

## 協調学習支援システムのための学習者の自己関与モデルの研究

稲葉 晶子 岡本 敏雄

電気通信大学大学院 情報システム学研究所

〒182 東京都 調布市 調布が丘 1-5-1

tel: 0424-89-6070

{inaba,okamoto}@ai.is.uec.ac.jp

あらまし: 現在,CSCW/Lの研究が,活発に行なわれている.ユーザの協調作業/学習を支援するためには,コミュニケーションの手段を提供することは不可欠であり,システムが作業/学習状態を同定し,支援する機能が望まれる.本研究は,協調学習を支援するシステムの構築を目的とする.具体的には,協調学習場面で行なわれるコミュニケーションを分析し,議論という観点からグループの状態をとらえ,議論を支援することにより協調学習の促進を図る.ここでは,議論を複数の話題から構成されるものにとらえる.各話題の展開を表現し得る対話モデルを構築し,学習者の議論への関わり状態を表現するモデルを提案した.本稿では,対話モデル及び学習者の関与状態を表現するモデルについて詳述する.

キーワード: CSCL,グループウェア,協調作業/学習,知的議論支援,対話モデル

## Study of the model of self-involvement in group discussion for CSCL

Akiko INABA Toshio OKAMOTO

*Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications*

1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182 JAPAN

tel: +81-424-89-6070

{inaba,okamoto}@ai.is.uec.ac.jp

**Abstract:** The purpose of this study is to construct an intelligent support system for collaborative learning over the computer network. To fulfill this study, we developed the intelligent discussion supporting system that identifies a state of the discussion and gives some appropriate advice for the state. We regard a discussion as the sequential structure of some topics. So, we have only to explore the structure of the transition on dialogue states in a topic. This paper describes the details of the transition model on dialogue state and proposes the model of self-involvement in group discussion for CSCL.

**Keywords:** CSCL, Groupware, Collaborative Work/Learning, Intelligent Supporting for Discussion, Dialogue Model

## 1 はじめに

近年、地理的に分散した状況下におけるユーザの協調作業を支援する CSCW(Computer Supported Cooperative Work)/グループウェアの研究が活発に行なわれている [7]. 一般に協調作業では、会話や議論といったコミュニケーションを通して、作業が進められる. したがってグループウェアにおいては、コミュニケーションの手段を提供することは必要不可欠であり、コンピュータによる円滑な支援が望まれる [9].

現在のグループウェア研究は、2つのアプローチに大別される. 一つは計算機によるコミュニケーションの支援として、マルチメディア情報を共有し、人間にとって強力なコミュニケーションの手段を提供しようとする試みである [6, 8]. もう一つは、グループワークを構造化・モデル化し、知識処理技術によって、その円滑化を支援しようという研究である. 会話や議論をモデル化したグループウェアの代表的なものとして、The Coordinator[10] や gIBIS [1] があげられる. 前者は、Speech-Act 理論を会話の理論 (Conversation Theory) へと発展させた Winograd 等のモデルに基づく電子メールベースのグループウェアである. 仕事の流れをモデル化したこのシステムは、対話展開の構造化が制約として働き、ユーザ間のコミュニケーションを強く限定してしまい、柔軟性に欠ける. 一方後者は、討論のダイナミズムをとらえた IBIS(Issued Based Information System) モデルに基づく、ソフトウェア設計の上流工程における討論を支援するグループウェアである. 議論展開をネットワーク的に表現するインタフェイスを提供しているが、その状態を認識することはユーザにまかされており、システムは議論の状態を視覚化するに留まる.

協調作業/学習を支援するシステムには、システムが作業の状態を認識し、その状態に応じた適切な支援を行なう事が望まれる. 本研究は、学習者に客観的に自己の思考過程をとらえる力を獲得させるために、議論状態を同定しそのプロセスを支援するシステムを構築することを目的とする. ここでは、協調学習を複数の学習者が単独では達成困難な目標を共有し、情報交換や交渉を繰り返して学習者間の合意である解へと到達する過程であるにとらえる. システムは、議論を望ましい方向へと円滑に進行させ、全ての学習者が議論へ積極的に参加することを支援す

