

令和 4 年 6 月 27 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11428

研究課題名（和文）議論マイニングのための議論に基づくベイズ的生成モデル

研究課題名（英文）Argument-based Bayesian generative models for argumentation mining

研究代表者

木藤 浩之（Kido, Hiroyuki）

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・客員研究員

研究者番号：90705287

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：文章や演説から論争的な会話の構造を抽出し、議論の要素を機能ごとに分類しようとする研究である議論マイニングが精力的に進められている。本研究課題において我々は広義の形式論理である形式議論を議論マイニングに用いた。研究代表者が筆頭責任著者を務める合計6件の論文を発表した。そのうち1件は人工知能に関する査読付き国際ワークショップ（AIC 2022）で発表し、残りの5件はarXivで発表した。また、その他1件の論文は人工知能に関する国際論文誌において現在査読中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

既存のほとんどの研究は抽象的議論の順問題に相当する。我々の与えた確率モデルは逆問題への一般的な解法を与えるだけでなく、順問題および順問題と逆問題の連結である複合問題への一般的な解法を与える。また、この逆問題の着想は本研究課題が対象とした形式的議論だけでなく、形式的論理も適用すべきことがわかった。

研究成果の概要（英文）：Argument mining aims to extract an argumentative structure from texts written or spoken in natural languages. The key idea we studied in this project is an inverse problem of abstract argumentation studied in formal logic. The main contributions of this project include a probabilistic model of the idea and its effective use in argumentation mining. The research achievements of this project have been presented at a peer-reviewed conference and workshop and published in arXiv.

研究分野：人工知能

キーワード：抽象的議論 非単調論理 ベイズ統計 逆問題

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

議論は法廷，国会，テレビ，ウェブ，SNS などの様々な場面で生じる言語的，社会的，かつ合理的活動である。2007 年頃から，文章や演説から論争的な会話の構造を抽出し，議論の要素を機能ごとに分類しようとする研究である議論マイニングが精力的に進められている。議論マイニングの主な仕事は，議論的な文章や主張などの抽出，抽出された議論要素間の支持関係の予測，特定された論証間の攻撃的相互作用の計算である。議論マイニングには機械学習及び自然言語処理を利用するのが主流である。しかし，議論マイニングで求められるこれらの仕事の達成は未だに難しい問題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は広義の論理である議論を用いた議論マイニングの研究領域を開拓することである。そのために計算論的議論の種々の成果を特徴付けるベイズ的生成モデルを研究する。具体的には，基本的生成モデルの定式化と議論構造推定アルゴリズムの実装，計算論的議論に基づく基本モデルの拡張とアルゴリズムの性能評価，議論マイニング全般の問題を扱うための自然言語処理との連携と社会実装，本研究の学術的特徴付けと関連問題の分析を行う。

3. 研究の方法

既存の代表的な方法は自然言語処理を用いて自然文章から議論構造の抽出を行い，計算論的議論を用いてその議論構造から議論帰結の導出や解釈を行う。一方，我々は計算論的議論に基づく議論帰結の導出や解釈の因果関係を遡ることで議論帰結から議論構造を推定する。議論構造から議論帰結を解釈する議論の意味論的帰結関係をベイジアンネットワークで記述し，観測される議論帰結から推定すべき潜在的議論構造の事後分布を求めるといったベイズ推定問題を考える。

4. 研究成果

図 1 に基本的な計算論的議論を特徴付けるベイジアンネットワークの構造を示す。ここで arg , sem_{AS} , sem_{LS} はそれぞれ論証集合，議論の意味論，論理の意味論を表す決定論的パラメータであり， Att , Ext , Acc は議論構造，議論解釈，議論帰結を表す確率変数である。本研究課題において我々はこの基本モデルの計算量，推定精度，推定感度に関する利点と欠点を分析した。また，欠点を克服するためのモデル上，アルゴリズム上，プログラム上の種々の拡張や改良を行なった。

抽象的議論フレームワーク (Att) が観測される状況での議論帰結 (Acc) の事後分布を分析し，それが抽象的議論の意味論的帰結と整合することを証明した。また，議論帰結が観測される状況での議論フレームワークの事後分布の性質を分析し，期待される結果が得られることを証明した。議論帰結が観測されるとき議論フレームワークの事後分布を近似するギブスサンプリングアルゴリズムを実装し，厳密推論と比較して計算量が改善されることを実証した。

また，抽象的議論フレームワークを無作為に作成し，その外延集合にノイズを加えたものを我々の確率モデルに与えた。我々の確率モデルが出力する抽象的議論フレームワークと元の抽象的議論フレームワークの一致性を評価した。評価には機械学習で使われる基準を用いた。この実験により我々の確率モデルは議論マイニングにおいて当初の予想以上に有用であることがわかった。

少数の議論や意見からの議論マイニングにしか対応できないという計算量上の問題が判明した。確率的ブロックモデルの着想に基づき，意見間の対立関係ではなく意見の集合であるクラス間での対立関係を推定する問題を考案し，定式化および実装した。

次の二つの重要な発見があった。第一に，我々の確率モデルは逆問題だけでなく，順問題および順問題と逆問題の複合問題を統一的に扱えることが分かった。議論帰結が観測されるときに，複合問題はまず論証間の攻撃関係を推定し，その推定した攻撃関係を使って別の議論帰結を予測する。同時に，さらなる計算量的な工夫が必要なことも分かった。第二に，この逆問題の発想は形式的論理の意味論にも適用すべきことが分かった。いくつかの論理的推論，非単調推論，准無矛盾推論，予測的推論，統計的推論などがこの発想の下で統一的に説明されることが分かった。

研究代表者が筆頭責任著者を務める合計 7 件の論文を発表した。そのうち 2 件は人工知能に関する査読付き国際会議 (KR 2018) と国際ワークショップ (AIC 2022) で発表した。残りの 5

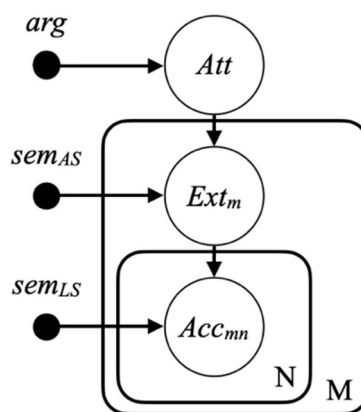


Figure 1 生成モデルの基本形

件はarXivで発表した。また、その他1件の論文は人工知能に関する国際論文誌において現在査読中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Hiroyuki Kido
2. 発表標題 Bayesian Model Selection in Statistical Construction of Justification
3. 学会等名 16th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Kido
2. 発表標題 Generative Logic Models for Data-Based Symbolic Reasoning
3. 学会等名 8th International Workshop on Artificial Intelligence and Cognition (国際学会)
4. 発表年 2022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
---------	---------