議論の意味構造の可視化*

角 康之**

Visualizing the Semantic Structure of Discussion

Yasuyuki SUMI

1. はじめに

筆者らは、人間同士のコミュニケーションを支援する技術に関する研究を進めており、そのひとつとして、グループ内で行なわれる議論の活性化や議論全体の構造の認識・分析の支援を目的とするコンピュータシステムの開発を行なっている。本稿では、議論内容の意味的な構造の可視化について述べる。

以下では、まず2で、筆者らが情報可視化技術を利用してグループ内の議論のどのような側面を支援しようと考えているのかを明らかにする。次に3で、筆者らが開発したコミュニケーション支援システムCSSを紹介し、統計手法を利用した議論の意味構造の可視化について述べる。そこでは、可視化された議論空間の利用効果を考察する。そして4で、この可視化手法に、キーワードの自動抽出や情報検索のための技術を統合して開発された、議論支援システムAIDEを紹介する。

2. 議論の意味構造の可視化

筆者らは、議論を通して参加者が新たな発想を得たり、グループ内で情報共有が促進される効果をねらって、グループ内の議論を活性化させることを目的とするシステムを開発している。そのための手段として、議論内容の意味的な構造を可視化し参加者に提供する手法をとってきた。そうすることで、参加者は話題空間の全体構造の認識や、その中での特定の参加者や話題の位置づけの分析を行なうことが容易になると期待されるからである。

グループ内での議論で出た複数の発言や話題の集合を構造化することを考えるとき、そこで目指すべきターゲットには以下の2つがあると考えられる。

1. 話題と発言者の関係、発言間の因果関係、話題の時間的流れなどの記録と整理を行なう。
2. 時間的流れや発言者にとらわれずに、話題間の関連性を認識・分析するための手がかりを提供する。

1. は、議論の比較的表層にある情報を処理する能力で

ある。従来のCSCW (Computer-Supported Cooperative Work) の研究の中で、参加者の発言を構造化することを目的とする研究の多くは、こちらをターゲットにしている。例えば文献1), 2) では、システムは規定された議論モデルに沿ってユーザの発言を管理・構造化する。しかしそのためには、ユーザは発言をする度に議論全体におけるその発言の意味づけ等を意識して入力する必要がある。

それに対し2. は、議論における話題の内容に踏み込んだ構造化をする能力を要する。上記の1. の能力が比較的静的な外部記憶の生成を目的としているのに対し、2. の能力は動的な外部記憶の生成を目的としているとも言える。筆者らは2. をターゲットとする。その際、情報可視化技術を、単に議論を可視化するためだけに利用するのではなく、可視化情報を操作することで効果的に情報空間 (議論空間やデータベース) にアクセスするための手段として活用することを意図する³⁾。

3. テキストオブジェクトを空間配置することによる議論の可視化

筆者らのグループは、データ集合を統計処理しコンピュータディスプレイ上の2次元空間に自動配置する手法を利用して、アイデア整理やフリーディスカッションにおける概念構造の可視化を行なうシステムを構築してきた (例えば文献4), 5), 6) を参照されたい)。ここではその一つであるコミュニケーション支援システムCSS⁷⁾を用いて、テキストデータの空間配置に基づいた議論の可視化手法とその試用例を紹介する。

システムCSSの詳細な説明は文献7) に譲り、ここでは簡単に紹介するにとどめる。CSSは、ユーザの思考空間を可視化することで、ユーザの思考活動における発想を支援することを目指したシステムである。ユーザは「テキストオブジェクト」と呼ばれる電子化されたメモと、それに付随したキーワードを入力する。CSSは、これらテキストオブジェクトとキーワードの集合の互いの関連性を反映した2次元距離空間を自動構成する。そうすることで、ユーザの思考空間をコンピュータ上で操作可能にすることがねらいである。

CSSは、空間の自動構成に、双対尺度法⁸⁾と呼ばれる

* 原稿受付 1998年10月1日

** (株)ATR 知能映像通信研究所

よって異なるが、その隙間の中に新たなテーマの存在の可能性を見つかったり、さらなる議論の必要性を感じたりする傾向が強かった。また、話題の展開やそれらの関連性を認識するのに役立つことが確認され、それにとともに、議論の中心になっていた話題が再認識されたり、グループ内でのさらなる議論のきっかけが得られた。他にも、「空間の外側にあるクラスは、我々の研究興味に対する反面教師なのではないか」、「ディスカッションの全体構造を説明するような軸が空間の中に見えた」、「本来の題目とは別の話題に議論の時間を費やしていたことに気づかされた」、「参加者ごとの興味やグループの中での役割分担が見える」、といった感想を得た。

