

グループディスカッションにおける話題空間の可視化と発言エージェント

角 康之 西本 一志 間瀬 健二

{sumi, knishi, mase}@mic.atr.co.jp

(株) ATR 知能映像通信研究所

〒619-02 京都府 相楽郡 精華町 光台 2-2

研究開発や様々な経済活動においてなされるグループディスカッションを活性化する方法を提案する。チャット空間を通して発言された複数の発言間の関連性を2次元平面上に可視化することにより、複数利用者の共有ディスカッション空間をメディア化(外在化、可操作化)するアプローチをとる。さらに、仮想的な参加者の一人として、自律的に発言をするソフトウェアエージェントを組み込むことにより、利用者の発散的な思考を支援する。本稿では、本システムを試用した例を紹介し、利用者になされた議論のきっかけを与える効果や、利用者間のコミュニケーションギャップを解消する効果について報告する。

Supporting group discussion by visualizing semantic structure and providing new topics

Yasuyuki Sumi Kazushi Nishimoto Kenji Mase

ATR Media Integration & Communications Research Laboratories

Our purpose is to develop a system that encourage group discussion in our daily research work and several economical activities. We employ a method to externalize and visualize a discussion space which is a common space for all participants by visualizing the relationships among statements given using a chat system. For facilitating the divergent thinking of users, we integrate a software agent that states related topics into the system. Experimental result shows that the system has a potential to give stimuli for further thinking to users and to help them from their unconscious communication gaps during discussion.

1 はじめに

我々は研究開発や経済活動において日々グループ共同作業を行っており、その多くの部分をグループディスカッションに費やしている。我々がグループディスカッションを行う目的の一つは、参加者の一人一人が単独では思いつかなかったような新しいアイデアを、ディスカッションを通して見つけることである。筆者らは、グループディスカッションにおけるこのような共同発想とも呼ぶべき側面を促進するシステムの構築を目指している。

我々が日々ディスカッションをする際に直面する主な問題として、以下の二点が挙げられる。

- ディスカッションの全体的な構造を把握していないがために、過去の議論を無視した発言がなされたり、同じ話題が繰り返されることがある。
- ディスカッションへの参加者の背景知識が似通っていたり、ディスカッションの文脈に捕らわれ過ぎることが原因で、参加者の視野が狭まり、アイデアが枯渇することがある。

本研究では、これらの問題を克服するために以下の二つのアプローチを取り、グループディスカッションを支援するシステムを構築する。

ディスカッション空間の構造の可視化

ディスカッションにおける話題間の意味的な構造を可視化する。可視化されたディスカッション空間は、参加者全員の共有メディアとして利用され、ディスカッション全体の意味構造や、その中での自分の位置づけを認識するのを助ける。

テキストベースからの関連テキストの提供

ディスカッション空間の外部に存在するテキストベースから、ディスカッションの話題に関連するテキストを自動検索し、仮想的な参加者としてのソフトウェアエージェントの発言として、検索結果をディスカッション空間へ提供する。この情報は、参加者へ内容レベルでの新たな視点を提供すると考えられる。

