessary to develop a foundation for training AI engineers. In this study, we investigated a recognition method based on character structure information extraction as a general-purpose algorithm for character recognition in images. In the social implementation education using the contents as teaching materials, we created contents to introduce the attractiveness of artificial intelligence technology to elementary and junior high school students, and held classes on the theme of artificial intelligence. It is to practice system construction that makes full use of elemental technologies that are currently incomplete.

As a result, we could improve the recognition accuracy to more than 80% and increase the competency of the students who take this course to a score equivalent to that of engineers in their late 20s. The classes at elementary schools also helped to identify potential AI engineers for the future.

研究分野：パターン認識

キーワード：文字認識 社会実装教育 AI技術者育成

## 1. 研究開始当初の背景

近年、第三次人工知能ブームの訪れと共に、機械学習やパターン認識等を応用した技術が日常生活の中に浸透してきている。インターネットの検索エンジン、ネットショッピングの商品紹介、スマートフォンの音声応答アプリ、掃除ロボットなどが代表的な例であり、近年では Pepper などの人型ロボットも実用化されている。今後も急速に市場拡大すると予測される人工知能(AI)業界を見据え、我が国では平成 28 年度に人工知能技術戦略会議を設置し、総務省・文科省・経産省が連携して、研究開発や産業化を担う人材育成に力を入れている。しかし、そのような努力にもかかわらず、2020 年度に国内で求められる AI 技術者は 4 万 8 千人不足するという調査もあり、世界全体で見ても AI 技術の即戦力人材育成は急務の課題であると言える。

一方、高等専門学校(高専)は、幅広い工学の分野において即戦力となるトップエンジニアを育てることを使命とする高等教育機関である。研究代表者らは高専に所属し、AI 技術の中でも特に高度な知識や技術を要するパターン認識を研究で扱っており、将来の AI 技術者不足解消は、まさに我々の使命であると言っても過言ではない。

社会で即戦力となる AI 技術者を育成するためには、単に AI 技術を活用するだけでなく、それらの基礎知識を備えた技術者が、自ら世の中の問題を発見し、それを定式化して具体的な解決の道筋を示し、製品を開発していく力が必要である。これら一連の教育は、社会実装教育として知られている。しかし現在の高専では、座学・実験・実習の連携によって基礎知識を徹底的に定着させる教育と、その知識を応用した卒業研究は充実しているが、特に問題解決能力の育成については十分な教育ができていないため、教材作成も含めて授業・実習のあり方を検討し実施していく必要がある。また、少子化傾向にある我が国で今後も継続的に AI 技術者を産業界に送り出すためには、小中学校の児童・生徒を対象に魅力ある出前授業を提供し、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。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、AI 技術分野の即戦力となるトップエンジニアを育成するために、問題解決能力を育成するための社会実装授業法を構築し実践することである。

AI の技術革新は目覚ましいが、いずれの技術においても十分な精度の結果を導き出すことは難しい。そのため本研究では、既存の知識・技術や調査で得られた手法を適用して製品開発する力ではなく、未だ十分確立されていない研究途上の技術を工夫して適用し問題解決に道筋を付けることのできるような、非常に高い問題解決能力の養成をめざす。

本研究では、このような授業法を構築するために、研究代表者らが研究を行っている「画像中の活字文字自動認識に関する技術」を題材に取り上げる。これは図 1 のように、カメラで撮影した情景写真の中から文字列を自動検出し認識する技術であり、局所特徴量を用いた手法により実現されている。



