

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 23 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2015

課題番号：24650061

研究課題名(和文)国語教材を訓練集合とした機械学習による心情推定方式の研究

研究課題名(英文)A Study on Affect Estimation Methods with Machine Learning from Training Data of Japanese Text

研究代表者

小山 聡(Oyama, Satoshi)

北海道大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：30346100

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文):文章に表現されている感情を推定することは、文章の音声自動読み上げや感情教育など、さまざまなアプリケーションの基礎となる技術である。本研究では特に、物語文中の登場人物の発言に表現される感情を推定する研究に取り組んだ。感情ラベル間の依存関係、物語全体および個々の登場人物の感情の傾向や文脈情報を考慮することで、クラウドソーシングで得られたラベルから高い精度で感情を推定することが可能となった。さらに、異なる感情モデル間の互換性を実現するアルゴリズムの開発を行った。

研究成果の概要(英文):Estimating affects from text is a key technology for many applications such as text-to-speech synthesis and affective education. In this study, we specifically dealt with the problem of estimating affects of characters' utterances in narrative text. We enabled accurate affect estimation from crowdsourced labels by considering dependency between affect labels, affective tendency of the story and characters, and contextual cues in the story. We also developed algorithms for enabling interoperability between different affect models.

研究分野：人工知能

キーワード：機械学習 感性情報学 人工知能 クラウドソーシング

1. 研究開始当初の背景

(1) 文章や音楽、画像などのコンテンツに表現される感情を推定することは、情報検索や情報推薦など多くの情報処理分野で必要とされる技術である。特に、文章に表現されている感情を推定することは、文章の音声自動読み上げや感情教育など、さまざまなアプリケーションが想定される、今後ますます多くの文学作品などが電子的に公開されるようになれば、その重要性は一層増すと考えられる。従来は、たとえば商品のレビュー文を「肯定」と「否定」の2種類に分類するなど、比較的単純な基準に基づいて感情推定を行うことが主流であった。しかし、より高度な感情情報処理を行うためには、複雑な感情表現をそのままの形で取り扱う必要が出てくる。すなわち、感情を「肯定」「否定」という単一の軸で測るのではなく、「嬉しい」「悲しい」「楽しい」といった複数の感情要素を保ったまま扱う必要が出てくる。

(2) 機械学習においては、肯定/否定のように2つのクラスに分類する問題は二クラス分類問題、複数のクラスのどれかに分類する問題は多クラス分類問題として定式化される。ところが、感情推定においては、一つのコンテンツを常にどれか一つの感情に対応付けることができるとは限らない。例えば、一つの文が、「怒り」と「悲しみ」を同時に表現することは珍しくない。このように、一つのコンテンツが複数のクラスに同時に分類され得る問題はマルチラベル問題と言われ、2クラス分類問題や多クラス分類問題よりも複雑で難しい問題と考えられてきた。

(3) 感情分類を行うには、どのような感情の種類を考慮するかを、予め定めておく必要がある。人間の感情がいくつの要素から構成されるかは、古くから心理学などで議論されてきた。近年では、それらの知見に基づく「感情モデル」を用いて、感情情報処理を行う研究が現れている。しかし、感情表現は言語によって異なり、また同じ言語であっても、感情をどのように分類するかは一致を見ない。例えば、日本語の感情処理でよく参照される中村の感情表現辞典[1]では感情を「喜」「好」「安」「怒」「哀」「怖」「恥」「厭」「昂」「驚」の10種類に分類しているが、英語における研究で広くモチられている Ekman のモデル[2]は基本感情として「Happiness」「Fear」「Anger」「Surprise」「Disgust」「Sadness」を挙げている。それぞれで扱う感情の種類が異なるだけでなく、たとえば「哀」と「Sadness」が同じ感情を指しているのかも、必ずしも自明ではない。