本稿では、以上の機能を持つオンラインディスカッションシステムと、それを用いた試用実験を紹介する。

参加者が共有しているディスカッション空間

- 発言を表すアイコン
- キーワードを表すアイコン

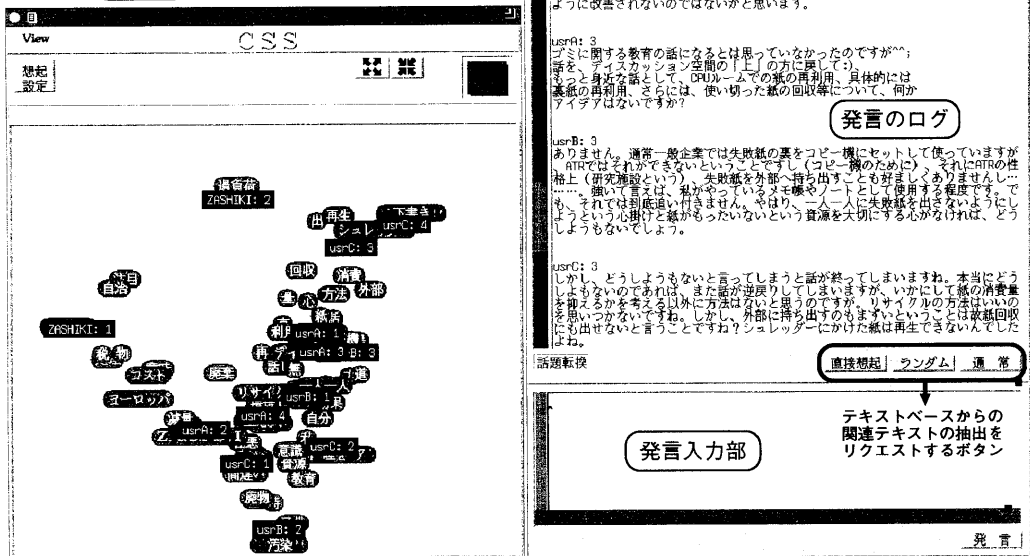


図 1: システムの使用概観

2 システムの実装

2.1 システム構成

システムの使用概観を図 1 に示す。ディスカッションへの参加者である各ユーザのコンピュータの画面上には、図に示したように一種のチャットシステムと共有ディスカッション空間が表示される。システムは発言がある度に、キーワードの自動抽出をし、その情報を利用してディスカッション空間の構造を再計算し更新する。また、ユーザの要求に応じるか、もしくは、発言エージェントがタイミングを計って自律的に、その時点でのディスカッション空間と関連するテキストを外部テキストベースから検索し、ディスカッション空間に投げ込む。

各ユーザは、必要なときにディスカッション空間を個人の思考空間としてコピーし、個人思考モードに入ることができる。個人の思考空間上では、興味の無い発言を削除したり、他の参加者には公開していない個人のメモ等を処理対象として加えることにより、独自の思考空間を再構成することができる。それが各参加者の視点を表すことになり、それを仲介として、参加者は個人による熟考とディスカッションへの参加を行

き来することができる。

2.2 キーワードの自動抽出

本システムでは、ディスカッション空間の構造の可視化や、テキストベースからの関連テキストの抽出を実現するために、ユーザが入力した各発言やテキストベース内に蓄えられたテキスト群をキーワードベクトルで数量化する。

キーワードおよびその重要度の宣言はユーザにとって骨の折れる作業であるが、個人の思考活動においてはそれ自身が思考における本質的な作業であるため、ユーザ自身が行うことが望ましい。しかし、今回は、複数の参加者から次々に入力される発言を処理対象とし、ディスカッション空間の構造を実時間で可視化することが目的であるから、多少の質の悪さには目をこぼり、キーワード抽出を自動化した。

キーワードとして採用したのは、各テキストの出現単語のうち、普通名詞、固有名詞、形容名詞、サ変名詞、日時、未知語である。各テキストにおけるキーワードの重要度は、外部テキストベースに蓄えられたテキストについてはすべて値を 1 にしたが、システム使用時に入力される発言については、発言がなされたとき

にキーワードの抽出と重要度の計算を行う。重要度の計算においては、その発言とそれまでの他の発言中での該当キーワードの出現比率（他の発言に比べて該当発言における出現率の高いキーワードの重要度は高くなる）や、キーワードの再現効力（連続する複数の発言で使用されるキーワードの重要度は下がるが、ある程度の期間を置いて再現するキーワードの重要度は上がる）を考慮した。

2.3 ディスカッション空間の構造の可視化

ディスカッション空間の構造を可視化するための方法として、ディスカッションでなされる発言の集まりとそれらに宣言されているキーワードの集合を、それらの関連性に応じて2次元平面上に投影する手法 [1] を採用する。空間構造の決定には統計的な手法を用い、ユーザが入力した発言とキーワードの間の宣言-被宣言関係を反映して、それらを表すアイコン集合を2次元平面上に自動配置する（詳細は、[1] およびそこに挙げられた参考文献を参照されたい）。システムが出力する空間上では、多くのキーワードを共有する発言同士は近くに配置され、逆に、同じような組み合わせの発言上で利用されたキーワード同士は近くに配置される。