図 1 画像中の文字列自動検出

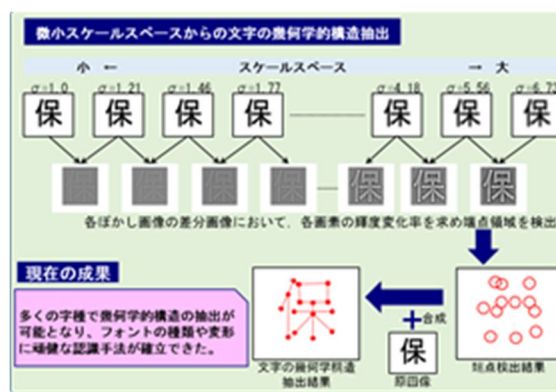


図 2 文字の幾何学構造抽出

従来の研究成果では、フォントを一種類に固定し、文字列を正面から撮影した場合でも 6 割程度の認識精度しか得られていない。そこで研究代表者らは、文字画像に対して多様なばかし処理を行うことで、従来は抽出が難しかった文字の幾何学構造を抽出する手法を提案した。その結果、フォントの種類や文字の変形(撮影角度の影響)に頑健な認識手法を確立し、6 割～8 割程度の認識精度を実現した(図 2 参照)。

本研究では、この自動認識アルゴリズムを提供し、応用アプリケーションの開発実習を高専 4 年生の授業として実施する。その中で、単に提供されたアルゴリズムを適用するのではなく、ア

ルゴリズムの中身まで立ち入って問題解決のための道筋を検討し、実用に耐えるアプリケーションの完成までを指導する。更に、授業で得られた成果や作品を活用し、小中学校の児童・生徒を対象とした出前授業を実施する。

本研究では、AI技術者の育成を強く意識し、あえて研究途上の技術を授業の題材に取り入れ、問題解決能力の育成を狙うものであり、従来から行われている即戦力養成のための授業よりも更に高い教育レベルを達成しようとするものである。このような能力はAI分野で活躍する技術者には必要な能力であり、授業における成功体験は、技術者が備えるべき汎用能力の向上に大きく寄与するものと考えている。

### 3. 研究の方法

画像中の活字文字自動認識に関する技術は極めて応用範囲が広く、実用化が急務とされている技術の一つである。本研究ではこの技術を一例として、即戦力となるAI技術者を育成するための社会実装授業の実施方法について検討する。一般に社会実装教育は、図3のような枠組みで実施される。

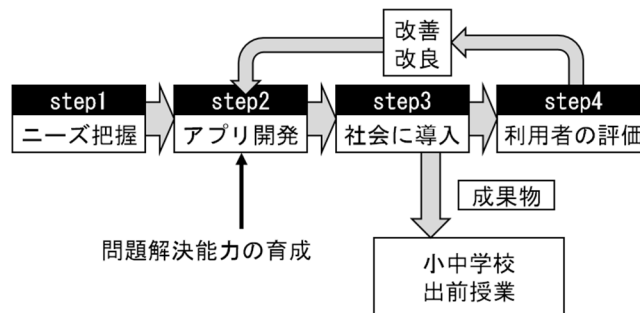


図3 社会実装教育の枠組みと出前授業との関係

第一段階のニーズの把握では、提供する活字文字認識手法を利用して、どのようなニーズに応えるアプリケーションを作成するかを検討する。本来の社会実装教育では外部に対してニーズ調査を行うが、本授業におけるニーズ調査対象は受講学生自身である。次に第二段階では、提供する認識プログラムを活用して目標とするアプリケーションを開発し、第三段階では他者に実際に利用してもらい、第四段階で利用者の評価をもらう。その後、第二段階に戻って得られた評価をもとに改善を行い、以下第三・四段階を繰り返す。

本研究では、4～5人程度のグループを編成し、グループごとに開発するアプリケーションの検討から開発・評価・改良までの一連の作業を行う。その中で、特に第二段階における問題解決能力の育成に焦点を絞り指導方法を検討する。すなわち、現状の技術では認識精度は十分でないため、アルゴリズムの一部を改良したり、既存の技術の適用方法を検討することによって、それぞれのアプリケーションの特性を活かして、解決の道筋を見出す必要がある。そのプロセスを学生自身に考えさせ、経験を積ませるために、アクティブラーニングの考え方をより汎用化したケースメソッドを活用する。また、本授業の実施による問題解決能力向上の効果は、アンケート調査の他、本校で別に実施するPROGテスト結果を用いて客観的に評価する。

