

Web 上での大規模議論における議論ツリーによる意見集約支援

Supporting opinion gathering by Discussion Tree for
Managing Large-Scale Internet-Based Discussions on COLLAGREE

仙石 晃久 *1

Akihisa Sengoku

伊藤 孝行 *1

Takayuki Ito

藤田 桂英 *2

Katsuhide Fujita

白松 俊 *1

Shun Shiramatsu

*1名古屋工業大学大学院 情報工学専攻

Nagoya Institute of Technology, Department of Computer Science

*2東京農工大学大学院工学研究院

Tokyo University of Agriculture and Technology

In this paper, we propose a Discussion Tree based discussion method for a large-scale web-based opinion gathering. Discussion Tree is a tree diagram that visualizes the flow of a discussion on the basis of the reply relationships in the conversations to make the discussion more efficient. In general, a Discussion Tree is commonly used as a facilitation tool for face-to-face workshops. As a way to create a Discussion Tree on the web, we propose a hybrid system of an automatic generation of the Discussion Tree by the system and a manual editing of the tree by the facilitator. Our method is evaluated by an experiment, demonstrating its capability of helping participants grasp the discussion contents and making convincing draft agreement in large-scale opinion gathering.

1. はじめに

近年、大規模な意見集約を実現する研究に注目が集まっている [1][2][3]。また、Web 技術の発展により Web 上での大規模な議論による意見集約に期待が高まっている。具体的に、行政では住民の意見を反映した決定を行うために、誰でも気軽に参加し、意見を発言することができるシステムが求められている。

本研究では、Web 上での大規模議論において、議論ツリーを導入することで大規模意見集約の支援を行う [4]。議論ツリーとは、議論を円滑に進めるために、議論の返信関係を元に議論の流れを樹形図で可視化したものである。議論ツリーにより、参加者は議論の全体像や論点が把握でき、議論内容の把握を支援できる。また、参加者は議論の各意見の位置付けや相互の関係を参加者に提供することで、合意案を作成しやすくなる。さらに、議論の進行役のファシリテータへの利点として、議論構造を共有することで参加者の認識を統一することができる。そのため、現在では多くの会議やシンポジウムの場において、ファシリテータは議論を円滑に進行するために議論ツリーを使用している [5]。

本研究では、過去に Web 上での大規模な意見集約を目的とした大規模意見集約システム COLLAGREE [6] を開発した。COLLAGREE では、議論のマネージメント役として人間のファシリテータとファシリテーション支援機能を導入することで、議論を適切なプロセスで進行できる。また、参加者の議論活動に対して、議論ポイントを付与するインセンティブ機能により、参加者の議論活動を促進させる。

COLLAGREE を用いた社会実験として、2013 年に 2 週間、ファシリテータを導入した COLLAGREE 上で、名古屋市と名古屋市次期総合計画について議論を行った [7]。名古屋市次期総合計画とは、名古屋市が長期的な展望を持ち市政を運営するため策定を目指している、2014 年度から 2018 年度までの 5 年間の都市計画である。名古屋市との社会実験では 264 名が参加し、意見投稿数 1,151 件、訪問数 3,072 件、およびページ

ビュー数 18,466 ビューという多くの閲覧と投稿を得た。また、COLLAGREE による大規模意見集約の実現可能性を確認し、Web 上での議論におけるファシリテータの有用性を確認した [7]。他にインセンティブ機能の評価実験として、学生 20 名で 3 日間、COLLAGREE 上で議論を行った [8]。実験設定として、ポイント機能ありおよびポイント機能なしの 2 つのグループによる議論を実施した。実験の結果、ポイント機能ありのグループが、ポイント機能なしのグループより投稿および賛同を活発に行なっており、ポイント機能が議論参加を促していることを確認した [8]。

しかし、COLLAGREE を用いた先行研究では、意見集約の実現に成功しているが「閲覧コストの増大」や「合意案の作成」といった課題がある。「閲覧コストの増大」については、大規模な議論になったときに投稿される意見が膨大になり、議論内容を把握することが難しくなる。また、「合意案の作成」では Web 上での議論であるため匿名性や非同期といった性質から、意見がまとまらないといった課題がある。そこで、Web 上での議論に議論ツリーを導入することで、「閲覧コスト」や「合意案の作成」の課題の改善を行い、大規模意見集約の支援を目指す。参加者が議論ツリーを閲覧することにより、議論の全体像、論点、および流れを把握することが容易になり、参加者に対して議論内容の把握支援を行う。また、議論ツリーによって議論の各意見の位置付けや相互の関係を参加者に提供することで、参加者の合意案作成支援を実現する。