我々はこれまでも、本手法を用いて、グループディスカッションにおける話題空間の可視化の有効性を議論してきた [2]。しかしそこで実装したシステムは、原則として一人のユーザが自分自身で集めたドキュメントを利用し、キーワードの宣言もユーザが手作業で行なうものであった。本稿で紹介するシステムは、複数のユーザがネットワークを介して同時に利用することを想定したものであるため、サーバ・クライアント方式を採用し、キーワードの自動抽出機能を加えている。さらに、次節で述べるように、外部の情報メディアから情報検索をし、自律的に発言を行なうソフトウェアエージェントを組み込んだ。

2.4 テキストベースからの関連テキストの提供

－ 発言エージェントの実装 －

アイデア枯渇時にディスカッション参加者の思考の発散的側面を支援する一アプローチとして、ディスカッション空間の外部から関連情報を提供する手法が有効であると考えられる。外部の情報メディアとしては、個人が書きためたメモの集合、特定の目的のために収集されたテキストベース、自己増殖する知識ベースとして

見た World-Wide Web などが考えられるが、今回は「現代用語の基礎知識 '93 年電子ブック版」（自由国民社）の記事集合をテキストベースとして使用した。

機能の実装においては、自律的に発言をするエージェントとして実装するのか、それともユーザの要求に応じてテキスト検索を行うのが、重要な選択肢となろう。以下では、前者の立場で議論を進める。が、システムの実装においては、ユーザが手動でテキスト検索を行うこともできるようにしている。

自律的に発言をするエージェントを実現するために、その要素機能として、

1. 発言のタイミングを計る機能
2. ディスカッション空間の構造を認識する機能
3. テキストベースからのテキスト検索機能

を実装した [3]。

まず、上記の 1.、発言のタイミングについて述べる。我々はこれまでに、自由展開開閉型対話における話題展開を実時間で検出する手法を提案してきた [4]。ここでは、対話列の中での連続した発言間における、局所のおよび大域的な結束性を計算し、対話における話題の転換もしくは膠着を推定する。本稿では、この手法を適用し、話題の膠着が検出された際に、エージェントが発言をするように実装した。

次に、上記の 2. および 3. に関連するが、エージェントの発言内容の決定にはいくつかの戦略が考えられる。ここでは、以下の二通りの戦略を実装した。

- A. 図 1 に示すディスカッション空間に大きな空白領域がある場合には、そこに話題の展開を促すようなテキストを検索し提供する。
- B. ディスカッション空間の中に特に大きな空白領域が見つからない場合は、利用者とは異なる視点からディスカッション空間を捕らえ直し、新たな話題のきっかけとなるテキストを提供する。

戦略 A. は、経験的に、個人の思考空間やディスカッションの話題空間を可視化すると、ユーザはその空白領域に新たな話題の方向を見いだす傾向が観察される [1] 事実に基づいたヒューリスティクスである。

上記の二つの戦略を実装するには、まず上記で挙げたエージェントの機能 2. を実装する必要がある。本システムでは、ディスカッション空間を 16×16 のセルに分割し、それぞれに含まれる発言アイコンの個数を手がかりにして、空白領域の検出を自動化した。

エージェントの機能3.については、以下の二つの検索手法を実装した。

直接想起 検索のために与えられたキーワードベクトルとの正規化された内積が高い値をとるキーワードベクトルを持つテキストを出力する。

連想起 連想辞書を用いて、与えられたキーワードベクトルから連想された別のキーワードベクトルを作り、それを入力としてテキスト検索をする [5]。

本システムでは、ディスカッション空間の任意の位置を指定すると、そこを中心に位置するキーワードを距離に反比例した重み付け(最大値は1)をしてキーワードベクトルを生成する機能を実装した。この機能と上記の直接想起手法を用いて、戦略A.(空白領域に対応するテキストの検索)を実装した。また、戦略B.(新たな視点を提供するテキストの検索)は、上記の連想起によって実装した。戦略B.の検索の際に用いるキーワードはディスカッション空間内の最近の発言アイコンが属する話題クラスタの中のキーワードを用いた。

