

議論への参加者の自己関与状態のモデル化に関する研究

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科

〒182 東京都 調布市 調布が丘 1-5-1

tel: 0424-40-7956

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

あらまし: 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. 学習者間の言語的コミュニケーションである議論は, 協調学習において中心的な役割を果たす. そこで, 議論状態を同定し, 議論活性化のための支援を行うシステムを構築する. 本稿においては学習者間の合意形成過程に着目し, そこで交わされる発言意図情報を用いた negotiation process モデルについて述べる. また, 個々の学習者の議論への自己関与状態を同定するためのモデルについても述べる.

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, negotiation process

Study for Modeling a Degree of a Participant's Self-involvement in Discussion Process

Akiko INABA Toshio OKAMOTO

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

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

fax: +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. In the case of collaborative learning, verbal communication plays an important part. Thus, we construct an intelligent discussion supporting system which identifies a state of discussion process and gives advice to make the discussion more active. We focus on the process to reach an agreement and describe the negotiation process model with participants' intention-information including their utterance in this paper. Moreover we describe the model of a participant's self-involvement in discussion process.

Keywords: CSCL, Groupware, Collaborative Work/Learning, Intelligent Supporting for Discussion, Negotiation Process

1 はじめに

近年、分散環境下での協調学習を支援する CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) の研究・開発が活発に行なわれている [6]. これは複数の参加者が協調的に問題解決を行ったり、議論を通じて学習課題を解決していく過程を支援するグループ型の学習支援システムである.

現在行われている CSCL 研究は、2つのアプローチに大別できる. すなわち、学習課題に関する参加者の知識獲得を主眼とする研究と、参加者間の相互作用を重視しそのコーディネーションを試みるものである. 前者については、従来の ITS 技術を用いて協調学習中の参加者の知識状態をモデリングし、peer tutoring による学習効果を期待した試みが行われている [2, 9, 11, 12]. 一方後者に関しては、他者と相互作用する契機を与えるシステムの開発や [10], 参加者間の言語的相互作用 (*i.e.*, 議論) 状態を同定することを旨とする研究が見られる [1, 5]. 本研究は後者の立場を取り、効果的な協調学習を促進するために参加者間の相互作用状態の同定及びコーディネーションを目的とする.

これまで、対話の意味内容をシステムに理解させようとする研究は自然言語処理研究の分野で数多く行われてきた. しかしながら自然言語で行われる参加者間の議論内容を、リアルタイムにシステムが理解することは困難である. システムが議論内容をモニタするためには、学習者の発言に多くの制約を与えることが不可避となる. しかしながら、制約の厳しい環境下では学習者間の活発な相互作用は期待できない. このように、議論状態のモニタと自由な相互作用とはトレードオフの関係にあると言える. 本研究では、発言の“意味内容”ではなく、発言者の“発言意図”情報に着目し、これに基づいて“発言”を分類し、“発言意図”間の関係を利用したモデルを構築する. これにより学習者の発言に多くの制約を与えずに、議論状態をモニタすることが可能になると考える.

協調学習においては、参加者間で競合する主張をコーディネートし、ある合意へ至るための negotiation process が種々観察される. Dillenbourg & Self (1994) は、この negotiation process が peer 同士の協調学習を効果的にしていると指摘した. すなわち、参加者は自己が選択した問題解決戦略やそこで得ら

れる解のみならず、戦略決定に至った過程及び根拠等も他者に対して言語化することが求められる. これは個人内での意思決定プロセスの外在化であり、参加者の内省促進が期待される [4]. したがって、相互作用を効果的にコーディネートするためには、議論の進行状態のみならず negotiation process をシステムが同定し、適切な支援を行うことが望まれる.

2 研究目的

本研究は、分散環境における協調学習を参加者間の議論に着目して支援するシステムの構築を目的とする. 協調活動においては、参加者が自己の意見を述べ他者と議論することが活動の中心であると言える. しかしながら、他者との相互作用を円滑に行うことは容易ではない. 本来の問題解決とは別に、参加者間の意図・意見のすれ違いの修復のために費される時間は少なくない. その際、既に合意された意見や現在 negotiation の対象となっている意見等を明確にすることは、ネットワーク上で協調活動中の参加者の認知的負荷を軽減し、参加者間の相互作用を促進するために、有益であると言えよう [3]. また negotiation process で失敗したためにある参加者が孤立してしまうような事態を防ぐためにも、コンピュータ・コーディネータの開発は有益であると考ええる.

