

タブレット端末を用いた議論状態の管理と合意形成支援ツールの試作

高木 宏伸[†] 嶋田 和孝[†]

[†] 九州工業大学 情報工学部 知能情報工学科

〒 820-8502 福岡県飯塚市川津 680-4

E-mail: [†]{h_takagi,shimada}@pluto.ai.kyutech.ac.jp

あらまし 近年, PBL のような能動的な学習環境が注目されている. このような複数人による議論が必要な場合, その成功の可否は参加者のスキルに大きく依存する. そこで本研究では, そのような対話や議論の場を支援するシステムの構築を行う. 提案するシステムでは, タブレット端末を用いて, 議論マップと呼ぶ議論の状態を管理する. システムが参加者間の議論マップの一致度や差異を把握し, その状態によって対話の場を管理することで, 適切な議論や合意が形成されるように支援する. 議論マップによる対話支援ツールを試作し, 実際の環境での動作実験を行い, その有効性について検証する.

キーワード タブレット端末, 議論マップ, 対話管理, 合意形成

Supporting consensus-building and management of conversation using tablet terminals

Hironobu TAKAGI[†] and Kazutaka SHIMADA[†]

[†] Department of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology

680-4 Kawazu Iizuka Fukuoka, 820-8502 Japan

E-mail: [†]{h_takagi,shimada}@pluto.ai.kyutech.ac.jp

Abstract Problem-based learning (PBL), which is a learning method in small collaborative groups to learn what they need to know in order to solve a problem, is the more recent and highly regarded. For meaningful discussions about in a PBL situation, it is important to support and manage a conversation among participants. In this paper, we propose a consensus-building and management system using tablet terminals for an effective discussion. In our system, each participant generates a discussion map which consists of nodes and links between them about the discussion. Our system computes a correspondence measure between discussion maps of each participant, understands the state of the discussion and supports the consensus-building. We validate the effectiveness of the system using the discussion map experimentally.

Key words Tablet terminal, Discussion map, Conversation management, Consensus-building

1. はじめに

近年, PBL に代表されるような問題解決型の教育の重要性が増している [1]. また, 建設的な相互作用に基づく協調学習による知識構築環境について様々な研究や方法論が提案されている [2], [3]. このような学習環境下では, その学習の場への参加者同士の対話や議論が重要である. しかしながら, 参加者だけでは, 話の内容が十分に膨らまない場合や, 議論自体が盛り上がりがない場合が多く存在し, その成功が参加者やそのグループのスキルなどに大きく依存する可能性が高い. 円滑で効率的な対話や議論を行うためには, 適切な議事進行などを行えるファシリテーターが必要であるが, PBL 環境下ですべてのグルー

プにそのような人員を割り当てることは困難である.

本研究の目的は, 様々な技術を利用して, マルチモーダル的に対話や議論を管理することで, 効率的な議論を支援するシステムを構築することである. 図 1 に最終的なシステムのイメージを示す. 提案するシステムでは, 画像から得られる参加者の行動や音声などから得られる対話の内容を利用して, 対話の場の状態を推定する. さらに, タブレット端末を用いて, 議論の状態を把握し, その内容に基づいて, 議論を円滑に進めるための情報をフィードバックする枠組みの構築を目指す.

本論文では, このシステムの中で, 特にタブレット端末を利用して議論状態を管理するツールについて考察する. まず, システムが議論の状態を把握するために, 議論の構造化を行う必

