

一参加者として対話に加わる対話活性化エージェント

西本 一志, 角 康之, 間瀬 健二

(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
Tel: 0774 95 1442 Fax: 0774 95 1408
email: {knishi/sumi/mase}@mic.atr.co.jp

あらまし

本稿では、現在構築中の対話支援環境 AIDE の特長の一つである対話活性化エージェントについて説明する。AIDE は特に日常的対話の創造的側面の支援を目指しているが、日常対話は制約を嫌うため、既存の多くの発想/議論支援システムの支援手法は馴染まない。そこで我々は、通常の参加者として対話に参加し、発言を通して対話を活性化する対話活性化エージェントを提案する。このエージェントは対話中の各発言を統計処理して新たな話題の展開が可能な方向を見出し、話題膠着時にその方向にある情報を新たな話題の種として提供して対話の新展開を促す。試用実験の結果、エージェントの提供する情報が新たな話題を導入する可能性があることがわかった。

キーワード 対話処理 創造性 活性化 話題 エージェント

An agent that participates conversations as a general participant and stimulates the conversations.

Kazushi NISHIMOTO, Yasuyuki SUMI and Kenji MASE

ATR Media Integration and Communications Research Laboratories
2-2, Hikari-dai, Seika-cho, Souraku-gun, Kyoto 619-02 Japan
Tel: +81 774 95 1442 Fax: +81 774 95 1408
email: {knishi/sumi/mase}@mic.atr.co.jp

Abstract

In this paper, we describe a conversation stimulating agent that is one of the subsystems of AIDE (Augmented Informative Discussion Environment) which we have been developing. In particular, AIDE aims to support the creative aspect of daily conversations. Since daily conversations are generally unrestricted, it is hard to apply typical creativity/discussion support systems to them. Therefore, we propose an agent which attends conversations as a general participant, searches for directions of novel topics by statistically processing utterances during the conversation, and stimulates conversations by timely providing pieces of information in the directions found. Experimental results suggest that the agent has ability to introduce new relevant topics.

Keywords: conversation, creativity, stimulating, topics, agent

1. はじめに

我々は現在、創造的な対話を支援するためのオンライン対話環境AIDE (Augmented Informative Discussion Environment) の研究開発を進めている[1]。本稿では、AIDEの特徴の一つである、「対話活性化エージェント"Conversationalist"」について述べる。このエージェントは、対話という環境と相互作用することによってこの環境にどのように参与するかを自律的に判断し、他の人間の対話参加者と同等の立場で発言して新たな話題を提供することによって、対話の方向性を制御し対話を活性化することを主目的として動作する[2]。

AIDEの使用概観を図1に示す。図1では2人の対話参加者がAIDEを使用して対話を行っている。図1奥の大画面に表示されているのがAIDEのシステム画面である。システム画面左下には対話参加者およびエージェントの発言が表示される発言ウィンドウが、また右には後述する可視化された対話の話題構造が表示されている。さらに、画面左上には擬人化されたConversationalistの顔画像が表示されている。対話参加者は各自の入力端末から発言を個々に随時入力していくことによって対話が進行する。図1ではCSCWの一般的な分類で言うところの「対面・同期型」のシステムとなっているように見えるが、非対面でも使用可能であるし、また非同期的にも使用可能である。むしろ、実際には非対面・非同期で使用される場合の方が多いであろう。

AIDEはいかなる形式／内容の対話に対しても適用可能であるが、特に日常対話に適用しその創造的側面を強化支援することを主な目標の一つとしている。日常的な対話は、特に新たな発想を得ることを意図していない場合であっても、非常に有効な創造的行為とみなすことができる。このことは、たとえば同僚研究者や友人達と日常的に交すとりとめもない対話の中から新たな情報が得られること、そして新しい発想や問題解決のヒントが得られることを、我々自身しばしば経験することからも明らかであろう。

以下、第2章では創造的活動の場としての日常対話を支援するシステムのあり方について、従来の関連研究の概観に基づき考察を加える。第3章では、本研究が想定する対話における対話構造モデルについて説明する。第4章では、日常対話を活性化するためにConversationalistがとる活性化戦略について説明する。第5章では、Conversationalistの構成について説明する。第6章では本システムの試用実験結果を示し、Conversationalistの効果について考察を加える。第7章では、対話活性化エージェントに様々な個性を持たせ

る方法について説明する。

2. 予備的考察：日常対話の創造的側面の支援手法

堀が指摘しているように、創造的作業は日常業務の中で行われるものであるから、その支援手法ないし支援システムが日常業務と乖離したものであると利用者に余計な負荷をかけるため、使いにくく作業効率を低下させる恐れがある。したがってそれらは日常業務と密接にリンクし、さらにそこにプラス α の機能を加えるものであるべきであろう[3]。

日常対話は言うまでもなく一種の日常業務である。日常対話は通常、非常に自由なほとんど何の制約もない雰囲気の中でなされ、この自由さが日常対話の創造性を産み出す重要な要因の一つとなっていると考えられる。したがって、日常対話の創造的側面の支援手法は、この自由さや無制約性を阻害せず、しかもプラス α の機能を加えるものであるべきである。そこで本節では、まず従来の創造性支援手法／支援システム、および議論支援システムについて概観し、日常対話の創造性支援手法に対する我々の考え方を述べる。

まず、「創造性支援」の側面から従来の研究を概観する。人の発想の過程には2つの重要な過程があると言われる。一つは発散的思考過程であり、もう一つは収束的思考過程である[4]。解の不明なある問題に対し、人はまず発散的思考過程においてその問題と明らかに関連がある情報のみならず、関連が曖昧な情報やふと気になる情報断片をも多数かき集める。こうして収集した情報断片を、収束的思考過程において統合していく。この際、一見関連が不明な情報断片同士の間にあらたな関連を見出したとき、人は新たな発想を得ることができる[5]。



図1 対面・同期的狀況でのAIDE使用概観

日常的対話も、発散的過程と収束的過程とを混合したものと考えられる。つまり、各参加者からの発言によってさまざまな情報が提供される（発散的過程）。ここである参加者が、提供された情報断片相互、あるいは提供された情報断片と自分の持つ知識の中のある情報とになんらかの関連性を見出したとき（収束的過程）、この参加者は発見した関連性に基づく新しい話題を提示し、対話は新たな局面へと展開する。こうして発散と収束の過程を繰り返すことによって対話は次々と進行する。この結果日常的な対話が創造的活動のひとつとして機能しうるのでと考えられる。