3 実験と評価

3.1 模擬実験

Junetのニュースグループ上で行われたディスカッションや、身近な研究者同士のメールによるディスカッションなど、いくつかのディスカッションの記録データを利用し、システム使用の模擬実験を行った。

システムを利用しディスカッション空間が可視化されたことによって、ディスカッションの全体構造や発言間の意味的な関連性の認識が(ディスカッションの第三者にとっても)容易になった。その一方で、発言間の因果関係や時間的な情報を読み取るのには不向きであった。

テキストベースからの関連テキストの検索機能の利用も試した。例えば、「人工知能と身体性」の議論に対して最高得点で検索されたテキストは「人工知能」に関する用語解説であり、これは議論の当事者にとっては特に新しい視点を与えてくれるものではなかった。が、多少得点の下がったものの中の「記憶の状況依存性」や「バーチャルリアリティ」といったテキストは、議論の参加者の更なる思考にとって有効であった。また、他の例で「同業者同士の立地関係」の質疑応答のデータを用いたところ、地縁の団体の不動産をめぐるトラブルに関する地方自治体用語解説のテキストが検

索された。今回の実験では、この結果を議論の当事者にフィードバックすることはしなかったが、この検索結果は議論の当事者に対して何らかの知識の補足となり得るものと考えられる。

また他に、知識工学に関するディスカッションの中である2人が「アナログ/デジタル」に関する見解(視点)の違いでしばらく議論が続いた例を用いた。この議論の記録データを用いて我々のシステムでテキスト検索をしたところ、「命題/イメージ表象」といった心理学用語解説が出力され、その中には「アナログ/デジタル」に関する記述があった。もしも本システムがこの2人の議論の際に使用されていたとしたら、この検索されたテキストは2人の議論の拠り所となり、更には、2人のコミュニケーションギャップを未然に防いだかもしれない。

3.2 試用実験

本システムを利用して、同じオフィスに勤める3人(usrA, usrB, usrC)が、「オフィスの紙の再利用」についてディスカッションした。システムを1日立ち上げたままにして仕事の合間にディスカッションを進め、usrAが4回、usrBが3回、usrCが4回の発言を行なった。システムが出力した最終のディスカッション空間を図2に示す。

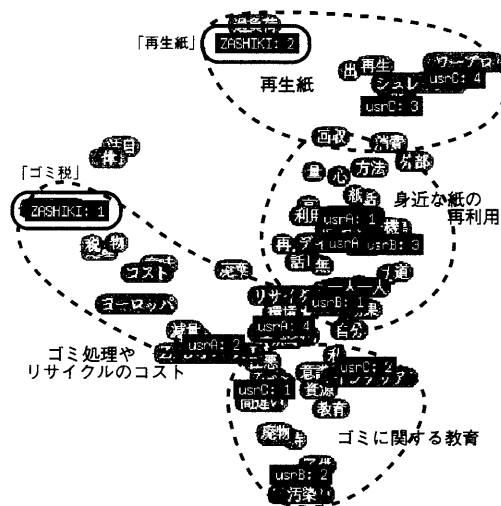


図2: ディスカッション空間の例

図中の長方形のアイコンが発言を表し、どの発言者の何回目の発言なのかを示している。ここで「ZASHIKI」というのは発言エージェントのことである。ただし今

回の実験では自律的な発言エージェントとしてではなく、ユーザが必要に応じて手動でテキスト検索を行なったものである。検索キーは最近の一発話内のキーワードを用い、2.4節で述べた直接想起手法を利用した。