論文の構成を以下に示す。第 2 章では、大規模意見集約における関連研究について述べる第 3 章では、COLLAGREE における議論ツリーについて述べる第 4 章では、議論ツリーの評価実験の結果と考察について述べる。最後に 5 章で本稿のまとめを述べる。

2. 関連研究

2.1 Argumentation Map

大規模意見集約を目的とした MIT CCI のプロジェクト [9] がある。本プロジェクトでは、Web 上での大規模な議論や協議を支援し、大規模な意見集約を可能にするツールを開発している。大規模な意見集約を可能にするツールとして、Argumentation Map と呼ばれる議論の論理的構造（議論マップ）を構築するシステムを開発している。Argumentation Map 上で、参加者

連絡先: 仙石 晃久, 名古屋工業大学大学院 情報工学専攻, 〒 466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器町, TEL: 052-745-7968, FAX: 052-735-7407, E-mail: sengoku.akihisa@itolab.nitech.ac.jp

は論理的構造に基づき、意見を主張、賛成、反対、および問題提起などに分類することで、議論の構造を明確化する。本ツールにおいて、ユーザの意見は以下の3つの意見に分類し、各意見は互いに再帰的に構造化されている。

- issues: 質問
- options: 回答の選択肢
- arguments: 主張

Argumentation Map を使用した 220 人でのオンライン議論の例 [10] もあるが、Argumentation Map 上での議論では、構造化されたプロセスで議論を行う必要があり、参加者の負担となるため、85%の意見に返信意見がなかった。本研究では、自由な議論から得られた意見を元に議論ツリーを自動で作成するため、参加者への負担がない点で異なる。

2.2 Innovation Jam

IBM は、世界中の社員、社員の家族、および顧客の意見を集め、活用するために InnovationJam[11] と呼ばれるオンラインディスカッションを開催している。InnovationJam は数日間期間を限定して行うオンラインディスカッションのイベントである。2008 年に実施された InnovationJam では、15 万人以上が参加し「IBM は世界にどのように貢献ができるか」について議論を行い、最終的に 5 つの案にまとめ、IBM の活動に取り入れられた。InnovationJam の議論システムは COLLAGREE と同じ電子掲示板のようなシステムをベースにしており、参加者は自由な議論が可能である。

InnovationJam では、議論全体の傾向から知識を抽出し発見するためにスレッド・オーバービューと呼ばれる議論の可視化と構造化を行う機能がある。スレッド・オーバービューは参加者が作成する必要がないため参加者への負担が少ない。従って、参加者はすべての意見を読むのが困難なときでも、スレッド・オーバービューによって、革新的なアイデアの候補を見つけることが可能になる。しかし、作成されたスレッド・オーバービュー上で議論をすることができない点では本研究と異なる。議論ツリーでは、参加者は議論ツリー上でも議論することが可能であり、またファシリテータは議論ツリーを編集しファシリテーションすることができる。スレッド・オーバービューは議論を可視化するのみであるが、議論ツリーは、議論を可視化しながら議論を行うことができる議論プラットフォームである点で異なる。

3. 大規模意見集約のための議論ツリー

Web 上での議論ツリーの作成方法は、システムによる議論ツリーの自動生成とファシリテータによる手動の議論ツリーの修正というハイブリッド方式を提案する。議論ツリーの自動生成では、電子掲示板のような議論プラットフォームから得られた発言を元に自動で議論ツリーを作成することで、参加者へ負担をかけずに議論ツリーを生成する。電子掲示板のような自由に投稿できる議論プラットフォームを使用する理由は、自由な発言から斬新なアイデアや問題提起が発言されると経験的に考えられているためである。ファシリテータは自動で作成された議論ツリーを修正することで、正確な議論ツリーを作成でき、参加者は修正された議論ツリーを見ながら円滑に議論することができる。

本研究では、議論ツリーを COLLAGREE の各テーマごとに自動で作成する。本システムの議論ツリーを図 1 に示す。図 1 の各番号は各機能を示している。図 1 の議論ツリーのノードは各意見であり、リンクは返信関係を表している。各ノードの