従来から提案されているいくつかの発想法では、意図的にこの両過程を明確に分離し、それぞれに特化した強化手法を使用することによってより効果的に発想を得ようとしている。たとえばブレインストーミングは主に発散的思考を効果的に行うための手法であり[6]、またKJ法は収束的思考を効果的に行うための手法である[7]。さらに、近年研究が盛んとなっている発想支援システムにおいても、ほとんどの場合これらの二つの思考過程を分離して支援を行っている。例えばKeyword associator[8]や筆者らが研究を進めてきた門外漢エージェント[9]は、利用者の入力から連想的に新たな情報を提供することによって発散的思考過程を支援するものであり、KJエディタ[10]、D-Abductor[11]、郡元[12]などは、KJ法を下敷きとするコンピュータによる各種の効率的なカード操作手段を提供して収束的思考過程を支援するものである。

このように、上に列挙したような発想支援システムは発散的過程または収束的過程のいずれかの支援用に特化されている。HIPS[13]などのように発散的思考支援ツールと収束的思考支援ツールを一体化したシステムも提案されているが、この場合でも各時点でどちらの過程の思考を行っているかを常に意識していることを利用者に要求する。また、システムの操作そのものについても特殊な作業を要求する。

この他、AA1[14]やCSS[15]などは、人（あるいは人々）の思考空間を空間的に可視化することによって発散的思考と収束的思考の両者を同時に支援する。したがって発散・収束の両過程の分離を利用者に明確に意識させることはないが、これらのシステムの使用にあたっては、やはり手作業でのテキストオブジェクトへのキーワードづけなどのシステム使用のための特殊な作業や、システムが提示する空間構造について、常に「この軸の意味は？」「この空白領域の意味は？」といった問題意識を持つことを利用者に要求する。

次に、「議論支援」の側面から従来研究を概観する。

議論支援を目的とするタイプのCSCWシステムにおいても、発想支援システムの場合と同様にシステム使用のための特殊な思考的制約や作業の要求が見られる。例えばgIBISはソフトウェア設計過程の議論展開をハイパーテキスト構造に表現し、議論内容の構造化と再利用性の向上を図るものであるが、この使用にあたっては、利用者は必ず自分の意見の立場（賛成、反対など）を明示しなければならない[16]。DOLPHINはKJエディタなどに類似したシステムであり、アイデア断片を記した電子的なカードを統合して階層化することにより新たな構想をまとめていく[17]。このため、利用者は常にアイデア断片を木構造に統合していくことに注意を払わねばならない。また、CSCWとはやや異なるが、議論の中で議論の流れそのものを制御するための「メタ発言」を利用して会議の議事録を作成したり、さらには議長役として議論の流れを制御しようとするシステムの研究も成されている[18][19]。このようなシステムではかなりフォーマルで目的指向が強い議論を対象としている。

以上のように、従来のほとんどの発想支援システムや議論支援システムなどは、通常ある特定の用途ないし使用状況を想定し、その想定に応じた特殊な制約や作業を利用者に課すことによって有効性を産み出していると言える。しかし、およそあらゆる制約を嫌う日常対話に対してこのような制約を課することは、創造性に有効に作用しないばかりか、むしろ対話の沈滞を招く結果となると予想される。つまり、日常対話の支援のためには、思考における特殊な状況設定や制約を用いない手段が必要となる。クリアボード[20]は、このような思考に対する制約を利用者に課さない点で日常会話にも適用可能なアイデアであり、特に遠隔地にいる者同士での円滑な意思の疎通に有効に作用する。しかし、システム自体は新しい情報を利用者になんら提供しない。したがって、創造性の支援という視点からはやはり不満が残る。

日常対話に存在して違和感がなく、しかも必ず存在するものは「対話の参加者」である。そして話し上手で知識が豊富な話者が一人いると、その対話は非常に興味深く、示唆に富み、活発なものとなる。そこで、我々はこのような「話し上手で知識が豊富な話者」をコンピュータエージェントとして実現することによる日常対話の創造的側面の支援を提案する[2]。これによって日常対話の状況と乖離せず、しかも新たな情報が提供されるというプラス α の機能によって、日常会話の創造的側面を触発を支援できるシステムが構築できると考えている。この意味でAIDEは堀が提案する

第2世代発想支援システム[3]の一実現と見る事ができるであろう。

3. 対話モデル

本章では、本研究で対象とする対話のモデルについて簡単に説明する。

3.1 話題構造

本研究で扱う対話には、二つのレベルの話題が存在するものとする。すなわち大局的話題と局所的話題である。大局的話題とは、その対話を通してずっと存在する話題であり、局所的話題とは、その大局的話題の下で成される部分的な話題である。したがって、対話は局所的話題の連続として構成される。この様子を図2に示す。なお、局所的話題は入れ子構造をとらないものとする。すなわち、局所的話題の内部で別の局所的話題が始まったように見える場合は、それら二つは独立の同レベルの局所的話題とみなす。

3.2 対話推移制御

第2節で述べた理由により、本研究では固定的な議長役を果たす者がいない対話を取り扱う。議長がいない対話では、対話の参加者全員が個々にかつ協調的に対話推移の状況把握と制御を行っているものと考えられる。現実の対話において、ある話題においてはある人物を中心に対話が進行し、やがてある別の人物が新たな話題の種となる情報を提供すると、そこから話題が遷移し、その人物を中心に対話が進行する様子がしばしば観察される。このような対話では、各時点における対話の中心人物が、発言者であると同時に主たる状況把握役をも勤め、他の参加者がこれに協力し、さらに順次この役割を受け継いでいくことによって、全体として対話推移状況を協調的に監視し制御しているものと見る事ができるだろう。もちろんこの場合、各参加者が常にこのようなことを意識的に行っているわけではない。むしろ無意識的にこのような協調動作が創発しているものと見る方が自然だろう。こうして各対話者が個々に獲得した対話推移状況に基づき、状