ディスカッション空間には発言を表すアイコンだけでなくキーワードを表すアイコンも表示される。そのため、図に示したように、話題のクラスタの存在を認識することが比較的容易になった。このことにより、ディスカッションからしばらく時間をおいた後でも、ディスカッションの内容や話題間の関連性を思い出すのが容易になる。試しに、発言アイコンのみを表示したディスカッション空間を参加者の一人に見せたところ、自分がどのユーザに対応するのかさえまったくわからなかったが、キーワードアイコンも表示することで、どのユーザが誰に対応しているのか、また、どのような話題が存在したかを鮮明に思い出すことができた。

外部テキストベースからのテキスト検索機能は2回利用された。まず3人が1回ずつオフィスの紙の再利用についての発言を行なった後に、ユーザの一人がリクエストをして“ZASHIKI:1”(「ゴミ税」に関する用語解説)が得られた。その直後に発言したusrBは、それとは関係なく資源やリサイクルについての教育に関するコメントを行ない、しばらくはそれについてのディスカッションが続いた。議論が多少混沌としてきた際にもう一度テキスト検索機能を用い、“ZASHIKI:2”(「再生紙」の解説)が得られた。そのことにより、本来の議題である紙の有効利用に関する話題に戻った。その際usrAは“ZASHIKI:1”で触れられていた「ゴミ処理やリサイクルのコスト」に関する記述に刺激を受け発言をしたことがきっかけで、新たな議論が展開された。

4 考察

4.1 支援対象

本稿で紹介したシステムが、どのような状況において有効であるか、またそのときにはどのような効果が期待されるかを考察する。

まず、システムが利用される空間的・時間的な同期性と、利用するグループの性質について考える。システムの使用形態は特に制限しておらず、対面・集中型のミーティング形態だけでなく、空間的・時間的に非同期な形態での利用も想定している。3.2節で紹介した試用実験は、互いに良く知り合った人間間の比較的

小さなグループが、空間的にも時間的にもほとんど同期した状況でシステムを利用した。しかし、3.1節で行なった模擬実験のように、参加者が空間的に分散し、時間的にも非同期で比較的長期間のディスカッションを対象とする場合にも、本システムは有効であると考えられる。また、支援対象とするグループとしても、前者のような親密なグループだけでなく、空間的に分散したコミュニティ、更にはもっとオープンなコラボレーションを支援対象として考えていきたい。

発言エージェントの機能の評価をするには、エージェントの発言に対する利用者の受け入れのムードや、利用者の知識のレベルを考慮して、今後体系的に利用評価を行なっていく必要があると考える。例えば3.2節で見られたように、発言エージェントZASHIKIの発言に対するusrBとusrAの受け入れムードは明らかに異なる。このことは、利用者の思考のモード(発散モード、収束モード)と、それを認識した上での有効な発想支援手段の切り替え[6]等とも関連して、更に考察を進める必要があると思われる。また、3.1節の例にあったように、人工知能の専門家同士のディスカッションに対して「人工知能」の用語解説は無意味かも知れないが、人工知能に馴染みのない第三者がディスカッションから何か情報を獲得しようとしている際には有効であると考えられる。

4.2 関連研究

ここでは、本研究と関連研究との比較を述べ、本研究の位置づけを明らかにする。

まず、情報検索の視点から考察する。検索対象であるテキスト群と検索文をキーワードベクトルによって定量化する手法や、キーワードベクトルの決定に統計的な手法を用いること自体は、従来の情報検索研究においても多数検討されてきた(例えば[7],[8])。本研究の意図は、情報検索技術を創造活動における思考空間の拡大に利用することであり、個人の思考やディスカッションといった日々の創造活動と情報検索技術のシームレスな統合を目指している。つまり、検索結果を含めたユーザの思考空間(本稿ではディスカッション空間)を可視化することにより、本来の創造活動の中に情報検索を自然に統合することが本研究の特徴である。個人の思考と外部の情報(知識)メディアとをリンクすることを目的としているという点では、個人の思考の成果物としてのハイパーテキストを外部の知識メディア(例えば、世界規模の知識のネットワークとしての