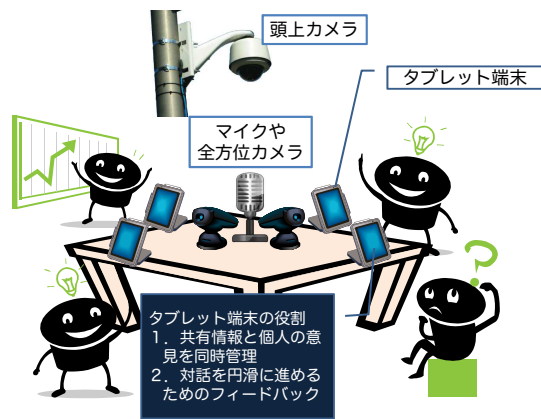


図 1 最終的なシステムのイメージ。

要がある。議論中の話題はそれぞれ独立しているわけではなく、議論の流れの中に位置している。また、議論の流れは一本道ではなく、一つ的话题から複数の話題が派生したり、様々な方向に発展した複数の話題がまとりながら進行している。したがって、話題と話題の関連が分かるように議論を構造化して提示することが、議論を正しく理解するためには必要である。そこで、議論状態の管理ツールでは、議論マップと呼ぶ複数の概念（議論における話題やキーワード）とそれらを繋いだグラフ構造を構築する。システムは、参加者の議論マップを一括で管理し、一致度などを算出することで、議論の習熟度などを推定する。試作したツールを用いて、複数人による議論を行い、その有効性について検証する。

2. 関連研究

提案する議論マップのように、グラフ構造を利用して教育支援を行う枠組みとして Kit-Build 概念マップがある [4]。しかし、これは学習者の理解度を測る枠組みであり、対話の状態を把握しようとする本研究の目的とは異なる。

タブレット端末を用いた議論の支援ツールとして鈴木らの XingBoard [5] がある。XingBoard は複数のタブレット端末を利用して、複数人による意見の集約やアイデアの協同形成を効率的に行うために有効である。同様に、Web ブラウザ上で動作する協調学習支援ノートシステム [6] や議論の過程を構造化して記録するシステム [7] などもある。これらの研究で提供されるのは、対話そのものの支援というよりは、対話の環境や参加者自身がその内容や状態を理解することを支援する枠組みである。一方で、本研究の最終的な目的は、システムに管理された議論マップによって、システムがあたかもファシリテーターのように、複数人のインタラクションそのものを支援することであり、その点がこれらの研究と大きく異なる。

3. 議論マップシステム

本論文で提案する議論マップシステムでは、複数の概念とそれらの関係から構成される議論マップを作成することで、議論状態や参加者の意図及び理解状況の可視化・整理を行う。参加者自身が議論中のキーワード抽出を行い、ノードとして議論

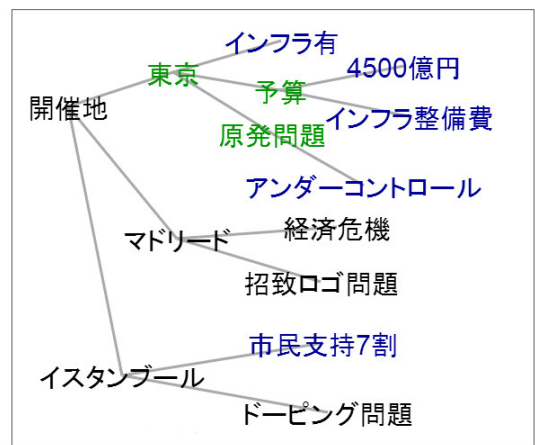


図 2 議論マップ。

マップ上に配置し、他のノードと関連付けを行うことによって議論をグラフとして構造化する。また、ノードには公開・非公開の機能があり、参加者ひとりひとりの考えを自分の議論マップに組み込むことで、場全体の考えと自分の考えをひとつの議論マップで表現することができる。システムは、参加者のノードの操作から議論マップに関しての一致度を算出する。

3.1 議論マップエディタ

エディタはタブレット端末上で動作し、タッチパネルによる直感的操作でノードとノードを繋げることで議論マップを構築する。図 2 に議論マップエディタを用いてオリンピック誘致に関する議論マップを構築した例を示す。ノードの色は随時変更が可能であり、緑は議論が終了した話題、黒は議論が未完了である話題、青はそれ以上発展しない概念である。このような定義をすることで、未議論の部分を一目で確認することができる。たとえば、図 2 では、「予算」、「原発問題」という話題が議論済であり、この 2 つの話題の発展元である「東京」という話題について議論が終了している。