2. 研究の目的

本研究では、文章自動読み上げや感情教育に応用できるように、文章に含まれる複雑な感情を肯定/否定といった単純化を行わずに、

本来の複雑さを保った形で推定することを目的とした。扱うラベルが複雑になれば、それだけ推定精度を維持することが困難となるため、推定精度向上が大きな課題であった。また、現時点ではどの感情モデルが感情情報処理に適しているかについてのコンセンサスが得られていないため、どのような感情モデルにも対応できる可用性を持たせることも重視した。

3. 研究の方法

(1) 研究で扱う文章としては、年少者向けの物語文を選定した。物語文を読む主な目的は、そこに書かれている架空の出来事に関する知識を得ることではなく、登場人物の感情の動きを理解することである。特に年少者向けの物語文の読解は、子どもが他の人の感情の動きを理解できるようにする感情教育を目的の一つとして行われることが多く、文章中に比較的分かり易い形で多くの感情表現が含まれていることが多い。そのため、本研究で最初に取り組み対象として適していると考えた。また、物語文ではいわゆる地の文にも登場人物の行動や情景を通して感情が表現されていることがあるが、どの登場人物と感情かを識別するという別の課題が生じる。そのため、今回の研究では物語文の中でも特に登場人物の発言を対象として感情推定を行った。具体的には、青空文庫[3]に公開されている著作権フリーの子供向けの小説を台本形式に変換して用いた。

(2) 従来の人工知能研究では、人間の力を借りず、計算機だけで人間の代わりになるような高度な機能を実現することを最終的な目標とすることが一般的であった。一方近年、「ヒューマンコンピューテーション」[4]と呼ばれる、全て計算機での自動化を目指すのではなく、人間と計算機それぞれが得意な情報処理能力を組み合わせることで、効率よく精度の高い処理を実現するアプローチが人工知能分野で注目を集めつつある。インターネット上で不特定多数の作業員(ワーカー)に仕事を依頼できるクラウドソーシングはそれを実現するためのプラットフォームとみなされている。文章からの感情の読み取りは個人差が大きい一方で、音声自動読み上げなどのアプリケーションを想定すればなるべく多くの人のコンセンサスが得られるラベルを用いる必要がある。そのため、比較的容易に多くの人に作業を依頼できるクラウドソーシングが有効な問題の一つと考えられる。クラウドソーシングで得られた感情ラベルに対し、計算機による統計的品質制御を導入することで、高い精度で感情を推定することが可能となると期待される。本研究では日本の商用のクラウドソーシングサービスである Lancers[5]を用いて登場人物の発言に対する感情ラベリングを行った。図1にその作業画面を示す。