次に、別の研究グループ内で運用されているオンラインニュースシステム上でなされたディスカッションの記録を実験材料として、議論空間の可視化を試みた例を紹介する。データとして用いたのは、“design tool for design”という議題で5人の参加者が23日を費やして行なった議論による29の記事集合である。この例では、記事を“(数字) - (アルファベット)”という形式で表すこととする。数字は発言の時間的順序を表し、アルファベットは発言者を表す。

比較のために、Fig. 2に通常のニュースブラウザが提供している記事のスレッド表現を示す。このスレッド表現は、ニュースブラウザが記事の *In-reply-to* フィールドを参照して自動生成するものであり、例えば、02-Bは01-Aに *followup* したことを示している。また、Fig. 2では、同じ記事に対して *followup* している複数の記事を縦線で結んである。例えば、08-Aと10-Dは同一の記事06-Cに *followup* していることを表している。

Fig. 3は、CSSを利用して可視化した議論空間の時間的変化を示す3枚のスナップショットである。これらは、CSSが出力した結果に、筆者が空間構造の解釈を書き込んだものである。

Fig. 3を見ると、CSSによって構造化された議論空間は、比較的期待通りに議論の移り変わりを再現していると考えられる。例えば、Fig. 3-(1)~(3)を順に見ていくことによって、徐々に話題の中心が移り変わっている様子がわかる。つまり、(1)話題提議からまず「アナログ」と「デジタル」の話題が始まり、(2)「設計」と「発想」に関する広い範囲の議論と続いて、(3)最後に話題空間の中心からはずれていくような形で「暗黙知」の話題に発散していく様子が見てとれる。

スレッド表現は、記事に明示的に書かれた *In-reply-to* フィールドを参照することによって、記事の因果関係の可視化を目指したものである。しかし、Fig. 2を見るとわかるように、スレッドが単調に深くなる部分については発言の順序は保たれるが、一つの記事に対して複数の記事が *followup* している場合はその限りではない。また、記事を書き込む際に、*followup* の対象として一つの記事だけを選ばなければならないということは、新し

い発言を書き込むユーザにとって強い負担になることがある。例えば、ここで使用した記事集合において、20-Eはそれまでの議論全体に対する *followup* を行なったものと思われるが、現在のニュースシステム上では複数の記事を *followup* の対象として指定することが無理であるため、苦肉の策として、まったく新たなスレッドを生成している。つまり、どの記事に対しても *followup* していない。しかし、明らかに内容はそれまでの多くの議論をふまえた発言であることは、Fig. 3-(3)を見れば明らかである。発言の位置づけを意識してもらうことがユーザの大きな負担になってしまうことは、従来の、規定された議論モデルに基づいた議論管理システム^{1),2)}に共通した欠点である。

CSSによる可視化情報の特長は、発言間の意味的関連性が位相情報として表現されるだけでなく、話題を構成しているキーワードも含めて空間構造を構成していることである。このことによって、ディスカッションへの参加者は、議論空間全体における自分の発言の位置づけや、自分の使った言葉と他の参加者の言葉の関連性を認識することができる。また、議論に参加していなかった第三者にとっても、議論空間が成長する様子を認識することができ、空間上に配置されるキーワードを見ることで議論内容や文脈の見当をつけることができる。

4. 議論支援システム AIDE

CSSの開発から、空間配置を利用した議論の可視化手法の有効性を確かめた結果を受け、筆者らは新たに統合的な議論支援システム AIDEを開発した^{10),11)}。AIDEはネットワークを介した議論を行なうための、クライアントサーバ型の(テキストベースの)電子会議システムである。利用形態は主に分散・非同期を想定して開発したが、対面/分散、同期/非同期のどのような組み合わせでも利用可能である(Fig. 4に対面・同期の利用概観を示す)。

Fig. 5にAIDE使用時の画面例を示す。図中の左にあるメインウィンドウ(発言入力部と発言の履歴を有する)を見た限りでは単純な議論履歴記録システムであるが、以下に示すような3つのサブシステムが加えられていることがAIDEの特徴である(Fig. 5とFig. 6を参照されたい)。

Discussion Viewer

議論の意味構造を可視化した議論空間(Fig. 6のDiscussion space)を表示する。議論参加者全員の共有情報空間として利用される。

Conversationalist

議論空間に関連するテキストを外部テキストベースから自動抽出し、自律的な発言として議論空間にそのテキストを投げ込む仮想的な議論参加者。

Personal Desktop

個人思考モードを支援する作業環境。議論空間をこの

Fig. 5 Usage of AIDE

Fig. 6 Configuration of AIDE, and Viewpoint Sharing among Participants Using AIDE

され、通常の発言やキーワードと同様に空間配置の対象となる。この情報は、ユーザらの思考の範囲の及ばなかった新たなアイデアの種を提供する可能性を持つと考える。

最後に Personal Desktop について説明する。Discussion Viewer が提示する議論空間は平均的な視点で議論情報の構造を可視化するものであるから、議論がある程度進むと、参加者各自の視点には必ずしも合わないものになる可能性が高い。そこで各ユーザは議論への参加と並行して、好きなときに議論空間を Personal Desktop 上にコピーし、個人の思考モードに移ることができる。Personal Desktop は、処理する情報や可視化手段は Dis-