議論マップの構築過程で、まず議論中のキーワードをノード化する必要がある。参加者は議論マップエディタからキーワード名・色・補足説明（テキスト+画像）・公開範囲を指定し、議論マップに追加する（図 3）。公開範囲の指定により、議論をグラフとして構造化するだけでなく、参加者ひとりひとりの考えを議論マップ上に他の参加者に見られることなく展開することができるため、参加者全員異なった議論マップが構築されていく。

3.2 パブリックノードとプライベートノード

ノードを追加する際、公開範囲を全体にすることで、そのノードは全員の議論マップに追加され、パブリックノードとして色・補足説明を含め、参加者全員と共有される。しかし、パブリックノードのリンク情報は共有されず、ひとりひとりそのノードをどう議論マップに組み込むかは自由である。各参加者の議論マップにおけるパブリックノードの組み込まれ方を一致度として算出し、参加者の理解度と結びつける。

また、公開範囲を非公開にすることで、そのノードは自分の議論マップ上にしか存在しないプライベートノードとなり、他



図3 ノードの追加.

の参加者に見られず自分の考えを自分の議論マップ上でのみ展開することができる^(注1).

3.3 一 致 度

システムはリアルタイムに各参加者の議論マップのノードの増減・ノードのリンクの増減を監視することで、個人の理解度・考えや議論の流れ・習熟度といった議論全体の状態を得る. ここでは、ノードのリンク情報を比較し、一致度を算出することで参加者間の理解度を数値化する手法について述べる.

まず、議論マップ上の各ノードのリンク情報から2つの議論マップに存在する、あるパブリックノード Pu についてのノード一致度を次のように算出する.

$$\text{一致度 } S_{Pu} = \frac{\text{リンクの一致数} \times 2}{2 \text{ つの議論マップ上の } Pu \text{ のリンク総数}} \quad (1)$$

プライベートノードはそれぞれの議論マップにしか存在しないため、一致度の算出は行われず、またパブリックノードからのリンク数にも加えられない. 図4を例に挙げて説明する. ここで Pu はパブリックノード, Pr はプライベートノードを示す. ある参加者の議論マップAにおいてパブリックノード Pu_1 はパブリックノード $Pu_2 \cdot Pu_3 \cdot Pu_4$ とのリンクを持っている. また、別の参加者の議論マップBにおいて Pu_1 はパブリックノード $Pu_3 \cdot Pu_5$, またプライベートノード Pr_1 とのリンクを持っている. この場合 Pr_1 はプライベートノードであり, Pu_1 のリンク総数に含まれないので, ノード一致度は $\frac{1 \times 2}{5} = 0.4$ となる. これを全参加者間全ノードで算出することでシステムは、各参加者のノードに対しての理解度を把握することができる.

次に、すべてのパブリックノードについてのノード一致度を用い、2つの議論マップの一致度を次の式で算出する. ここで

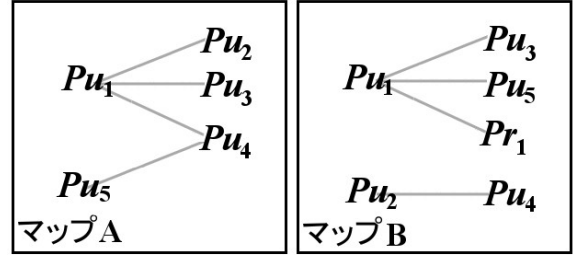


図4 ノード一致度.

n はパブリックノードの総数である.

$$\text{一致度 } S_{Map} = \prod_{k=1}^n S_{Pu_k} \quad (2)$$

これによりシステムは、ノードに対しての理解度ではなく議論全体の理解度を参加者ごとに把握することができる.

4. 予 備 実 験

本システムを用い4人での議論にて予備実験を行った. 本節ではその内容と結果について説明する.

