

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：12102  
研究種目：若手研究  
研究期間：2018～2019  
課題番号：18K18105  
研究課題名（和文）クラウドソーシングによる専門的判断支援のための機械学習法

研究課題名（英文）Machine Learning for Professional Crowdsourcing Tasks

## 研究代表者

馬場 雪乃 (Yukino, Baba)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：40711453

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,600,000円

研究成果の概要（和文）：専門的な判断をクラウドソーシングで行うための機械学習法を開発した。(1) 専門家の多様な価値観を考慮して、合意形成するための手法を開発した。(2) 非専門家（生徒）同士の相互添削・採点を通じて、生徒の習熟度を推定する手法を開発した。(3) 生徒同士がお互いの回答を見せ合いながら協調して学ぶ過程を効率化する手法を開発した。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

自動化が進み様々なプロセスが効率化される中で人間による判断がボトルネックとなることが多い。本研究成果は、専門家の集団意思決定の効率化や、非専門家による専門的な判断の実現に貢献する。特に後者により、専門的判断が増える人材が拡大することで、クラウドソーシングを通じて、専門的判断の教師データを大量に収集しそれを模倣した機械学習モデルを構築することができるようになる。つまり、専門的判断を実現する人工知能の開発に貢献する。

研究成果の概要（英文）：We developed a machine learning method for crowdsourcing professional decisions. (1) We developed a method for building consensus among professionals with diverse decision criteria. (2) We developed a method to estimate student proficiency by using results of peer-grading and peer-correction. (3) We developed an efficient collaborative learning method by letting students learn from answers of others.

研究分野：知能情報学

キーワード：ヒューマンコンピューテーション クラウドソーシング 機械学習

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

実社会の様々なドメインにおいて機械学習活用が進み、専門家による判断を、機械学習を用いて自動化したいという需要が高まりつつある。機械学習モデルの構築のために、専門家による判断結果を大量に収集し、正解データとして用いる必要があるが、専門家の不足により収集が難しい。一方、クラウドソーシング等で雇用される非専門家であっても、適切な支援により人間の認識・汎化能力を活用することで、専門家の判断を模倣できる可能性がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、非専門家が専門家の判断を模倣できるようにするための機械学習法を開発する。具体的には、以下のように研究目的を設定する：

- (1) 非専門家に専門家の判断を模倣させるためには、専門家の判断自体の合意が取られている必要がある。専門家の合意形成を支援する手法を開発する
- (2) 専門家の負荷を減らすため、非専門家同士が互いに添削し合いながら学ぶための手法を開発する
- (3) 専門家の負荷を減らすため、非専門家同士がお互いに学ぶための手法を開発する

### 3. 研究の方法

- (1) クラウドソーシングを用いて判断データを収集し、そのデータを分析しながら機械学習モデルを構築した
- (2) クラウドソーシング翻訳サービスにおける、相互添削と採点のデータを収集し、データを分析しながら機械学習モデルを構築した
- (3) 非専門家の学習過程のシミュレーションを用いて、手法を開発した

### 4. 研究成果

(1) 特に複数の専門家が対比較によりアイテムの良し悪しを評価し、それを集約してアイテムのランキングを獲得する場合に、評価観点の違いを考慮した上でアイテムの良さを推定する手法を開発した。専門家ごとに評価観点は異なるが、評価観点を明示的に表明させることは難しい。各専門家が実施した対比較の結果から、その裏にある各自の評価観点を推定し、ランキング集約に役立てる。提案法を用いることで評価観点ごとのランキング可視化ができ、評価観点別の上位アイテムの比較を容易にし、特にアイテムが多数ある場合に専門家間の合意形成を効率化する(図1)。デザインの評価を題材した実験で、提案法により、評価観点ごとのランキングを精度良く推定できることを確認した。