況に応じた、そして個々の対話参加者の興味と意図に応じた情報が発言として提供されることによって対話推移が間接的に制御される。

4. 対話の活性化戦略

本エージェントは参加している対話を常に活性化し、これによって対話の創造性をより強力なものとするを意図して行動する。ある対話が活発な対話となるためには、1) 話題が適度に転換していくこと、2) 参加者の興味に応じた話題であること、が少なくとも必要と思われる。いずれかの条件を欠いた場合、対話はすぐに退屈なものになってしまうであろう。そこで本エージェントは、対話をこの2条件を満たすものに維持することを目的とする。

そこで本エージェントは自律的に常時対話の推移状況を把握する。ここで言う対話の推移状況とは、どのような話題が成されているか、新たな話題を展開できる方向はどこか、および対話を通じて話題はどの程度転換しているか、である。そして、話題が膠着している状況にあると判断した場合に、新たな話題の展開できると思われる方向にある情報を抽出提供し、これを新たな話題の種として対話に投入することによって話題の新展開を促す。このように、例えば「話題が膠着しています。新しい話題を始めて下さい」などというようなあからさまな方向制御を行うのではなく、あくまで通常の発言として話題の種を提供することのみによる間接的な制御と活性化を行う点が特徴である。これは、対話参加者にエージェントの存在に対する違和感を感じさせないためである。

こうして、本エージェントは大局的話題から外れることのない範囲で話題の転換を促す情報を適度に提供して新たな話題を展開させることによって、対話の活発さを維持しようと努める。

以上の対話状況の判断のために、このエージェントに対して対話推移状況に直接関係する情報は一切与えない。あくまで参加者個々の発言のみを材料として、エージェント自身が自律的に対話推移状況を把握するものとする。これは、対話状況についての情報を利用者に陽に与えさせることが制約となると思われるためである。また、すでに述べたように、創造的対話には発散的思考の過程が含まれるため、話題がどちらの方向に展開するかをあらかじめ予測することは難しい。つまり事前に対話推移のフレーム知識を設定することはできない。仮になんらかのフレーム知識を設定したとしても、そのような制限された枠内での対話が創造的で興味深いものとなることは期待できない。した

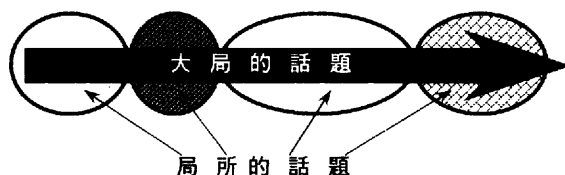


図2 2レベルの話題構造

がって、エージェントは対話中で交わされる発話のみに基づき対話の推移状況を判断し、これに自分の個人的な興味と意図とを加えて新たな話題を抽出提供することによって対話推移を制御できる必要がある。

5. エージェントの実装

5.1 概要

本エージェントの全体的構成を図3に示す。エージェントへの入力は他の対話参加者による個々の発言である。現在のところ発言はテキストデータとして入力される。順次入力される個々のテキストを、それぞれ一つの発言オブジェクトと呼ぶ。まず発言文処理モジュールは入力された発言オブジェクトを形態素解析し、キーワードを抽出する。発言オブジェクトとそのキーワード群は対話構造化モジュールに入力される。ここで統計的処理手段を用いた思考空間の構造化手法によって、各発言オブジェクトを二次元空間上に順次配置していくことで対話の流れを構造化する。次いで、その対話の流れの構造および発言の推移情報から、話題展開状況認識モジュールで話題の展開状況を把握する。一方、話題転換検出モジュールで話題転換点を検出する。把握した話題展開状況に基づき、話題提供モジュールで、話題転換検出モジュールから指示されるタイミングで、状況に応じた話題の種となる情報を抽出し利用者に提供する。

以下、各モジュールの詳細について述べる。

5.2 発言文処理モジュール

本モジュールでは、まず入力された発言オブジェクトを構文解析し各単語の品詞を決定する。ついで、名詞および品詞を決定できなかった語のみを取り出し、

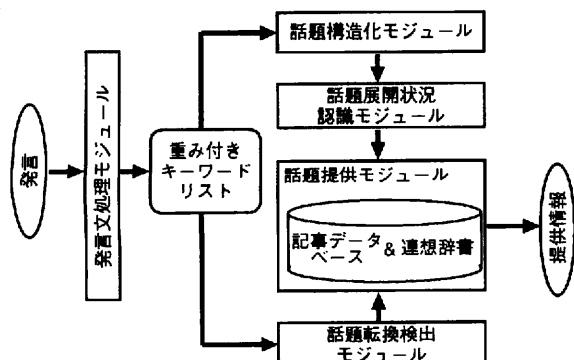


図3 対話活性化エージェント Conversationalist のソフトウェア構成

この語群をその発言オブジェクトのキーワードとする。

第 n 発言オブジェクトにおけるキーワードの重み $w_{w_i,n}$ を次式によって求める：

$$w_{w_i,n} = \frac{\left(1 + \frac{1}{1 + e^{-f_{w_i,n} + F_i}}\right) \left(1 + \frac{1}{1 + e^{-i_{w_i,n} + I}}\right)}{\left(1 + \frac{1}{1 + e^{-f_{w_i} + F_i}}\right)^2} \quad (1)$$

ただし、 f_{w_i} は第 $n-1$ 発言オブジェクトまでで w_i がいくつの発言オブジェクトに出現したか、 $f_{w_i,n}$ は第 n 発言オブジェクトに w_i がいくつ現われたか、 $i_{w_i,n}$ は w_i が第 n 発言オブジェクトの何発言前に最近使用されたかを示す。また、 F_i, I は定数であり、経験的にそれぞれ 5, 1, 10 の値を与える。

このような重みづけとした理由は、

- a) 出現頻度が高いキーワードは
 - ・どんな対話においても一般的に使用される語
 - ・その対話の大局的話題に関わる語
 のいずれかであり、いずれにせよ局所的話題の構造化における重要度は低い。もしこのような語が大きな重みを持つと、後で述べる話題の構造化段階において各話題クラスタを不明瞭にしてしまう可能性がある。
 - b) 一発言中に多数出現する語はその発言での重要度が高い。
 - c) 高頻度語であってもしばらく使用されなかった後に使用される場合は重要度が高い、
- という考えに基づく。