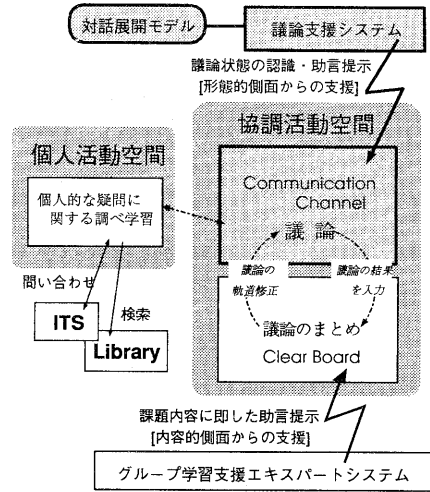


図 1: 学習環境

る. 具体的には、議論中の各状態に応じて適切な学習者に助言を提示するために以下の4つの議論状態を同定し、各学習者の議論における役割を同定する対話モデルを構築した [3, 5].

- 議論が発散している
- 議論が行き詰まっている
- 解消されない疑問が存在する
- 議論参加に消極的な学習者が存在する

また、適切な議論支援を行なうためには議論の進行状態のみならず、各学習者間の協調/競合の状態及び議論への参加の度合等もモデリングする必要がある. 本稿においては、議論への各学習者の関与状態を表現するモデルを提案する.

以下、2章において学習者に与える分散協調型学習環境の概略を述べ、3章では議論支援システムの概要について述べる. 4章で対話モデルについて述べ、5章において学習者の自己関与モデルを提案する.

## 2 分散協調作業/学習支援システム

本システムは、TCP/IP により接続されている複数の UNIX ワークステーション上で動作する.

図1に示すように各学習者に対し2つの活動空間を与える. すなわち個人活動空間及び協調活動空間

である。前者は個人ごとに独立した空間であり、他者から参照されずに任意の活動を行うことができる。個々の作業を行うためのツールに加えて、学習領域に即した電子辞書や ITS も利用可能であり、個人的な疑問に関する学習等も行える。一方後者の空間では、全ての学習者が同一の画面を共有する。この空間は、図及び文章によって学習者同士が議論を行う Communication Channel(以下、CC)と、議論の結果まとめられた意見を整理するための Clear Board(以下、CB)から構成される。CBでは、種々のアプリケーションが共有可能であり、グループ討議の結果導き出された答えを、当該学習領域の ITS に問い合わせ、問題解決に関する助言を受けること等ができる。

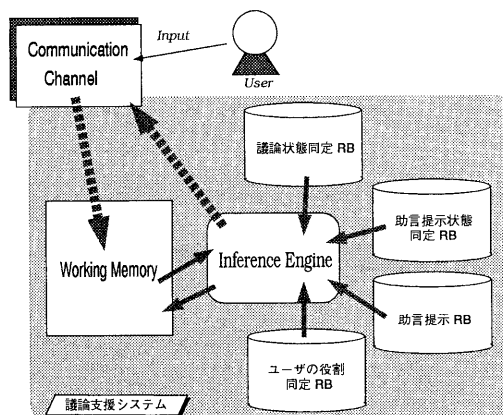


図 2: 議論支援システムの概念図

## 2.1 Communication Channel

協調活動空間の CC は、テキストによる議論を行なう Conversation Window(以下、CW)と自由に図形、文字などを書き込める Visual Window から構成される。CW では、学習者は発言内容を入力した後提起、質問などの発言種類をメニューから選択することによって、個々の発言意図を送信する。

## 3 議論支援システム

本研究では、学習者の発言に含まれる多様な情報を 2つのカテゴリに分類した。一つは対象領域における問題解決に関連した解法知識に関する情報であり、もう一つは Speech-Act 理論に基づく、問題解決とは独立な“提案”、“賛成”等の発言の種類に関する情報である [10]。ここでは、前者を発言の“内容的側面”、後者を“形態的側面”と呼ぶ。本研究は、形態的側面からの支援を実現する。

本章では、議論支援システムの概略を述べる。本システムは、学習者の発言から発言者及び発言意図の情報のみを抽出し、それに基づいて議論状態を同定するものである。

協調的問題解決過程における学習者間の対話を分析することにより、対話モデルを抽出し、それに基づく議論支援システムを構築した [4]。議論支援システムの概念図を図 2 に示す。本システムはプロダクションシステムとして実装されており、対話展開モデルはルールベースにプロダクションルール集合として用意される。