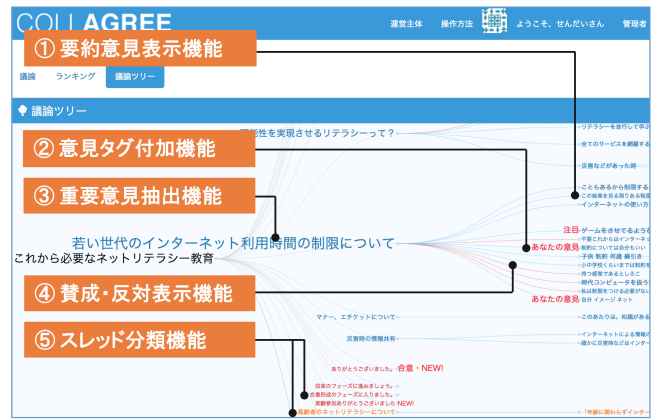


図 1: COLLAGREE 上での議論ツリー

大きさは「重要意見表示機能」により、重要な意見を大きく表示し、ノードに表示するテキストは「要約意見表示機能」により、要約して表示する。また、ノードの色は「スレッドのクラスタリング機能」によりスレッドを自動で分類し、スレッドの分類ごとに色を付ける。リンクの色は「賛成・反対表示機能」により自動で賛成・反対を判定し、賛成の場合は青色、反対の場合は赤色で表示する。



図 2: 議論ツリーのダイアログ

図 2 がノードをクリックすることで表示される意見ダイアログである。意見ダイアログより、参加者はノードの意見の詳細を把握することやノードの意見に対しての返信をすることができる。また、ファシリテータは意見タグを付加することができる。議論ツリーを実装した COLLAGREE を用いた予備実験の結果とファシリテータへのヒアリングの結果を元に議論ツリーの各機能を実装した。以下に議論ツリーの各機能の詳細を述べる。

【①重要意見表示機能】各意見の重要度を算出して、重要な意見を大きく表示し、重要な意見の把握を支援する。各意見の重要度は影響の普及モデル [12] を用いて算出を行う。影響の普及モデルとは語の再帰的な伝搬量に基づいて意見や投稿者の影響量を求めるアルゴリズムであり、電子掲示板などの返信関係

が明らかになっている文章集合に用いられる。影響の普及モデルでは、意見に含まれる単語が他の意見に伝播した総数が影響量となる。本研究では影響量を重要度として用いる。

【②意見タグ付加機能】意見タグは自動で付加するタグとファシリテータが手動で付加するタグに2種類ある。意見に自動で、最新の投稿5件の意見に「NEW」タグ、および観覧者の意見に「あなたの意見」タグを付加する。また、ファシリテータが意見に「合意案」、「代替案」、「注目」、「質問」、および「提案」というタグ名を選択するか、他の名前のタグを入力して付加することができる。参加者はタグを見ることで、意見の意味を容易に読み取ることや自分の興味のある意見を見ることができる。また、ファシリテータはタグを使用することで、議論を円滑に進行することができる。例えば、ある意見に対して意見がほしいときに、注目タグを追加することによって参加者から意見を集めることができる。

【③意見要約表示機能】議論ツリーのノードに各意見を表示するとき、意見を要約してから表示する。また、スレッドの要約も行い、ノードをクリックしたときに表示されるダイアログに要約されたスレッドを表示する。参加者は要約された意見が表示された議論ツリーを見ることによって、各意見の概要を捉えることができる。さらに、参加者は議論ツリー上に表示されている要約された意見をクリックすることで、要約された元の意見を見ることができ、容易に興味のある意見を深く理解できる。意見の要約方法は、テンプレートをを用いた見出し生成手法[13]を用いた。また、スレッドの要約には、スレッド構造と時系列を考慮した自動要約を用いた[14]。

【④賛成・反対表示機能】賛成および反対自動判定の方法を述べる。まず、賛成を表す19,473単語を *PosList* に登録し、反対を表す18,043単語を *NegList* に登録する。返信意見を形態素解析を行い、単語に分解する。返信意見の単語で *PosList* に含まれる単語数を賛成数とする。また、返信意見の単語で *NegList* に含まれる単語数を反対数とする。式(1)で賛成度 S を求める。

$$S = \frac{\text{賛成数}}{\text{賛成数} + \text{反対数}} \quad (1)$$

賛成度 S は1に近いほど賛成の単語を多く含む文であるので、賛成度が0.5よりも大きいときは返信意見は賛成であるとし、0.5よりも小さいときは反対であるとする。

【⑤スレッドのクラスタリング機能】スレッドのクラスタリングにより、似ているスレッドを同じ色で表示する。スレッドを分類することによって、似ているスレッドをまとめて見ることができ、議論全体をまとめて把握することが容易になる。クラスタリングの方法は、BM25と呼ばれる単語の重み付けアルゴリズムを使用してスレッドベクトルを算出し、k-means法を用いてスレッドのクラスタリングを行う。