5.3 話題構造化モジュール

話題の構造化は、角らによる思考空間の可視化手法を使用した[21]。ここではごく簡単にこの手法について説明する。

本手法では、概念（各発言オブジェクト）と概念素（各キーワード）を空間配置することによって、概念・概念素の関連性を表現する空間を構成する。空間の構成には双対尺度法[22]と呼ばれる統計手法を応用した。双対尺度法とは、複数の数量化属性で構成されたオブジェクト集合が与えられたときに、オブジェクト集合と属性集合にそれぞれ得点数量を与えることによって、オブジェクト同士の属性共有性と属性同士の共起性を空間における相対的な位置関係として表現す

る手法である。

本研究では、発言文処理モジュールによって自動抽出されたキーワードを発言オブジェクトの属性と考え、同じく発言文処理モジュールによって付与されるキーワードの重みを属性値として双対尺度法を適用した。これによって、各発言オブジェクトと各キーワードとの関連性が一つの空間上に表現される。この処理の結果、各発言の関係が空間的に表現され、話題構造を把握できるようになる。

5.4 話題展開状況認識モジュール

話題構造化モジュールによって構成された話題空間には、一般にいくつかの発言オブジェクトの集合で構成されるいくつかのクラスタが配置される。相互に関連性の高いテキストオブジェクトほど相互に近い位置に配置されるというこの構造化手法の特徴から、各クラスタが一つの局所的话题を構成していると見ることが出来る。したがって、この話題空間によって現在の対話における大局的话题はどのような部分話題で構成されているか、中心的な話題は何か、新たな話題の展開方向はどこかを知ることができる。

まず、対話構造空間(二次元)を 16×16 のセルに分割する。各セルは、そのセルを中心とする9つのセルに含まれる発言オブジェクトの個数の平均を重みとして持つ。重みが周辺セルよりも重い、極大値をとるセルを主要話題のセルとみなす。一方、ユークリッド距離変換手法[23]を用いて、重みがゼロの各セルについて、重みがゼロでないセル群の領域境界からの距離を求める。この結果、ある閾値以上の距離を離れている重みがゼロのセル群が存在する場合、これを話題の空白領域とみなし、もっとも離れている重みゼロのセル(同じ距離のセルが複数ある場合はその重心)をその空白領域の中心とみなす。このようにして、画像処理の手法によって話題の展開状況を把握する。

思考空間の可視化手法に関する被験者実験から、被験者はクラスタとクラスタの間隙、あるいはクラスタがない空白領域に注目する傾向があることが観察されている。そして被験者はその空白部分から新たなテーマを発見したり、さらなる議論の必要性を感じたりするという結果が得られている。したがって、上で求めた空白領域から、新たな話題を展開する方向を見出すことができる。

5.5 話題転換検出モジュール

本モジュールは、対話の形態素情報と時間推移から得られる、隣接する二発話間の局所結束性と、対話全

体にわたる広域結束性の二つの結束性を用いて、話題の転換点を遅延なく検出する[24]。

局所結束性は、クルーワード、相手特定表現、指示代名詞、同意語、反意語などの、いくつかの特定の表現の発話中における有無で決定され、隣接する発話間の連結強度(強い連結/弱い連結/強い断絶)を示す。広域結束性は、発話に含まれる名詞や同義語の出現頻度・出現間隔および話題転換後の経過時間から得られる、各発話時点でのそれまでの話題の維持力を示す。この二つの結束性から、

- ・局所結束性が強い断絶を示し、かつ広域結束性があまり強くない発話、
- ・局所結束性が弱い連結を示し、かつ広域結束性が非常に弱い発話

で話題転換が生じるものと判断する。このように、本手法では現発話より後になされる発話からの情報を一切必要としない。したがって、話題転換点を遅延なく検出することができる。これによって、逆に長期間話題が転換していない状況、すなわち話題の膠着状態を検出できる。現在は20発話の無転換で膠着とみなしている。

5.6 話題提供モジュール

本モジュールは話題転換検出モジュールにおいて話題の膠着が検出された場合に起動され、話題展開状況認識モジュールで得た情報に基づき、新たな話題を提供するような情報を検索抽出して議論の場に提示する。

本モジュールは、あらかじめ準備された多数のテキストオブジェクトからなるテキストオブジェクトデータベース、およびこれらのテキストオブジェクトから構築された連想辞書を備える。これらは以下のようにして構築される[9]。まずある知識分野に属するテキストオブジェクトを多数準備する。各テキストオブジェクトから、発言文処理モジュールにおける発言オブジェクトからのキーワード抽出と同様の手段でキーワードを抽出する。ただし、各キーワードの重みはすべて同じとする。こうして各テキストオブジェクトから得たキーワードによってキーワードベクトルを構成する。このキーワードベクトルを、その元となったテキストオブジェクトと対として登録することによってテキストオブジェクトデータベースを構築する。一方、アソシアトロン[25]の手法に基づき、各キーワードベクトルの自己相関行列を求め、これらを加算することによって連想記憶行列(すなわち連想辞書)を構築する。つまりこの連想辞書は、キーワード相互の共

起関係を記述しており、元となったテキストオブジェクト群が属する知識分野に基づく「視点」が表現されているものとなっている。したがって、あるキーワード群をこの連想辞書によって連想変換した結果は、この視点から元のキーワード群の意味を捉え直したものとなる。

話題の空白領域の有無によって、以下の二種類の手法による情報の検索が行われる。

5.6.1 話題の空白領域が存在する場合

話題の空白領域が存在する場合、この領域に入るような情報の検索を行う。具体的には、空白領域の中心に近いものから順に一定数のキーワードオブジェクトを集め、これを検索キーワード群 W とする。キーワード $w_i (w_i \in W)$ の重み I_{w_i} は以下の式で与える。

$$I_{w_i} = \frac{\min\{d_{w_i}, w_i \in W\}}{d_{w_i}} \quad (2)$$

ただし、 d_{w_i} は空白領域の中心とキーワード w_i のキーワードオブジェクトとの距離である。こうして得たキーワードおよびそれらの重みによって検索キーワードベクトルを生成する。