具体的には本研究の目的は、以下の通りである.

1. 議論中の各時点での論点を明確に示す
2. 議論中の対話焦点不一致を検出し、焦点の修正を求める助言を提示する
3. 協調学習への参加に意欲的でない参加者を同定し、発言の場を与えるなどして参加をうながす

これらを可能にするために、以下の機能を有したモデルを構築する.

- 議論中の話題変化の同定
- 各発言に対する対話焦点の同定
- 各参加者の議論への自己関与度の同定

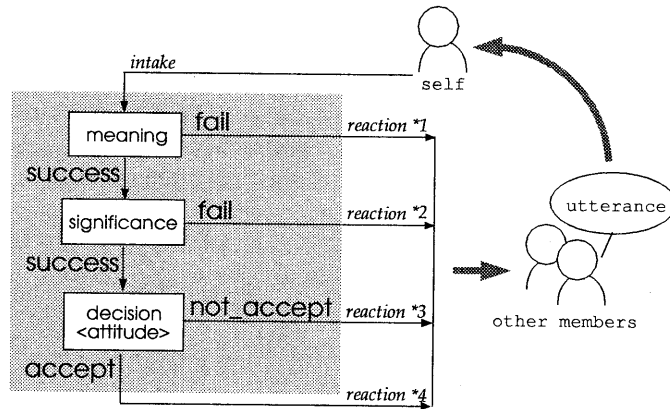


図 1: 相互作用における反応生成モデル

3 協調学習と negotiation process

ここでは、協調学習を“複数の参加者が、一人では解決困難な問題に対して意見交換を繰り返し意見を洗練しながら協力して問題解決を行う過程”であるととらえる。そこで交わされる対話は目的指向対話であり、問題解決戦略の決定やプランニング等に関して種々の合意形成が行われ、その合意に基づいて課題が解決される協調的 (collaborative) な活動形態が想定される。対象とされる問題を解決することのみならず、参加者各個人が積極的に議論に参加し、他者の発言内容を理解した上で自己の考えをまとめ、表出するような活動が求められる。本研究では、このような“他者の立場・意見を認識し、それに対する自己の態度の表出が求められる”という協調学習における対話の特性を利用し、参加者から提示された意見に対して他者が示す態度 (受容もしくは拒否) に着目して、彼らの合意形成過程である negotiation process を定式化した。概念識別課題、幾何論証課題、パズル問題、設計問題等の性質の異なる課題を各々いくつかのグループに与え、それらを解決する過程の対話を“発言意図”に関して分析した。その結果、ある同一の発言に対して検討されるレベルが複数存在することが見出され、参加者間でのレベル認識の相違に起因する対話の論点のズレが観察された。例えば、ある参加者の提案に対して、他の参加者がその意味内容の詳しい説明を求めているにも関わらず、提案者はその提案をする目的の説明を繰り返しているような場合である。また、いずれのレベルで発言を

行っているかによって、発言の種類が異なることが見出された。これらに基づき、他者の意見に対して参加者が反応生成する過程を3段階に分類し、それを利用して negotiation process を記述する。

3.1 相互作用における反応生成モデル

Satir (1991) は複雑な交流 (相互作用) における人々の内観プロセスを表現するモデルを提唱した [7]。それによれば人間の内観プロセスは取り込み、意味づけ、意義づけ、反応の4つの要素で表現される。すなわち外界から入力された情報に対し、まず意味づけを行い情報の内容を解釈する。その後解釈された意味に対して自己 (情報処理主体) にとっての優先度、価値等を判断する (i.e., 意義づけ)、そして意義に基づいて反応を生成する [8]。

しかしながら、複数のメンバが協調的に問題解決をする場合、参加者は必ずしも他者の発言の自分にとっての意義のみにしたがって行動するとは言えない。意義づけプロセスの後に、他者の態度を考慮に入れて自己の振舞 (反応・態度) を決定する態度決定プロセスが存在すると思われる。図1に外界から情報を取り込んで、自己の反応を生成するまでの処理の流れを示す。学習者の反応を、意味づけ、意義づけ、態度決定のいずれのプロセスから生じたものであるかによって4種に分類した (i.e., 図中、反応*1 ~ 反応*4)。