学習者間の議論は、協調活動空間の CC を通して行われる。各学習者は、発言内容を入力した後、CW上のメニューから提起、質問等を選択する事により、その発言意図を送信する。システムは、学習者からの入力を受信すると、発言者及び発言意図の種類をワーキングメモリに書き込む。議論状態同定ルールによって、対話展開モデルがトレースされ、システムは各時点での議論の状態を同定する。助言提示状態同定ルールには、発散、行き詰まり等のシステムが介入すべき状態を同定するためのルールが記述される。助言提示状態同定ルールにより、ある状態が介入が必要であると判断された場合、システムは助言提示ルールに従ってユーザに助言を提示する。助言提示ルールによって、システムが意見を求める学習者を特定する要求が出されると、学習者の役割同定ルールによって現在の議論の主導権を握る学習者やまとめ役の学習者等が同定される。

## 4 対話モデル

学習者の役割を同定し得る対話モデル構築のために、発言意図分類カテゴリを表 1 のように設定した。協調的問題解決における学習者間の対話過程を、表 1 のカテゴリに従って分類し、対話の状態遷移モデルを構築した。

本研究では、議論をいくつかの話題の連続である

表 1: 発言意図カテゴリ 及び 定義

発言意図		定義
議論の 進め方 に関する	提起	議論の進め方の提案等, 新しい 話題の提示
	確認	yes/no で答えられる質問
問題解決 内容 に関する	提起	次に解く部分解の提案等, 新しい 話題の提示
	確認	yes/no で答えられる質問
説明		現在の話題に関する付加 情報や詳細情報の提示
同意		賛成の立場表明
非同意		反対の立場表明
質問		他者に対する質問
補足		直前の発言に対する付加情報
回答		質問に対する答え
その他		上記のいずれにも 分類不可能な発言

ととらえ, 各話題を表現するモデルを構築した. 話題は, 議論の進め方に関する提起, 問題解決内容に関する提起, 確認, 質問によって生じると定義する. この話題開始のトリガに従って, 4つのモードの状態遷移モデルを構築した. 各モードのモデルを図3から図6に示す. 議論は, その進め方についての話し合い (i.e., Guide mode) と問題解決内容に関する話し合い (i.e., Development mode) とに大別される. さらにそれらの中で, 質問, 確認が任意の状態において生じる.

[Guide mode]

Guide mode の状態遷移は, 議論の進め方に関する提起が入力された時に生じる. この状態遷移が存在する状態で, 新たに議論の進め方に関する提起もしくは問題解決内容に関する提起が入力された場合, システムは現在の状態 ( $G_1 \sim G_6$ ) をチェックする. 状態が  $G_1$  or  $G_2$  であれば, システムはその提起は採用されたと同定し, 状態を  $G_3$  に遷移させてこのモードを終了する. それ以外の状態であれば, 提起が採用されなかったと同定し, 状態を  $G_6$  に遷移させて終了する.