ついで、この検索キーワードベクトルと、テキストオブジェクトデータベース中の各テキストオブジェクトのキーワードベクトルとの内積を求め、最も値の大きいテキストオブジェクトを検索結果として出力する。このような検索によって得られた情報は、空白領域にあるものと期待できる。

なお、この検索結果のテキストオブジェクトを一つの発言オブジェクトとして空間配置を行うと、空間の構造がこの発言オブジェクトによって変化するため、必ずしも元の配置における空白領域の中心付近に配置されるとは限らないことに注意。

5.6.2 話題の空白領域が存在しない場合

話題の空白領域がない場合には、対話の構造を二次元ではなく本来の多次元空間で処理する。話題構造化モジュールで採用している手法は多次元空間を二次元に縮退させて表示しているため、二次元上では空白領域が無いように見えても本来の次元で見れば空白領域は存在する可能性がある。

しかし、現実には非常に多次元となる本来の空間上で空白領域の検出を行うのはかなり高い計算コストを必要とするし、しかも空白領域が多数存在する可能性もある。また、発言オブジェクトのクラスタの検出自体

が困難となる可能性も高い。

そこで、本研究では一次変換による座標系の変換を利用する。まず、最新の発言オブジェクトに最も近い主要話題セルを求め、このセルの重心に近いものから順にキーワードオブジェクトを集め、空白領域があった場合と同様の方法で検索キーワードベクトルを構成する。この検索キーワードベクトルを、あらかじめ準備してある連想記憶行列（連想辞書）によって一次変換し、変換キーワードベクトルを得る。連想記憶行列はエージェントが持つ特定の分野知識の視点を表しているため、この変換はエージェントの視点から主要話題セル付近の空間を把握し直すことに対応すると考えられる。この結果、変換されたキーワードベクトルと、テキストオブジェクトデータベース中の各テキストオブジェクトのキーワードベクトルとの内積を求め、最も値の大きいテキストオブジェクトを検索結果として出力する。

このような手法によって、検索結果は元々の主要話題と関連があり、同時に連想辞書から導入される異なる視点からの関連性もあるものとなることを、すでに我々は確認している[26]。したがって、このような情報を提供することによって、現在膠着している話題に新たな視点を導入し、これによって話題を新たな方向へと違和感無く展開させることができるようになるだろう。

6. 試用実験

6.1 実験と結果

本エージェントを実験的な対話に適用してみた。ここでの対話は4名の参加者によってなされており、オフロード車などに取り付けられるカンガルーバーの危険性の有無についてを大局的話題としている。エージェントの知識として使用したテキストオブジェクトデータベースおよび連想辞書は、現代用語の基礎知識1993年版の各記事で構成した。使用した記事の数は10,406記事、そこから抽出されたキーワードは総計37,502種類であった。

図4に、30の発言が成された状態を示す。図4の右側のウィンドウは参加者の発言入力/表示用ウィンドウである。このウィンドウはunixのアプリケーションであるtalkあるいはphoneのようなオンラインチャットツールと同等のものである。参加者が右側ウィンドウの下にある入力ウィンドウから入力した発言は一旦サーバーに送られた後、全クライアントに配信され右側ウィンドウ上部の表示ウィンドウに表示される。比較的ラフな対話を想定しているため、発言権の制御機

能は一切ない。左側のウィンドウは、話題構造化モジュールによって二次元上に展開された話題構造を示している。この話題構造は、発言が一つ成される度に更新される。図5は、話題展開状況認識モジュールによって処理された話題展開状況の認識結果であり、図4の左側のウィンドウを16×16のセルに分割し、各セルの状態を色づけして示している。Eとマークされているセルは主要話題とみなされるセルであり、Bとマークされているセルは空白領域の中心を示す。この状態では、右下の空白領域が最大の空白領域である。図4の左側のウィンドウからわかるように話題構造は3つ枝がある構造となっており、左方向が自動車の安全装備に関する内容、下方向がカンガルーバーとファッション性に関する内容、右上方向がカンガルーバーの安全性のデータに関する内容である。図5からわかるように、この3方向に対応する3つの主要話題セルが話題展開状況認識モジュールによって検出されている。また、話題空白領域も3ヶ所検出されている。

一方、話題転換検出モジュールによって11番目の発言で話題転換が検出された。しかしその後30番目の発言まで20発言にわたって話題転換が検出されな

かったため話題の膠着が検出され、話題提供モジュールが起動された。エージェントは図5右下の最大空白領域を使用して、前節で述べた手順に従ってキーワードを抽出し、情報検索を行った。その結果得られた情報の内容は次のようなものであった：

消費のUカーブ：アメリカでの高級車の購買者調査によれば、低所得者層と高所得者層が高額商品への支出が高いというU字型のカーブを描く傾向が得られた。日本でも同じような傾向がみられる。この理由は、中間層が家やマンションのローン、子供の教育などへの支出額が大きい傾向があるのに対し、若い独身層は所得の絶対額が低いにもかかわらず、すべての所得を自分一人のために支出できるからであろう。こうした傾向は自動車、オーディオ、レジャー関連支出に顕著にみられる。

さらに、この情報を発言オブジェクトとして加えて話題構造を再配置した結果を図6に示す。「CONV:1」と表示されているテキストオブジェクトがこのエージェントによる発言オブジェクトである。この情報の追加によって話題構造の形状は当然変化するが、お