Fig. 7 Example of the Space Visualizaing Relationships Between Two Participants' Viewpoints

cussion Viewer と同様であるが、アイコンを自由に移動することができる点、発言やキーワードの削除や修正ができる点、他の参加者には未公開の個人的メモ等を処理対象として加えることができる点で異なる。これらの機能を利用することで、ユーザは共有の議論空間を個人化することができ、Personal Desktop はユーザの視点を反映した新しい個人化空間 (Fig. 6 の Personalized space) を可視化する。

したがって、別のユーザの個人化空間内では、同一の発言対でもその相対的な位置関係がまったく異なることがあり得る。そのような可視化情報を参加者間で共有し合うことで、議論内容に対する個人の視点の相違を共有したり、更には新たな発想を期待することができると考

える。

AIDEでは更に、各自の Personal Desktop上で可視化された個人的視点を定量化し、それらの関係を新たに視点共有空間 (Fig. 6の Multiple-viewpoint mediation space) として可視化する手段を提供している。Fig. 7は、「オフィスでの紙の再利用」に関する議論に参加した2人のユーザの個人化空間をすり合わせた視点共有空間の例である (視点共有空間生成の詳細は文献10)を参照されたい)。視点共有空間は、複数ユーザ間の視点の間の共有している部分と共有しない部分の関係を視覚的に表現するので、議論空間を共有しているだけでは気付きづらいような、個人的な見解の相違や言葉の使い方の個人差などを顕現化する効果がある。

5. おわりに

筆者らが開発してきたコミュニケーション支援システム CSS と議論支援システム AIDE を例に挙げ、テキストオブジェクトを空間配置することによる議論の可視化手法を紹介した。紹介した手法は、比較的ユーザに作業負担をかけずに、議論の意味構造を自動的に可視化するものであり、得られる可視化情報はグループ内での相互理解や情報伝達のための共有情報として有効である。

こういったコンピュータ上で表現される可視化情報は、ユーザである人間の組織内での共有情報として有効だけでなく、ユーザと (例えば AIDE の Conversationalist のような) コンピュータ内の知的システムとのコミュニケーションを促進する共通基盤 (Common ground) としても有効であると考ええる。

謝 辞

本稿で紹介した CSS は、東京大学において小川竜太氏、堀浩一氏、大須賀節雄氏との共同研究によって開発された。AIDE は、ATR 知能映像通信研究所において西本一志氏、間瀬健二氏との共同研究によって開発され

た。これらで共通して利用された双対尺度法による可視化部分の実装は杉本雅則氏による。以上の諸氏に深謝する。

参 考 文 献

- 1) Winograd, T.: A language 1 action perspective on the design of cooperative work. *Human Computer Interaction*, Vol. 3, No. 1, pp. 3~30, 1988.
- 2) Conklin, J. and Begeman, M. L.: gIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion. In *Proc. CSCW'88*, pp. 140~152. ACM, 1988.
- 3) 角康之: 情報可視化システムにおける適応的インタラクション. 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 1, 1999.
- 4) Hori, K.: A system for aiding creative concept formation. *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 24, No. 6, pp. 882~894, 1994.
- 5) 杉本雅則, 堀浩一, 大須賀節雄: 設計問題への発想支援システムの応用と発想過程のモデル化の試み. 人工知能学会誌, Vol. 8, No. 5, pp. 575~582, 1993.
- 6) 角康之, 堀浩一, 大須賀節雄: テキストオブジェクトを空間配置することによる思考支援システム. 人工知能学会誌, Vol. 9, No. 1, pp. 139~147, 1994.
- 7) 角康之, 小川竜太, 堀浩一, 大須賀節雄, 間瀬健二: 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, Vol. J79-A, No. 2, pp. 251~260, 1996.
- 8) 西里静彦: 質的データの数量化-双対尺度法とその応用-. 朝倉出版, 1982.
- 9) 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. 情報処理学会研究報告 (ヒューマンインタフェース), Vol. HI 62-12, pp. 83~90, 1995.
- 10) 角康之, 西本一志, 間瀬健二: 協同発想と情報共有を促進する対話支援環境における情報の個人化. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-D-I, No. 7, pp. 542~550, 1997.
- 11) 西本一志, 角康之, 門林理恵子, 間瀬健二, 中津良平: マルチエージェントによるグループ思考支援. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J81-D-I, No. 5, pp. 478~478, 1998.

口絵 7 思考の一部を可視化するコンピュータシステムの出力例

(口絵 7 東京大学 堀 浩一) (本文 2 頁参照)

口絵 8 議論支援システム AIDE の使用概観

(口絵 8 ATR 角 康之) (本文 7 頁参照)