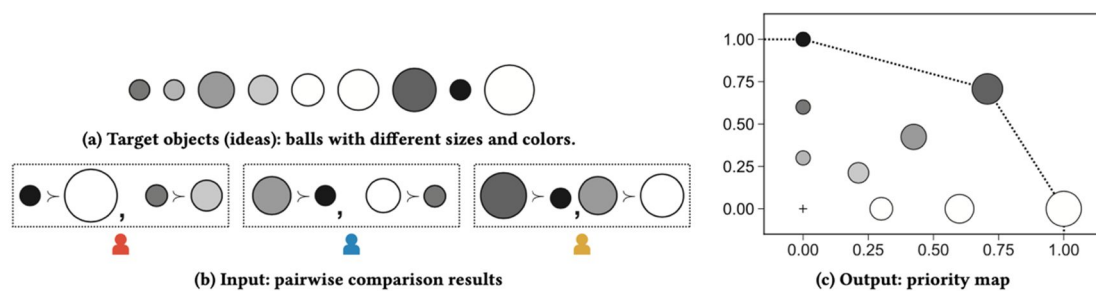


図1 専門家の合意形成支援

(2) 専門家である教師の負荷を減らすために、生徒が教師の代わりに互いの成果物を採点・添削する状況で、生徒の習熟度を推定する手法を開発した。生徒の中には、教師のように成果物を正しく評価できる人もいれば、評価が上手くできない人もいます。採点と添削の一貫性を利用して、生徒の「評価者としての信頼性」を推定し、習熟度推定に用いる。日英翻訳の採点・添削(図2)を題材にした実験により、提案法により、教師に匹敵する精度で、習熟度の高い精度と低い生徒を識別できることを示した。

Pre-correction	Post-correction	Num. of corrected parts
Please enter the title. Please enter the application conditions.	Please enter the title. Please enter the eligibility requirements.	1
41 people from major travel agencies of Japan and land operators participated and had the business meetings with suppliers about latest Thailand MICE circumstances.	41 people from major travel agencies of Japan and land operators participated and had the business meetings with suppliers about the latest Thailand MICE circumstances.	1
Kalafina is the vocal girls band produced by Yuki Kajiuura. Currently the member of Kalafina is WAKANA, KEIKO and HIKARU. The group was formed in order to produce the main song when the composer Yuki Kajimura produced music for the film "Boundary of Emptiness".	Kalafina is the female vocal band produced by Yuki Kajiuura. Current members of Kalafina are WAKANA, KEIKO and HIKARU. The group was formed in order to produce the main song when composer Yuki Kajimura was working on the music for the film "Boundary of Emptiness".	7

図 2 日英翻訳の添削結果

(3) 非専門家同士が協調することで、お互いを教え合うためのシステムティックな手法を開発した。この手法は、非専門家、すなわち生徒の習熟度にあわせて、生徒が学ぶための適切な教材を提示する。教材は、サンプルと、それに対するアノテーション例である。提示するアノテーション例は、他の生徒による回答例のうち、正しい確率が高いものである。お互いの回答を見せ合いながら、互いに学んでいくという状況を、機械学習モデルを用いて効率化している。具体的には、最初に生徒にテストを受けさせ、その回答から、生徒の回答モデルを推定する。同時に、正しい回答モデルも推定する。生徒は、教材を提示されると勾配法でモデルを更新するものとして、いまの生徒の回答モデルを、正しい回答モデルに最も近づけるような教材を選択する(図3)。虫の分類や、ワインの分類といったデータを使ったシミュレーションにおいて、この手法が、正しい教材を提示した場合と同等の学習効率を達成することを確認した。

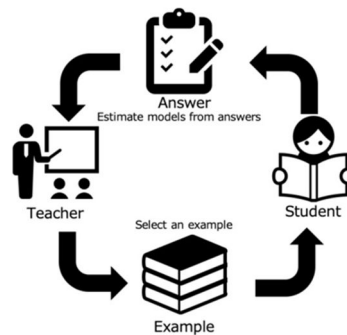


図 3 教材提示のプロセス

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 Takeru Sunahase, Yukino Baba, Hisashi Kashima	4. 巻 -
2. 論文標題 Probabilistic Modeling of Peer Correction and Peer Assessment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th International Conference on Educational Data Mining	6. 最初と最後の頁 印刷中
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0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----