4.1 実験手順

本研究では議論の状態をシステムが把握するため、議論の構造化を前提に挙げている. 本実験では試作したシステムを用いて議論を構造化することができることを確認し、また実際に議論中にタブレット端末を操作することでその操作性について調査した.

議論は、通販システムの設計というテーマで行った. 4人は円になるように位置し、各自手元にタブレット端末を配置する. パブリックノードは議論の進行役1名が代表して随時追加を行い、参加者は議事録を取るようにタブレット端末で議論マップを構築する. 初期ノードとして「DB」、「機能」を事前に登録しておき全員の議論マップに共有しておく. 実験後、4人の議論マップから議論が構造化されていることを確認し、操作性について考察した.

4.2 結 果

図5に議論中の議論マップを示す. 初期ノードである「DB」、「機能」からノードが広がり議論が構造化されている. また、ノードに色をつけることでその話題について議論が終わったかどうか一目で確認できる.

図5と図6は同時刻の2人の議論マップである. 比較すると図6中の円で囲んだ部分はプライベートノードを用いて作られた部分であり、図5に存在しないことから、個人の考えが議論マップ上に展開されていることがわかる.

操作性については、タッチパネルを用いた直感的な操作で議論マップを構築できるためノードの追加作業には多少の時間を必要とするものの、著しく議論のペースを低下させることはなかった.

5. 考察と今後の課題

実験に基づき、システムが得られた情報をどのような形で参加者にフィードバックすれば、議論を知的に管理できるか考察

(注1): 後述するが、最終的なシステムではこのプライベートノードを利用して議論を活性化させる枠組みを構築する.

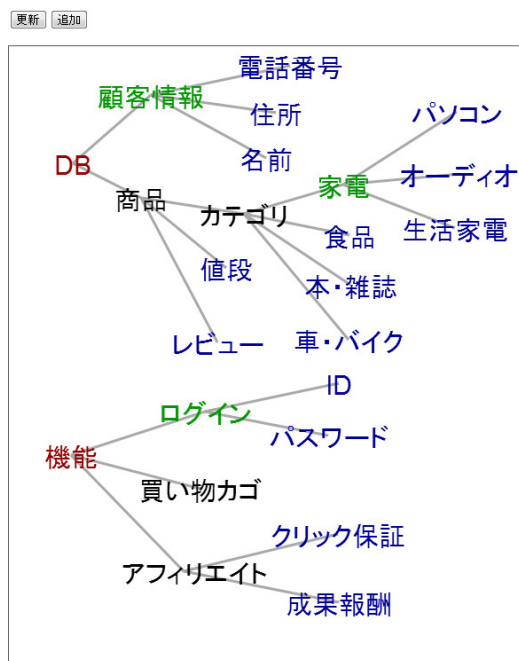


図 5 議論中のマップ.

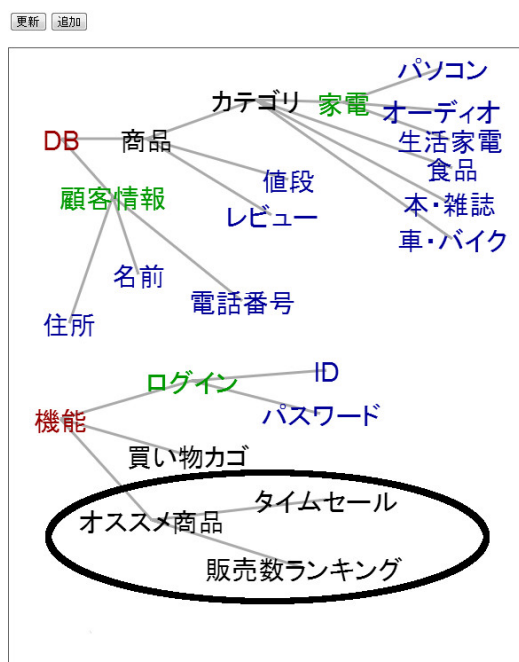


図 6 マップ上の個人の考え.