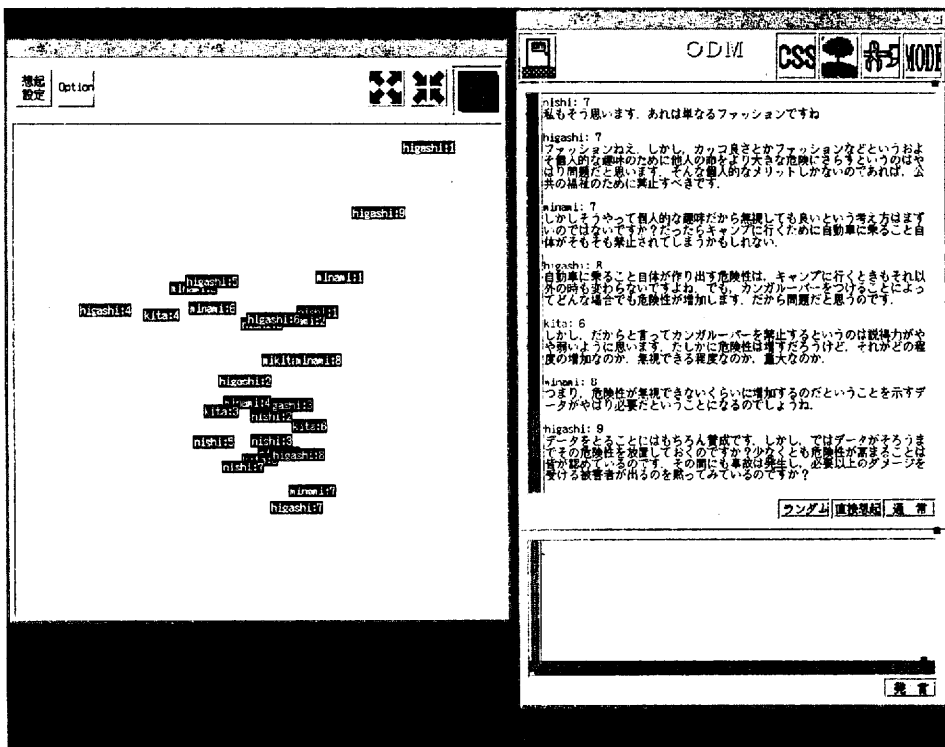


図4 30発言が成された段階でのAIDE利用者画面の状態。右側は発言の入力/表示ウィンドウ、左側は話題構造化モジュールによって可視化された話題構造。

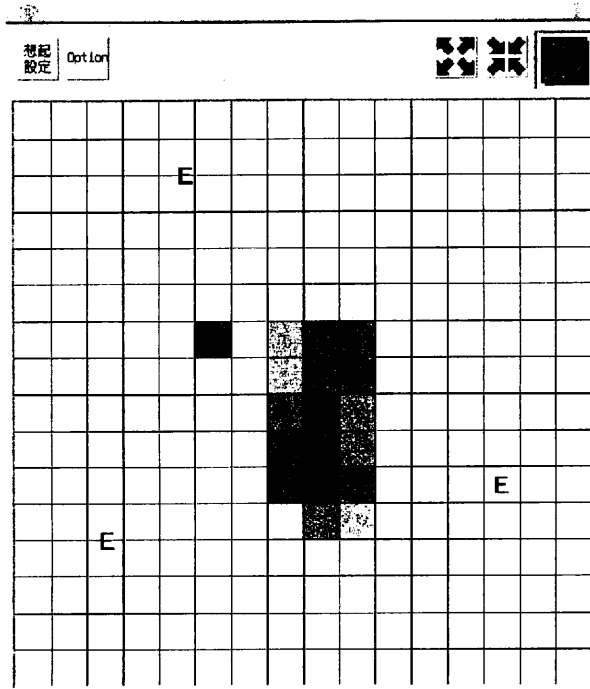


図5 話題展開状況認識モジュールによって把握された、30発話時点での話題展開状況。

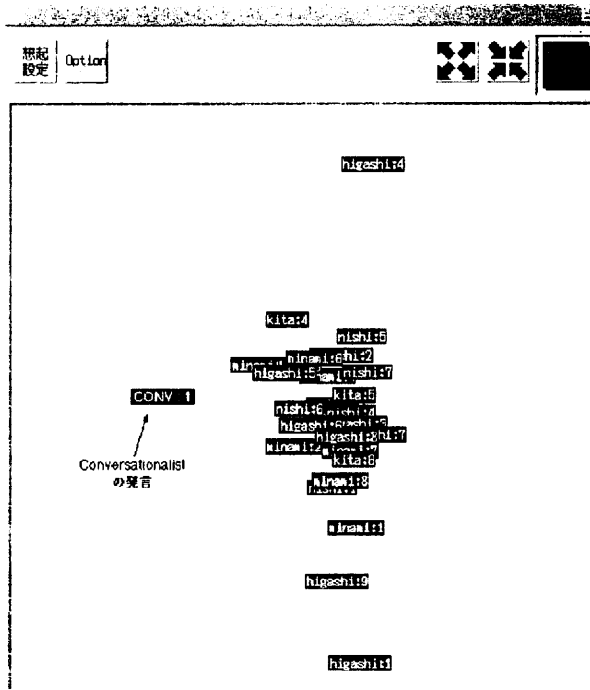


図6 conversationalistの発言を投入した直後の話題構造。

むね図6では、図4左側ウィンドウの各発言オブジェクトが空間の中心に対して点对称な位置に移動している。

6.2 考察

エージェントが検索キーワード獲得に使用した空白領域は、カンガルーバーの危険性に関するなんらかの調査データが必要であるという内容とカンガルーバーのファッション性の内容とに囲まれている。そこで上記のエージェントが抽出したデータの内容を見ると直接にはカンガルーバーとは関係のない内容だが自動車に関連するある種の調査結果であり、しかも若い独身者層が趣味的なものとしての自動車に大きな支出をする傾向があることを述べている。このような意味で、たしかに意味的にも元の空白領域に入りうるものと考えられるし、図6に見られるように話題構造化モジュールによっても元の空白に相当する位置にこの発言オブジェクトが配置されていることがわかる。

それまでの対話では、どういった消費者層がカンガルーバーを装着するかについては言及されていなかったが、この情報によって若い独身層は、たとえ分不相応な高額商品であってもファッションという趣味性の高いものに支出する可能性が高いこと、したがってカンガルーバー装着者はこの若い独身層である可能性が高いこと、さらにこのような傾向は消費のUカーブとして良く知られた特徴であり自動車に限ったものではないことが示唆された。つまり、この情報から、本対話の参加者はカンガルーバーの是非、特に禁止を考えるにあたって、このような若い独身層の消費傾向やライフスタイルを考慮する必要があることに気付くだろう。こうして、対話が新たな方向に展開していくことが期待できる。