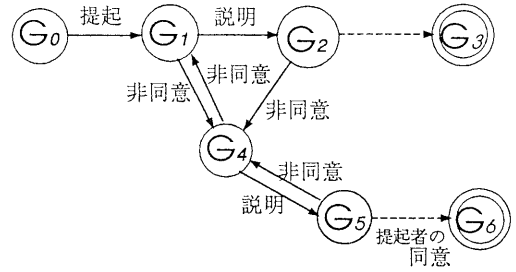


図 3: 議論の進め方に関する提起で開始される状態遷移: Guide mode

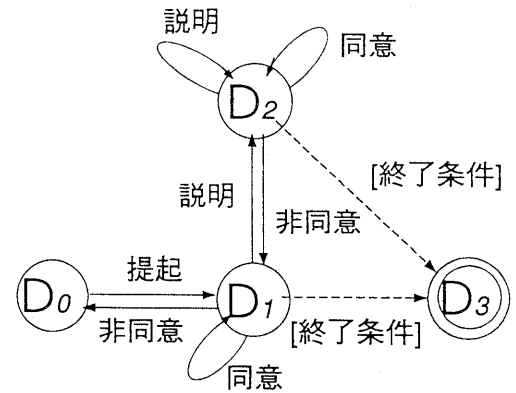


図 4: 問題解決内容に関する提起で開始される状態遷移: Development mode

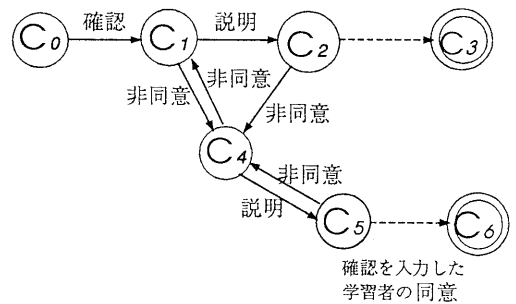


図 5: 確認で開始される状態遷移: Confirmation mode

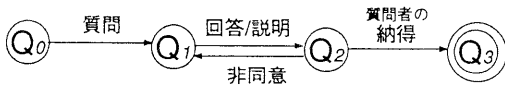


図 6: 質問で開始される状態遷移: Query mode

[Development mode]

Development mode の状態遷移は、問題解決内容に関する提起の入力によって生じる。この mode が存在する状態で、新たに議論の進め方に関する提起もしくは問題解決内容に関する提起が入力された場合、システムは各学習者のこのモード内での最後の発言をチェックする。発言していない学習者や非同意を入力した学習者が存在した場合には、現在の話題は議論される余地が残されているものと同定し、WAIT のラベルをつけてその状態を保持する。それ以外の場合には、全員が理解したものとして状態を  $D_3$  に遷移させ、状態遷移を終了する。

[Confirmation mode]

Confirmation mode は、確認の入力によって生じられるモードである。確認とは、他者への問い合わせのうち yes / no で答えられるような簡単なものを指し、明確な返答を要求しない場合もある (i.e., 暗黙の了解)。このモードは、他のモード内の任意のノードから生じる。確認が入力されるとシステムは、現在のモードと状態をワーキングメモリに保持し、Confirmation mode 内の状態遷移へと移る。Confirmation mode の状態遷移が終了すると、ワーキングメモリに保持していた状態に戻り、遷移を続ける。

[Query mode]

Query mode の状態遷移は、質問の入力により生じる。Confirmation mode 同様、他のモードの任意の状態から生じられることができる。質問とは、上で述べた確認以外の他者への問い合わせである。質問が入力されるとシステムは、現在のモードと状態をワーキングメモリに保持し、このモードの状態遷移を生起させる。Query mode の状態遷移が終了した時、ワーキングメモリに保持していた状態に戻り、遷移を続ける。Query mode の終了条件は、質問者の納得である。質問が入力されると、システムは質問者のウィンドウのみに納得を送信するためのボタンを表示する。他者からの回答の入力により疑問が解消された

ならば、質問者は納得の意を送信する。それにより、Query mode は終了状態へ至る。

本システムでは上述した 4 種のモデルを用いて議論状態を同定する。

## 5 学習者の議論への関与状態

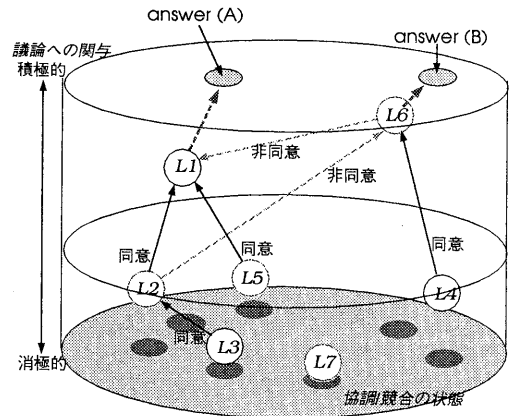


図 7: 学習者の議論への関与状態

これまで ITS (Intelligent Tutoring System) 研究において、学習者の回答から彼らの理解状態を推論し、同定する学習者モデリングの研究が活発に行なわれてきた。協調学習を支援するシステムを構築するためには、学習者内部の知識状態の同定のみならず、集団の中での学習者間の関係や、議論の中での主導権の所在等、学習の社会的側面に関わる部分について考慮すべき要因が多く存在する。