4. 議論ツリーの評価実験

評価実験として、議論ツリーを導入したCOLLAGREEで、Web上での大規模議論を行う。評価実験により、議論ツリーによる議論内容把握支援、合意案作成支援が行えるかを検証する。

【実験概要】

- 参加者：96名
- 参加者属性：学生および社会人
- 参加者グループ：Aグループ48名、Bグループが48名（AグループとBグループ両方ともに同じ議論ツリーを導入）

- 実施期間：2015年11月30日（月）10:00～12月6日（日）20:00（7日間）

- 投稿数：287件

- アクセス数：2385

- 議論テーマ：近年求められるネットリテラシーについて

- 調査方法：実験終了後、参加者とファシリテータにアンケートを行う。また、議論ツリーの閲覧ログを解析する。

- ファシリテータ：日本ファシリテーション協会のファシリテータ1名（AおよびBグループ両方のファシリテータを行う）

実験終了後、参加者へ「議論ツリーは議論内容を把握するのに役に立ちましたか?」、「議論ツリーは自分の意見をまとめるときに役に立ちましたか?」、「議論ツリーをどのような場面で使用しましたか?」、および「最終的な合意案は、納得いくものでしたか?」の4項目についてアンケートを行った。

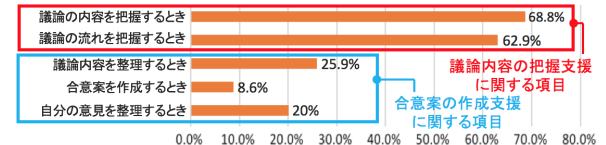
Q1:議論ツリーは議論内容を把握するのに役に立ちましたか?



Q2:議論ツリーは自分の意見をまとめるときに役に立ちましたか?



Q3:議論ツリーをどのような場面で使用しましたか?



Q4:最終的な合意案は、納得のいくものでしたか?



図3: アンケート結果

アンケートの結果を図3に、議論ツリーのログについての結果を図4に示す。Q1の結果、80%の参加者が「とてもそう思う」または「そう思う」と回答し、Web上の大規模議論において、議論ツリーにより議論内容把握支援を行うことができた。Q2の結果、57%の参加者が「とてもそう思う」または「そう思う」と回答し、議論ツリーで意見をまとめることに関しては課題がある。Q3の結果からも、「議論内容を把握するとき」に68.8%および「議論の流れを把握するとき」に62.9%の参加者が回答し、議論ツリーが参加者に対して議論内容把握支援が行えている。一方、「議論内容を整理するとき」、「合意案を作成するとき」、および「自分の意見を整理するとき」の合意案作成支援を行う項目に対しては回答率が低い、内容をまとめる場合にも議論ツリーが使われている。Q1、Q2の結果より、過半数の参加者が議論ツリーを用いて議論の内容を把握し、意見をまとめている。さらに、Q4の結果より、75%の参加者が「とてもそう思う」または「そう思う」と回答していることから、議論ツリーは議論における参加者の納得感を促進している。

議論ツリーのアクセスログの閲覧率と新規投稿数の変化から、議論ツリーが意見集約に有効であることがわかる。両方のグループ共に最初の2日間を除いて、新規投稿の増減に従っ

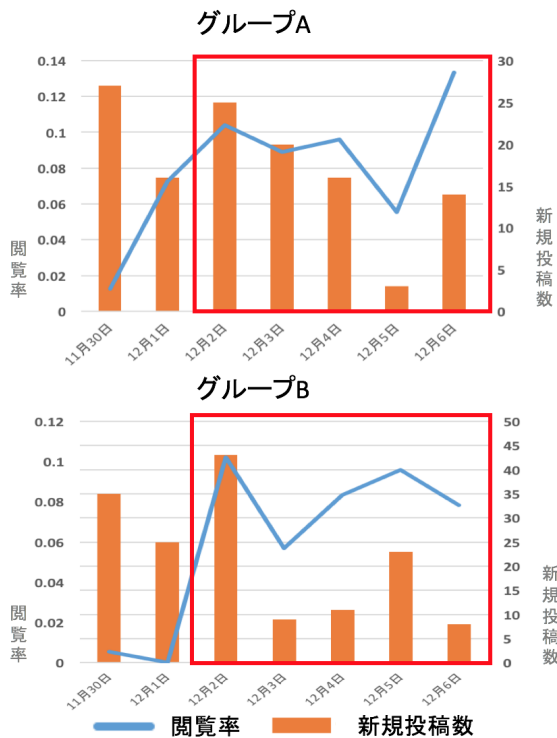


図 4: 議論ツリーの閲覧率と新規投稿数の変化

て、閲覧率も増減している。理由として、参加者は新規投稿と過去の投稿された意見の関係の把握に議論ツリーを使用しているからであると考えられる。そのため、最初の2日間は投稿されている意見数が少なく、新規投稿の増減に従って閲覧率が増減していない。