一方、別の視点からこの対話を眺めると、対立する意見の応酬によって参加者がかなり興奮している様子を伺うことができる。実際、エージェントの介入の前までの30発言からなる対話を、対話に参加していなかったある人に読んでもらったところ、即座に議論がどうどう巡りをしているとの感想を得た。したがって発言数は多く一見活発な対話であるかのように見えるが、それは興奮のために同じ主張を繰り返しているに過ぎず、実際には対話に新たな視点が導入されない状態、すなわち膠着している状態になっていたことがわかる。このような状況では、たとえ意見の応酬が盛んであっても「活発な創造的対話」とはなりえない。したがって、エージェントがここで介入したのは適切だったということができるだろう。

また、エージェントの対話への介入には、上記のような新しい視点の導入という意味的な効果の他に、心理的な効果があることもわかった。すなわち、上に述べたように参加者は興奮して議論を戦わせているのだが、そこにエージェントによる非常に客観的な情報が投入されると、その意味内容とは無関係に対話参加者の頭を冷やす効果がある。これによって、場合によっては感情的な方向に走ってしまいそうであった対話を鎮静化し、再び理性的な方向に引き戻すことが期待できる。

以上のように、本エージェントの参加によって期待通り新たな視点の導入による対話の新展開効果が期待でき、加えて感情的な議論になることを抑制し、対話を理性的なものに保つ効果もあることが確認できた。

7. 様々な個性を持つエージェントの実現

以上述べてきた *Conversationalist* は単一の知識分野に基づく単一の視点を持ち、話題の空白を埋める情報を提供することによる対話の活性化という単一の戦略を持っていた。しかし、さらに様々な知識分野やさまざまな戦略を持つエージェントを構築し対話に参加させることによって、より幅広く興味深い対話の展開が実現できると期待できる。

本研究で示したエージェントは、エキスパートシステムなどと異なり、非常に簡単な構造の知識（連想辞書およびテキストオブジェクトデータベース）を持つ。したがって様々な分野の知識を準備することが容易であり、しかもそれらを組み合わせて使うことも容易である。そこで、以下では様々な知識とその組み合わせによって実現される様々な個性を持つエージェントの例を列挙する。

第1の例は、門外漢、あるいは対話参加者達とは異分野の知識を持つエージェントである。ブレインストーミング的な対話を行うとき、同じ分野の知識を持つ者だけが集まっているとどうしても共通の固定観念が存在してその外側にある情報を獲得することが困難となる。このような時、ある別の分野の知識を持つ人物に門外漢として参加してもらうと効果的であることが経験的に知られている。このような門外漢の役割を果たすエージェントは、対話参加者の持つ知識分野とは別の知識分野の情報から連想辞書とテキストオブジェクトデータベースを構築することによって容易に実現可能である。我々はすでに、このような連想辞書とテキストオブジェクトデータベースを使用することによって、関連性と異質性とを併せ持つ情報が抽出可能であることを確認している[26]。

第2の例は、ある特定人物の代理人としてのエージェントである。例えば、ある個人の著作物、研究メモなどの情報をもとにエージェントの知識を構築することによってこのようなエージェントは実現できるだろう。このエージェントは個人の視点を反映したものとなるので、現在の対話の中でその人であったらどうという情報を提示するかをシミュレートすることができる。しかも、単にその人物が不在である場合にとどまらず、すでに逝去した過去の人物をシミュレートすることも考えられるであろう。さらに、自分自身のエージェントを構築し、これと対話することによって、自分がかつて考えていたことを思い出すことや、自分がすでに知識として持っている情報相互に新しい関連を見出すことにも役立つと期待できる。

第3の例は、複数の異種分野の知識を持つエージェントである。異種混合知識の持たせ方は二通りある。一つは異なる分野の連想辞書とテキストオブジェクトデータベースとを組み合わせる方法である。たとえば、ニュートンやシェークスピアなどの著作物から作った連想辞書と、現代の情報からなるテキストオブジェクトデータベースとを組み合わせれば、過去の人物の視点で現代の情報を見るとどうなるかを調べることができる。もう一つの方法は、複数の連想辞書を合成する方法である。すでに我々は複数分野の知識から構成された連想辞書の組み合わせを試みており、その結果例えば2つの分野の視点を組み合わせると、単に2つを足しあわせただけではなく、2つの知識を同時に持っていき得られるような新たな視点を得ることができることを確認している[27]。この合成は単純に連想辞書の積を求めることで実現できるため、複数分野の知識を持つエージェントを容易に構成できる。

同様の研究例として、Fujitaらはブレインストーミングに参加できない人物が事前にそのブレインストーミングのテーマに沿ったアイディアリストを作成してエージェントに知識としてもたせておき、エージェントはブレインストーミングでの他者の発言に関連したアイディアをリストから取り出して提示する手法を提案している[28]。この方法ではブレインストーミングのテーマ毎に欠席者自身がアイディアリストを準備しなければならないが、上に示した我々の手法では特定のテーマを事前に想定する必要がなく、また自分自身でない人物のエージェントも容易に構成可能な点が異なる。さらに、第3の例で示した手法によれば、複数の特定人物の知識を合成した新しい人物を構成可能である点も異なる。

このように、様々な分野の知識を様々な組み合わせ

ることによって、多種多様な個性を持つエージェントが容易に実現できる。このような多様なエージェントを対話に参加させることによって、より対話は広範で興味深い方向に展開していくであろう。

8. おわりに

以上、我々が現在構築中の対話支援環境AIDEの持つ特長の一つである対話活性化エージェントConversationalistについて説明した。AIDEは特に日常対話の活性化支援を目指している。従来の創造的思考支援システムおよび対話支援システムに関する考察から、日常対話支援にはシステム利用者に特殊な思考の制約を与えない支援手法が必要であることがわかった。そのような手法として、通常の一対話者としての立場で対話に参加し、「話題が膠着しています」などと言って対話を意図的に制御するのではなく、通常の発言を通して間接的に対話の活性化を図る対話活性化エージェントを提案した。このエージェントは対話中の各発話を統計処理して話題構造を空間情報として表現し、これに画像処理の手法を適用することによって主要話題および話題空白領域を検出する。一方発話間の結束性を用いることによって話題転換点を検出し、その結果として話題膠着が検出された場合に、話題空白領域に含まれる情報を抽出しこれを発言として提示することによって、新たな話題の種を提供する。実装したシステムを用いて試用実験を行った結果、エージェントの提供する情報が新たな話題を導入する可能性があること、さらに興奮してどうどう巡り状態になっている対話を鎮静化する効果も期待できることがわかった。さらに、複数の知識分野の情報から構築した視点を組み合わせる使用することによる、様々な個性を持つエージェントの構築可能性を示した。