学習者の協調の状態は、例えば図 7 のように表現することができる。これは、7 名の学習者が議論参加している状態を示している。図中の L1 ~ L7 は、各々学習者を表す。円筒形の高さ方向は、各学習者の議論への関与の強さを表現するものであり、議論開始時には全ての学習者は底面に位置する。すなわち、学習者が積極的に議論に参加するとその学習者ノードは、高い場所に位置する。図 7 では、学習者 L6 が最も積極的に議論に参加しており、次いで学習者 L1, L4 の順になり、学習者 L7 に関しては、議論に参加していない (自己の意見を表現していない) ことが読みとれる。これは、前章で述べた対話モデルのいずれかの

モードを学習者が生起させた回数を反映させることにより表現可能になる。また、円筒形の横断面(水平方向)は、学習者間の協調(あるいは競合)の状態を表現する。ある学習者の発言に対して、他の学習者が同意を表現した場合には、両学習者ノード間に同意のラベルのついたリンクをはりその距離を縮める(e.g.,L6 - L4)。逆に非同意が示された場合には、学習者ノード間に非同意のラベルのついたリンクをはりその距離を広げる(e.g.,L6 - L2)。このようなモデルを用いて議論状態を表現することにより、システムは協調問題解決中の各時点において、学習者間の意見の対立や調和を同定することができる。また各学習者に関して、自己の意見を表現し積極的に議論に参加しているか否か、他者の意見と自己の意見との関係を認識し、それを明らかにしているか否か、どの学習者の意見が他者からの同意を得ているか等の同定が可能になると考える。図7からは、学習者L1らの提案する解(answer(A))と学習者L6らの提案する解(answer(B))とが conflict していることが読みとれる。

## 6 おわりに

本研究は、分散配置されたコンピュータ上での協調作業/学習を支援するシステムの構築を目的とする。本稿では、学習者の発言の意図情報に基づいて議論状態を同定し得る対話モデル及び、それを用いた議論支援システムについて述べた。また、同じく意図情報を用いて学習者の議論への積極的参加の度合や各学習者間の意見の協調/競合の状態等を表現するモデルを提案した。これらのモデルを融合させて利用することにより、議論中の助言が必要とされる状態をシステムが同定し、状態に応じた助言を提示したり適切な学習者に意見を求めることが可能になると考える。

従来の学習者の知識状態モデリングに加えて、今後は本稿で提案したような学習の社会的側面に着目した学習者のモデリングが必要になるであろう。また、学習者には問題解決のための知識のみならず、他者と合意形成するための協調知識の獲得も望まれる。それらの抽出及び定式化も、今後の重要な研究課題となる。

## 参考文献

- [1] Conklin, J. and Begeman, M.L.: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion, ACM Transaction on Office Information Systems, Vol.6, No.4, pp.303-331, 1988
- [2] 榎場泰孝, 稲葉晶子, 岡本敏雄: 分散協調環境でのコーディネータのモデル. 信学技報, Vol.ET95-12, pp.87-94, 1995
- [3] 稲葉晶子, 岡本敏雄: 分散討議型学習支援システムにおけるグループ対話モデルの研究. 信学技報, Vol.ET94-99, pp.47-52, 1994
- [4] 稲葉晶子, 岡本敏雄: 知的グループ学習支援のための対話モデルの研究. 信学技報, Vol.AI95-22, pp.1-8, 1995
- [5] 稲葉晶子, 岡本敏雄: ユーザの役割を考慮した知的議論支援システムの構築. 情処研報, 95-GW-14, pp.1-8, 1995
- [6] Marshall, C.C., Halasz, F.G., Rogers, R.A. and Janssen, W.C.Jr.: Aquanet: A Hypertext Tool to Hold Your Knowledge in Place, In Hypertext'91 Proceedings, pp.261-275, 1991
- [7] 村永哲朗, 守安隆: グループワークのための情報共有技術. 情報処理, Vol.34, No.8, pp.1006-1016, 1993
- [8] Nanard, J. and Nanard, M.: Using Structured Types to Incorporate Knowledge in Hypertext, In Hypertext'91 Proceedings, pp.329-343, 1991
- [9] 岡田謙一, 市村哲, 松浦宣彦: グループウェアにおけるコミュニケーション支援. 情報処理, Vol.34, No.8, pp.1028-1036, 1993
- [10] Winograd, T. and Flores, F.: Understanding Computers and Cognition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1986