5. まとめ

本研究では、Web上での大規模な意見集約を目的とした大規模意見集約システム COLLAGREE を開発した。本論文では、意見集約支援を目的として Web 上での議論における議論ツリーの導入を提案した。議論ツリーはシステムによる議論ツリーの自動生成とファシリテータによる議論ツリーの編集というハイブリッド方式により議論ツリーを作成し、意見集約支援を行うための機能を実装した。

議論ツリーを用いた Web 上での議論による評価実験により、議論ツリーによる議論内容の把握支援、および議論への納得感の促進が行えることを示した。一方で、議論ツリーによる合意形成支援には課題があることを確認した。

今後の課題として、参加者の議論内容の把握をより容易にするために、重要意見抽出やスレッドの分類の精度を向上させることがあげられる。また、合意案の作成支援を十分に行うために、ファシリテータがスレッドを分類し、スレッド毎に論点タグを付けることにより議論ツリーをより構造化する必要がある。

謝辞

本研究の一部は科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 (CREST) の援助を受けて行いました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] Thomas W. Malone and Robert Laubacher and Josh Introne and Mark Klein and Hal Abelson and John Sterman, and Gary Olson. "The Climate Collaboratorium: Project Overview". CCI Working Paper 6, 2009.
- [2] Thomas W. Malone and Mark Klein. "Harnessing Collective Intelligence to Address Global Climate Change". Innovations 7 15-26, 2007.
- [3] Mark Klein. "Achieving Collective Intelligence via Large-Scale On-Line Argumentation". CCI Working Paper 2007-001, Vol. MIT Sloan School of Management 4647-07, 2007.
- [4] Akihisa Sengoku and Takayuki Ito and Takanori Ito and Eizo Hideshima and Shun Shiramatsu and Kazumasa Takahashi and Katsuhide Fujita. "Discussion Tree for Managing Large-Scale Internet-based Discussions". Collective Intelligence 2016, 2016.
- [5] 堀公俊, and 加藤彰. ファシリテーション・グラフィック: 議論を「見える化」する技法 Facilitation skills. 日本経済新聞社, 2006.
- [6] 伊美裕麻, 伊藤孝行, 伊藤孝紀, 秀島栄三, et al. "オンラインファシリテーション支援機構に基づく大規模意見集約システム collagree 名古屋市次期総合計画のための市民議論に向けた社会実装". 情報処理学会論文誌, 56(10):1996-2010, 2015.
- [7] Takayuki Ito and Yuma Imi and Takanori Ito and Eizo Hideshima. "COLLAGREE: A Faciliator-mediated Large-scale Consensus Support System". Collective Intelligence 2014, 2014.
- [8] Takayuki Ito and Yuma Imi and Motoki Sato and Takanori Ito and Eizo Hideshima. "Incentive Mechanism for Managing Large-Scale Internet-Based Discussions on COLLAGREE". Posters of the 3rd Collective Intelligence Conference, 2015.
- [9] Mark Klein. "Enabling Large-Scale Deliberation Using Attention-Mediation Metrics". Computer Supported Cooperative Work (CSCW) 21, 2012.
- [10] Mark Klein and Luca Iandoli. "Supporting collaborative deliberation using a large-scale argumentation system: the MIT Collaboratorium". The Mit Collaboratorium (February 20, 2008). MIT Sloan Research Paper, 2008.
- [11] Bjelland, Osvald M., and Robert Chapman Wood. "An inside view of IBM's' Innovation Jam'". MIT Sloan management review 50.1 32, 2008.
- [12] 松村真宏. "影響伝播モデル IDM の新しい影響量基準". 人工知能学会全国大会論文集 (2008): 104-104, 2008.
- [13] 渡辺亮輔 and 藤田桂英. "議論掲示板におけるテンプレートを用いた見出し生成手法". 研究報告知能システム (ICS) 2015, 1-5, 2015.
- [14] 北川涼太 and 藤田桂英. "議論掲示板におけるスレッド構造と時系列を考慮した自動要約". 研究報告知能システム (ICS) 2015, 1-6, 2015.