World-Wide Web) とリンクしようという試み [9] とも関連する。

また本研究では、2.2 節で述べたように、キーワードの重要度の計算において時間的な因子を考慮している点が従来の情報検索手法と異なる特徴である。

次に、思考支援の視点から考察する。最近では日本を中心に思考(発想)支援に関する研究が盛んになっている [10]。思考支援システムの評価・分類をする際に良く用いられるものに Young による 3 つのレベル(秘書レベル、枠組レベル、生成レベル)[11]がある。[10]によると、ワードプロセッサ、データベース、従来のグループウェア、電子会議システム(例えば [12])が秘書レベルに属する。また、アウトラインプロセッサや知識獲得支援ツールが枠組レベルに属し、筆者らが提案してきた種々の思考空間の可視化ツールもこのレベルに分類されてきた。これらのレベルに対し、生成レベルの思考支援は思考を内容レベルで支援することが求められており、システム自身が何らかの情報を生成する必要がある。これまでもデータベースからの情報検索や知識の獲得に関する研究がこの範疇に分類されてきたが、本システムの発言エージェントもこのレベルでの思考支援を意図している。

5 おわりに

ディスカッション空間の可視化と、外部テキストベースからの関連テキストの検索技術を統合し、グループディスカッションを支援するシステムを提案した。今後の課題として、外部情報メディア源の検討、ディスカッションのバージョン管理と再利用、個人思考モードとのシームレスな統合などを考えている。

また、本稿で紹介した発言エージェントを仮想的なディスカッションの参加者として認めるためには、今後さらに、エージェントの社会性 [13] について検討していくことが不可欠である。

謝辞

本研究の機会を与えてくださった(株)ATR 知能映像通信研究所の酒井保良会長、中津良平社長に感謝致します。また、佐藤治氏をはじめ、本システムの開発および試用実験に協力してくださった同研究所の諸氏に深く感謝致します。

参考文献

[1] 角康之 他. 思考空間の可視化によるコミュニ

ケーション支援手法. 電子情報通信学会論文誌, J79-A(2), pp. 251-260, 1996.

- [2] 角康之, 間瀬健二. グループディスカッションにおける話題空間の可視化. 情処研報, HI62-12, 1995.
- [3] 西本一志 他. 新たな話題を提供し対話を活性化させるエージェント. 1996年電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会講演論文集, 1996. 掲載予定.
- [4] 西本一志 他. 不特定分野の自由展開型対話における話題転換のリアルタイム検出. 自然言語処理の応用に関するシンポジウム論文集, pp. 41-48. 情報処理学会, 1995.
- [5] 西本一志 他. 発散的思考支援を目的とする関連性と異質性を併せ持つ情報の抽出手法の検討. 人工知能学会誌, 11(6), 1996. 掲載予定.
- [6] 堀浩一. 発想支援システムの効果を議論するための一仮説. 情処論誌, 35(10), pp. 1998-2008. 1994.
- [7] G. Salton and C. Buckley. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. *Information Processing & Management*, 24(5), pp. 513-523, 1988.
- [8] 渡部勇. 緩い協調: 協調情報フィルタリングシステム. 情処研報, HI35-24, 1991.
- [9] B. R. Gaines and M. L. G. Shaw. Concept maps as hypermedia components. *Int. J. Human-Computer Studies*, 43(3), pp. 323-361, 1995.
- [10] 折原良平. 発散的思考支援ツールの研究開発動向. 人工知能学会誌, 8(5), pp. 560-567, 1993.
- [11] L. F. Young. The metaphor machine: A database method for creativity support. *Decision Support Systems*, 3, pp. 309-317, 1987.
- [12] M. Stefik *et al.* Beyond the chalkboard: Computer support for collaboration and problem solving in meetings. *Comm. ACM*, 30(1), pp. 32-47, 1987.
- [13] C. Nass *et al.* Computers are social actors. In *CHI '94*, pp. 72-78. ACM, 1994.