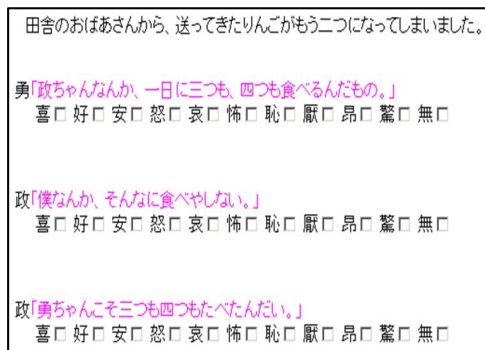


図 1 クラウドソーシングによる感情ラベリング作業画面

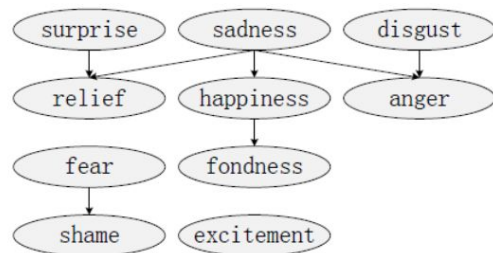


図 2 感情ラベル間の依存関係を表すベイジアンネットワーク

4. 研究成果

(1) 感情推定の問題は基本的には、一つのデータに対して複数のラベルを付与するマルチラベル問題として定式化できる。取り得るラベルの組合せの数が多くなるため、正解を高い精度で推定するには、同じ発言をなるべく多くのワーカにラベリングしてもらう必要がある。しかし、ラベリングを依頼する人の数が多くなれば、その分だけコストもかかるため、なるべく少ない人数のラベリング結果から、正解ラベルを推定できることが望ましい。少ないラベルから分布を推定するためには、ラベルの間の依存関係を考慮することが有効である。例えば、「怒り」と「悲しみ」は共起しやすいが、「怒り」と「喜び」は共起しにくい。ただし、ラベルの全ての組み合わせを考えると、推定しなければならない確率モデルのパラメータ数が大きくなり、データ数が少ない場合には精度の良い推定ができない。そこで、依存関係にあるラベルをペアにして真のラベルを推定する方法と、感情ラベルの間の条件付独立性を図2のようなベイジアンネットワークで記述することで、感情ラベルの同時確率を近似する方法を開発した。それらを用いて従来の正解ラベルの推定アルゴリズムである Dawid-Skene のモデル[6]を拡張することで、一つのインスタンスに対するラベルの数が少ない場合でも、高い精度で正解を推定できるアルゴリズムを開発した。評価実験の結果、ベイジアンネットワークを用いた方法が提案手法の中で最も良い性能を示すことが確認された。

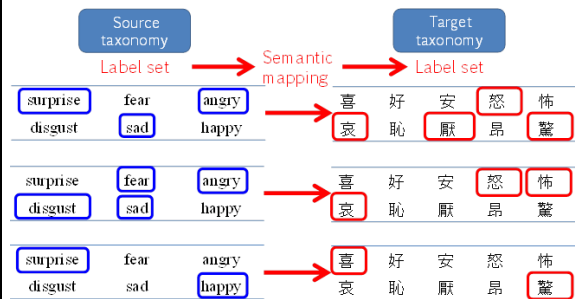


図 3 異なる感情モデル間でのラベルの意味的マッピング

(2) 従来のクラウドソーシングによるラベリングタスクは、各データインスタンスが独立であると仮定するケースが多かった。例えば、画像分類のタスクでは、各タスクは独立と見なせる場合が多い。しかし、物語文中の登場人物の発言に感情ラベルを付ける場合は、喜劇か悲劇かといった物語全体の感情の傾向や怒りっぽい人物や気の弱い人物といった個々の登場人物の基本的な性格などの、一貫性に制約されることが多い。また、話し相手が怒っていれば、感情推定の対象となる人物は怒っていたり悲しんでいたりするケースが多いように、前後の文脈からも影響を受ける。そこで我々は、物語全体および個々の登場人物の発言における感情ラベルの出現分布および連続する発言における感情ラベルの遷移確率をモデル化し、Dawid-Skene のモデルを拡張することで、正解ラベルの推定精度を向上させる方法を開発した。評価実験の結果、感情の一貫性と文脈情報を考慮することで正解ラベルの推定精度が向上することを確認した。

(3) 現在の感情情報処理の研究では、中村の 10 基本感情モデルや Ekman の 6 基本感情モデルなど、様々な種類の感情モデルが用いられており、このことが、ある感情モデルで作成したデータを、他の感情モデルを前提としたシステムで使用することができないといった互換性の問題を生じている。このような問題を解消するために、異なるモデルにおける感情ラベル間での意味的マッピングを実現する方式を開発した。一つ目の方法はベクトル空間モデルに基づくアプローチであり、変換元のラベルベクトルを変換先のラベルベクトルに変換する行列をクラウドソーシングで得られたラベルから学習する。その際に、全てのワーカを対等に扱うのではなく、ワーカの信頼度を考慮して変換行列を学習する方法を開発した。もう一つは確率モデルに基づくアプローチであり、変換元のラベルが与えられたときに、事後確率が最大となるような変換先のラベルを求める。その際にもワーカによる信頼度の違いを反映させるために、Dawid-Skene のモデルを導入した方法も開発した。Ekman のモデルと中村のモデル