また、研究代表者らは、これまでの研究の成果により、画像中の活字文字を、フォントや撮影環境（撮影角度や日光の影響など）に依存することなく、6割から8割程度の精度で認識する手法を考案した。授業の趣旨を考慮すると、提供するアルゴリズムの精度としては不十分ではないが、今後、社会実装教育と並行して、更に認識精度を7割から9割程度まで改善していく必要がある。

一方、出前授業においては、小学生を対象として作品の紹介や実際の利用体験を行う他、中学生対象の場合は、その原理の説明や、一部制作実習を含める予定である。尚、これらの効果を客観的に評価するのは難しいため、アンケート評価等によりその効果を確認する。

本研究は画像中の活字文字認識を一例とし、AI技術者に求められる高い問題解決能力を養うための授業法についての枠組みを提案し実践するものであるが、構築した教材は全国51高専で共有するだけでなく、他分野の教育にも応用することが可能である。このため応用範囲は極めて広く、今後の高専における技術者教育に大きく貢献できるものと考えている。

### 4. 研究成果

本研究における取組内容を大別すると、これまで行ってきた画像中の活字文字認識精度の改善に関する研究、未完成技術を用いた社会実装教育の取り組み、社会実装教育の成果を活用した出前授業に関する取り組み、の3つである。

画像中の活字文字認識については、従来から検討していた文字の構造解析に基づく活字文字検出アルゴリズムを改善することにより、認識精度の改善を試みた。具体的には、文字を多面体とみなして単体複体モデルで近似し、ホモロジー群の同相性により構造解析の精度を改善した。

本研究で対象とするのは活字文字であるが、多様なフォントに耐えるアルゴリズムを目指す観点から、アルゴリズムの性能評価に関しては手書き文字も対象として性能評価を行ったところ、多様なフォントを学習データとして用いても、ある一定化の条件のもとで、認識精度を8割～9割に改善することができた。

未完成技術を用いた社会実装の取り組みについては、教材開発を行い、社会実装授業において、それらを駆使したアプリを作成する取り組みを行った。既存のアルゴリズムは位相幾何学などの高度な数学を用いているため小中学生向けの出前授業を行う観点からブラックボックス化する必要があること、また認識対象を絞ることにより、ある程度の認識精度を担保する必要性があった。当初の授業では、認識精度が十分でないために作成するアプリケーションの検討に苦慮したが、年度を重ねることで改善を図り、最終的には小中学生向けの出前授業で使えるコンテンツ(GAN: 敵対的生成ネットワーク)を用いた顔画像生成のソフト及び出前授業用コンテンツを開発した。この取り組みにより、社会実装教育に関わった学生のコンピテンシーが平均して1ポイント上昇し、3.4～4.2のスコアを達成することができた。このスコアは、仕事上の高い業績に結び付く行動特性を数値で表したものであり、一般に20歳台後半のエンジニアのスコアが4程度であることから、非常に高いスコアであると言える。

小中学生向けの出前授業は、コロナ禍の影響により、一時期、実施不可能であった期間があったため、仮想的に研究室の学生で役割分担を決め、研究代表者が所属する高専内の学生に協力を依頼し、疑似的な出前授業を実施して少しでも問題点を洗い出すことで、問題点の洗い出しや改善を行い、出前授業本番に臨んだ。令和2年度以降は、小学校で必修化されたプログラミング教育に関する出前授業の依頼も一定数あったため、同出前授業を題材とし、社会実装教育の一環として取り組んだ。本研究期間終了時点で3校の小学校で6年生を対象とした出前授業を実施した。学内で仮想的に出前授業を実施して検証したものの、最初の1校で行った実際の授業では、小学生目線での十分な配慮が予想以上にできなかったため、AI技術の魅力を十分に伝えることを念頭に授業実施方法を大幅に見直し、残りの2校で授業を実施した。その結果、小学生にはAIをはじめとする技術者の魅力を十分伝えることができた。