する.

まず、3.3 節で得られた一致度を、議論マップエディタ上から各参加者が確認できる機能を実現する必要がある。自分の理解度を把握しノードの補足説明の確認や再議論を行うことで、参加者の理解度を深めることが可能であると考えられる。

次に、プライベートノードで作られた部分をシステムが話題として提案する機能を実現する必要がある。議論においては立場上の理由などから自分からは提案を出しにくい場面がある。例えばそれがよい考えであったとしても、発言されることなくその人の中に留まったまま議論が終了すると、その考えは議論さ

れることすらない。このような個人の考えをその人に代わってシステムが提案することで、議論を活性化させることが可能になる。たとえば、ノードの操作履歴より全参加者の直近 1 分あたりのノードの操作数が閾値を下回ると、システムは議論が滞っていると判断し、このときプライベートノードを所持している参加者がいれば、そのノードを他の参加者にも共有して議論するようシステムが提案する。このような仕組みがあれば、議論を再び活性化させることが可能になる。

6. おわりに

本論文では、円滑に議論を進めるためのシステムの構築のために、タブレット端末を利用した議論マップの作成ツールの試作とその有効性の検証を行った。我々は現在、頭上カメラを利用した対話参加者の姿勢推定 [8] や協力度の推定に関する研究 [9] を行っている。また、自由対話を対象とした盛り上がり推定 [10] や対話の要約技術に関する研究 [11] も行っている。今後は、これらの研究を本論文で提案したタブレット端末による議論マップの情報を統合し、マルチモーダルの円滑な対話を支援する枠組みを構築する予定である。

文 献

- [1] C. E. Hmelo-Silver: "Problem-based learning: What and how do students learn?", Educational Psychology Review, **16**, pp. 235–266 (2004).
- [2] M. Scardamalia, J. Bransford, B. Kozma and E. Quellmalz: "New Assessments and Environments for Knowledge Building", Springer (2012).
- [3] 三宅, 齊藤, 飯窪, 利根川: "学習者中心型授業へのアプローチ: 知識構成型ジグソー法を軸に", 東京大学大学院教育学研究科紀要, 第 51 巻, 東京大学大学院教育学研究科, pp. 441–458 (2011).
- [4] 長田, 石田, 水田, 杉原, 仁野, 森山, 森山, 中田, 舟生, 平嶋: "小学校理科における kit-build 概念マップを用いた授業実践", 人工知能学会第 64 回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B1, pp. 39–44 (2012).
- [5] 鈴木, 舟生, 久保田: "タブレット端末を利用した集散的協同学習の支援 - xingboard: クロッシングボードの概念と試作 -", 電子情報通信学会教育工学研究会 ET2013-26 (2013).
- [6] 益川: "協調学習支援ノートシステム reconote の展開", 日本教育工学会第 29 回全国大会, pp. 35–38 (2013).
- [7] 豊田, 山口, 近藤, 大西, 津森, 若菜, 西野: "議論と同時にその過程を構造化して記録するシステムの提案", 日本教育工学会第 29 回全国大会, pp. 955–956 (2013).
- [8] 小松, 嶋田, 遠藤: "多人数インタラクション評価のための姿勢推定", 電子情報通信学会, ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS), pp. 25–30 (2012).
- [9] K. Sakaguchi and K. Shimada: "Cooperation level estimation of pair work using top-view image", Proceedings of the 14th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2013) (2013).
- [10] 嶋田, 楠本, 横山, 遠藤: "複数人談話における笑いの情報を考慮した盛り上がり判定", 電子情報通信学会, 言語理解とコミュニケーション研究会 (NLC), pp. 25–30 (2012).
- [11] K. Shimada, S. Toyodome and T. Endo: "Conversation summarization using machine learning and scoring method", Proceedings of the 13th Conference of the Pacific Association for Computational Linguistics (PACLING2013) (2013).