の間で感情ラベルを変換する実験を行った結果、ワーカの信頼度を考慮した確率モデルが最も高い変換精度を示すことを確認した。

<引用文献>

- [1] 中村 明: 感情表現辞典, 東京堂出版, 1993.
- [2] Paul Ekman: An argument for basic emotions, *Cognition & Emotion*, Vol. 6, No. 3-4, pp.169-200, 1992.
- [3] 青空文庫, <http://www.aozora.gr.jp>
- [4] Edith Law and Luis von Ahn: Human Computation, Morgan & Claypool Publishers, 2011.
- [5] Lancers, <http://www.lancers.jp>
- [6] A. P. Dawid and A. M. Skene: Maximum Likelihood Estimation of Observer Error-Rates Using the EM Algorithm, *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, Vol. 28, No. 1, pp. 20-28, 1979.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

Lei Duan, Satoshi Oyama, Haruhiko Sato, Masahito Kurihara: Separate or Joint? Estimation of Multiple Labels from Crowdsourced Annotations, *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, No. 13, pp. 5723-5732, 2014, 査読有.
DOI: 10.1016/j.eswa.2014.03.048

Michal Ptaszynski, Rafal Rzepka, Satoshi Oyama, Masahito Kurihara, Kenji Araki: A Survey on Large Scale Corpora and Emotion Corpora, *コンピュータソフトウェア*, Vol. 31, No. 2, pp. 151-167, 2014, 査読有.

Michal Ptaszynski, Hiroaki Dokoshi, Satoshi Oyama, Rafal Rzepka, Masahito Kurihara, Kenji Araki, and Yoshio Momouchi: Affect Analysis in Context of Characters of Narratives, *Expert Systems with Applications*, Vol. 40, No. 1, pp. 168-176, 2013, 査読有.
DOI: 10.1016/j.eswa.2012.07.025

[学会発表](計7件)

Lei Duan, Satoshi Oyama, Masahito Kurihara, Haruhiko Sato: Crowdsourced Semantic Matching of Multi-Label Annotations, 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2015), Sheraton Convention Center (Buenos Aires, Argentina), 2015年7月25日~2015年7月31日.

Lei Duan, Satoshi Oyama, Haruhiko Sato, Masahito Kurihara: Multi-Emotion Estimation in Narratives from Crowdsourced Annotations, 15th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2015), University of Tennessee Conference Center (Knoxville, TN, USA), 2015年6月21日~2015年6月25日.

Lei Duan, Satoshi Oyama, Masahito Kurihara, Haruhiko Sato: Establishing Relationships between Emotion Taxonomies Using the Vector Space Model, 2015 IAENG International Conference on Artificial Intelligence and Applications (ICAIA 2015), The Royal Garden (Hong Kong, China), 2015年3月18日~2015年3月20日.

Lei Duan, Satoshi Oyama, Haruhiko Sato, Masahito Kurihara: Leveraging Crowdsourcing to Make Models in Multi-label Domains Interoperable, 情報処理北海道シンポジウム 2014, 公立ほこだて未来大学(北海道函館市), 2014年10月4日.

Lei Duan, Satoshi Oyama, Haruhiko Sato, Masahito Kurihara: Multi-affect Estimation Considering Consistencies among Crowdsourced Annotations, 第28回人工知能学会全国大会, ひめぎんホール(愛媛県民文化会館)他(愛媛県松山市), 2014年5月12日~2014年5月15日.

Lei Duan, Satoshi Oyama, Haruhiko Sato, and Masahito Kurihara: Joint Estimation of Multiple Affects from Crowdsourced Annotations, 情報処理北海道シンポジウム 2013, 室蘭工業大学(北海道室蘭市), 2013年10月5日.

段 磊, 小山 聡, 栗原 正仁, 佐藤 晴彦: 物語文における心情推定の研究, 情報処理学会第75回全国大会, 東北大学川内キャンパス(宮城県仙台市), 2013年3月6日~2013年3月8日.

[図書](計1件)

鹿島 久嗣, 小山 聡, 馬場 雪乃: ヒューマンコンピューテーションとクラウドソーシング, 講談社, 117ページ, 2016.

6. 研究組織

(1)研究代表者

小山 聡(OYAMA, Satoshi)

北海道大学・大学院情報科学研究科・准教授

研究者番号: 30346100