以上の取り組みは、それぞれ学会発表で公表しており、一定の効果は客観的数値やアンケート結果からも読み取れるが、今後は、引き続き社会実装教育を継続して、その効果を継続的に検証していく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 北越大輔, 鈴木雅人	4. 巻 vol.25,no.4
2. 論文標題 東京高専における社会実装教育：フードバンクとの連携によるシステム開発事例紹介	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本高専学会誌	6. 最初と最後の頁 3-9
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 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 Sho Hirose, Daisuke Kitakoshi, Akihiro Yamashita, Kentarou Suzuki, Masato Suzuki	4. 巻 vol.5,Iss.6
2. 論文標題 A Study on Intelligent Dialogue Agent for Older Adults' Preventive Care -Towards Development of a Comprehensive Preventive Care System-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal	6. 最初と最後の頁 9-21
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 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29件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 廣瀬翔, 北越大輔, 鈴木健太郎, 山下晃弘, 鈴木雅人
2. 発表標題 包括的介護予防システムの実現へ向けた検討 知的対話エージェントと認知訓練システムの統合
3. 学会等名 2020年度人工知能学会第34回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木健太郎, 北越大輔, 山下晃弘, 鈴木雅人
2. 発表標題 スマートデバイスを用いた知的対話システムの開発 包括的な高齢者支援情報環境構築を目指して
3. 学会等名 第54回日本作業療法学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daisuke Kitakoshi, Kentarou Suzuki, Masato Suzuki
2. 発表標題 A Study on Coordination of Exercise Difficulty in Cognitive Training System for Older Adults
3. 学会等名 Proc. Joint 11th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 21st International Symposium on Advanced Intelligent Systems(SCIS&ISIS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoshi Iiyama, Daisuke Kitakoshi, Masato Suzuki
2. 発表標題 An Approach for Creation of Logistics Management System for Food Banks Based on Reinforcement Learning
3. 学会等名 Proc. 2021 4th International Conference on Information Science and Systems(ICISS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三嶋隆史, 北越大輔, 鈴木雅人
2. 発表標題 個人の嗜好に適応した混合分布を活用したコンテンツ推薦に関する研究
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ドゥルバドラハ・テムーレン, 鈴木雅人, 北越大輔, 西村亮
2. 発表標題 YOLO及びMOTを用いた車種別交通量調査の自動化のための研究
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林辰宜, 鈴木雅人, 北越大輔, 西村亮
2. 発表標題 FACSに基づく感情推定による転倒予防システムの改良
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯山燈, Niko Haapalainen, 植松航太, 北越大輔, 鈴木雅人
2. 発表標題 フードバンクにおける食品配送スケジュール最適化手法 強化学習の適用に向けた検討
3. 学会等名 電子情報通信学会2020年総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 樫村明憲, 北越大輔, 鈴木雅人
2. 発表標題 ベイジアンネットの結合構造を用いた精度保証型確率推論法の推論特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会2020年総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬翔, 北越大輔, 鈴木健太郎, 山下晃弘, 鈴木雅人
2. 発表標題 知的対話エージェントにおける発話内容調整機構の特性評価 包括的介護予防システムの開発に向けて
3. 学会等名 電子情報通信学会2020年総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木健太郎, 廣瀬翔, 坂本紫音, 北越大輔, 山下晃弘, 鈴木雅人
2. 発表標題 知的対話エージェントと認知訓練システムによる包括的な高齢者支援情報環境の構築へ向けて 印象評価の結果に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会2020年総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木雅人, 小嶋徹也, 吉本定伸
2. 発表標題 通常授業との連携を意識した地域密着型出前授業の実践