このエージェントに対して、対話参加者は通常の発言以外の情報をなんら与える必要がなく、ごく普通に普通の対話に専念していればよい。したがって、このエージェントの存在は利用者に対してなんら特殊な制約を与えることがないため、あらゆる制約を嫌う日常対話の支援に適用することが可能である。

今後は本システムを様々な実際の対話に適用して実験を行いAIDE/Conversationalistの効果に関する評価を行う。さらに、様々な個性を持つエージェントを実装し、複数のエージェントが登場する対話支援環境を用いた実験も試みていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり御指導いただいた(株)エ

イ・ティ・アール知能映像通信研究所の酒井保良会長ならびに中津良平社長に深く感謝致します。また、実装にあたって多大なご協力をいただいた、(株) SCC の佐藤治様、(株) 東洋情報システムの高橋誠様、三井直貴様、データ作成に御協力いただいた大東美和様、ならびにデータの使用を御快諾下さった(株) 自由国民社様に、厚くお礼申し上げます。

◇参考文献◇

- [1] 西本一志, 角康之, 間瀬健二: "Augmented Informative Discussion Environment AIDE," 第2回知能情報メディアシンポジウム講演論文集, 1996. (発表予定)
- [2] 西本一志, 角康之, 間瀬健二: 新たな話題を提供し対話を活性化するエージェント, 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, SA-9-5, pp.328-329, 1996.
- [3] 堀浩一: 次世代思考支援システムのための創造性支援仮説の再構成, 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, SA-9-1, pp.320-321, 1996.
- [4] Imai, K., Nonaka, I., and Takeuchi, H.: "Managing the New Product Development Process," in 75th Anniversary Colloquium Productivity and Technology, Harvard Business School, Mar. 28-29, 1984.
- [5] 國藤進: 発想支援システムの研究開発動向とその課題, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp. 552-559, 1993.
- [6] Osborn, A.: "Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking," Scribner's, New York, 1963.
- [7] 川喜田二郎: 発想法 創造性開発のために, 中公新書, 1967.
- [8] 渡部勇: 発散的思考支援システム「Keyword Associator」第二版, 計測自動制御学会第15回システム工学部会研究会資料, pp.9-16, 1994.
- [9] 西本一志, 安部伸治, 宮里勉, 岸野文郎: 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 Vol.11, No.6, 1996. (掲載予定)
- [10] 小山雅庸, 河合和久, 大岩元: カード操作ツール KJ エディタの実現と評価, コンピュータソフトウェア, 日本ソフトウェア科学会, Vol.9, No.5, pp.38-53, 1992.
- [11] 三末和男, 杉山公造: 図的発想支援システム D-ABDUCTOR の開発について, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.9, pp.1739-1749, 1994.
- [12] 宗森純, 堀切一郎, 長澤庸二: 発想支援システム郡元の分散協調型 KJ 法実験への適用と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.1, pp.143-153, 1994.
- [13] 渡部勇, 三末和男, 新田清, 杉山公造: ハイブリッド発想支援システム「HIPS」, 計測自動制御学会第17回システム工学部会研究会「発想支援ツール」資料, pp.77-84, 1995.
- [14] Hori, K.: "A System for Aiding Creative Concept Formation," IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.24, No.6, pp.882-894, 1994.
- [15] 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, 信学論 A, Vol. J79-A, No.2, pp.251-260, 1996.
- [16] Conklin, J.: "gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion," proc. of CSCW'88, pp.140-152, 1988.
- [17] Streitz, N.A., Geibler, J., Haake, J.M., and Hol, J.: "DOLPHIN: Integrated Meeting Support across Local and Remote Desktop Environment and LiveBoards," proc. of CSCW'94, pp.345-358, 1994.
- [18] 竹内晃一, 永田守男, 高木晴夫: 会議の文脈追跡支援システム --CHAIRPERSON--, 情報処理学会第46回全国大会講演論文集, 7R-4, pp.6-287 - 6-288, 1993.
- [19] 沼田大, 松田昇, 岡本敏雄: 議論支援システムの対話過程における発話意図の推定, 1996年電子情報通信学会・システムソサイエティ大会講演論文集, D-116, pp.117, 1996.
- [20] Ishii, H. and Kobayashi, M.: "ClearBoard: A Seamless Medium for Shared Drawing and Conversation with Eye Contact," Proc. of CHI'92, ACM, pp.525-532, 1992.
- [21] 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システム CSS, 信学技報 TL95-6, pp. 11-22, 1995.
- [22] 西里静彦: 質量データの数量化 - 双対尺度法とその応用 -, 朝倉出版, 1982.
- [23] 平田富夫, 加藤敏洋: ユークリッド距離変換アルゴリズム, 情報研報 AL-41-4, pp.25-31, 1994.
- [24] 西本一志, 安部伸治, 間瀬健二: 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, 情報処理学会主催自然言語処理の応用に関するシンポジウム論文集, Vol.95, No.6, pp.41-48, 1995.
- [25] 中野馨: アソシアトロン - 連想記憶のモデルと知的情報処理 -, 昭晃堂, 1972.
- [26] Nishimoto, K., Abe, S., and Mase, K.: "Effectively-Heterogeneous Information Extraction To Stimulate Divergent Thinking," Proc. of 2nd Int'l. Symp. on Creativity and Cognition, Loughborough University, pp.156-163, 1996.
- [27] 西本一志, 安部伸治, 宮里勉, 岸野文郎: 連想記憶を用いた発散的思考支援システムにおける提供情報の分野制御の試み, 計測自動制御学会第15回システム工学部会研究会資料「発想支援技術」, pp.17-24, 1994.
- [28] Fujita, K. and Kunifuji, S.: "A Realization of a Reflection of Personal Information on Distributed Brainstorming Environment," 人工知能学会全国大会 (第10回) 論文集, pp. 629-632, 1996.