3. 学会等名 電子情報通信学会2020年総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Niko Haapalainen, Tomoshi Iiyama, Kouta Uematsu, Daisuke Kitakoshi, Masato Suzuki
2. 発表標題 Logistics System Utilizing Reinforcement Learning to Optimize Shipping Costs for Food Welfare Facilities - A Temporary Solution in a Trial Environment -
3. 学会等名 The 82nd National Convention of Information Processing Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植松航太, 飯山燈, Niko Haapalainen, 北越大輔, 鈴木雅人
2. 発表標題 遺伝的アルゴリズムを用いた勤務スケジューリング機能を備えたフードバンクの物流管理システムに関する研究
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 北越大輔, 坂本紫音, 鈴木健太郎, 鈴木雅人
2. 発表標題 認知訓練システムの難易度調整に関する検討 包括的介護予防システムの実現へ向けて
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂本紫音, 北越大輔, 鈴木健太郎, 鈴木雅人
2. 発表標題 ソフトウェアエージェントとのゲームにもとづく認知訓練システムにおける難易度調整機構の改良
3. 学会等名 計測自動制御学会第47回知能システムシンポジウム(SICE-IS2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣瀬翔, 北越大輔, 鈴木健太郎, 山下晃弘, 鈴木雅人
2. 発表標題 包括的介護予防システムの基本的特性評価に関する研究 知的対話エージェントと認知訓練システムの併用効果
3. 学会等名 計測自動制御学会第47回知能システムシンポジウム(SICE-IS2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永谷黎, 鈴木雅人, 北越大輔
2. 発表標題 ワードスポッティングを用いた古文書における文字の位置推定アルゴリズム
3. 学会等名 電子情報通信学会画像工学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木雅人、北越大輔
2. 発表標題 単体複体における単体近似及び特徴点の連結性を考慮した手書き文字構造抽出に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会パタン認識・メディア理解研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木將希、鈴木雅人、北越大輔、西村亮
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイを用いた視覚障がい者向け買い物支援システムの開発
3. 学会等名 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三島直人、鈴木雅人、北越大輔、西村亮
2. 発表標題 室外機振動のスペクトル解析に基づく空調設備の異常事前予測システムの開発
3. 学会等名 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoshi Yamada, Daisuke Kitakoshi, Akihiro Yamashita, Kentarou Suzuki, Masato Suzuki
2. 発表標題 Development of an Intelligent Dialogue Agent with Smart Devices for Older Adults: A Preliminary Study
3. 学会等名 Proceedings of 2018 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI2018) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂本紫音、北越大輔、鈴木健太郎、鈴木雅人
2. 発表標題 タブレット端末を用いた認知訓練システムに関する研究 - 難易度設計の変更による利用意欲促進への影響に関する検討 -
3. 学会等名 電子情報通信学会福祉情報工学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木健太郎、北越大輔、山下晃弘、山田慧、鈴木雅人
2. 発表標題 スマートデバイスを用いた知的対話システムの開発 包括的な高齢者支援情報環境の構築に向けて
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木健太郎、北越大輔、山下晃弘、山田慧、鈴木雅人
2. 発表標題 スマートスピーカとセンサを用いた知的対話システムの開発 地域高齢者支援情報環境の構築に向けて
3. 学会等名 第16回東京都作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木雅人、北越大輔
2. 発表標題 特徴点補間による曲線あてはめに基づく画像中の手書き文字認識に関する検討
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木下祥太郎, 蜂谷美季, 鈴木雅人, 西村亮
2. 発表標題 小学生のための人工知能学習教材開発(1)-深層学習を使用した教材の開発-
3. 学会等名 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蜂谷美季, 木下祥太郎, 鈴木雅人, 西村亮
2. 発表標題 小学生のための人工知能学習教材開発(2)-CABを使用したプログラミング教材の開発-
3. 学会等名 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木雅人、北越大輔
2. 発表標題 線分端点検出及び二次曲線あてはめに基づく画像中の手書き文字認識に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会パターン認識メディア理解研究会
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

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