3.2 negotiation process のための定義

図 1 に示した反応生成の各プロセスを成功したか否かについての記述を用いて negotiation process を以下のように表現する。

- 意味づけ $meaning(Agent, Utterance, State)$ (1)
 意義づけ $significance(Agent, Utterance, State)$ (2)
 態度決定 $attitude(Agent, Utterance, Attitude)$ (3)

ある参加者 (Agent) が発言 (Utterance) に対する意味づけプロセスを成功したか否かを (1) のように示す。Utterance とは参加者から発せられた個々の発言であり、Agent とはその発言を処理して自己の反応を生成する処理主体である。第 3 引数の State は、success, fail, unknown の 3 つの状態をとる。順に“内容解釈成功”、“内容解釈失敗”、“不明”を意味する。同様に、ある参加者 (Agent) が発言 (Utterance) に対する意義づけプロセスを成功したか否かを (2) のように示す。意味づけ、意義づけを成功すると、最後に態度を決定するプロセスが存在する。それを (3) のように示す。ここでの第 3 引数 Attitude は、accept, not_accept, unknown の 3 種をとり、順に Agent が Utterance を“受容”、“拒否”、“不明”を示す。

negotiation の初期状態及び終了状態を以下のように表現する。

- initial_state $negoject(Agent, Utterance)$
 final_state $agree(Utterance)$

初期状態は、参加者 Agent がある主張 Utterance を negotiation の対象物 “negoject” (以下、合意形成の対象となる発話を “negoject” と呼ぶ) として提示したことを示す。終了状態は、主張 Utterance が参加者に受け入れられ、合意事項として成立したことを示す。初期状態 $negoject(Agent, Utterance)$ は、提案者以外の参加者の同意を得ることによって、 $agree(Utterance)$ へと書換えられる。すなわち、以下の通りである。

- $agree(Utterance) :-$
 $negoject(Speaker, Utterance),$
 $attitude(Hearers, Utterance, accept).$

ここで、Speaker は提案 Utterance の提案者であり、Hearers はそれ以外の参加者をさす。

3.3 発言意図と negotiation process における効果

表 1 に、各プロセスから生じる反応ごとに、発言意図、記述形式、negotiation process における効果を示す。記述方式は基本的に以下の通りである。

発言種類 (発言者, 発言内容, 対象)

ここで第 2 引数の“発言内容 Utterance” は発言種類によって任意の引数である (i.e., 同意, 非同意は第 2 引数を持たない)。議論中の参加者の発言を表 1 にしたがって変換することで negotiation process を記述する。

例えば、ある発話に対する意味づけに失敗した参加者は、必要な情報を他者に要求したり、他者の発言を自分の言葉で言い換えてその確認を求めることによって内容解釈を試みる。confirm の第 1 引数は、確認を要求した参加者である。第 2 引数は、確認の内容を示し、第 3 引数は確認の対象である先行発話を示す。すなわち、 $confirm(a_1, u_2, u_1)$ は“参加者 a_1 が、先行発話 u_1 と a_1 が提示した u_2 が等しいか否かを質問する”ことを意味する。さらにこれは、negotiation process から見ると、意味づけ処理で a_1 が失敗していることを示す。

意見は、その先行発話との関連によって種々の効果 (態度表出) を生む。それらを記述するために、関連 R を定義する。まず意見が連続する場合を考える。

- [1] $offer(a_1, u_1, -)$
 [2] $offer(a_2, u_2, u_1) \quad R(u_1, u_2)$

この場合、第 1 の意見 u_1 と第 2 の意見 u_2 の関係 R を以下の 4 種に分類する。

関連	意味	効果
排他	$u_1 \cap u_2 = \phi$	$attitude(a_2, u_1, not_accept)$
拡張	$u_1 \subset u_2$	$attitude(a_2, u_1, not_accept)$
限定	$u_1 \supset u_2$	$attitude(a_2, u_1, accept)$
独立		$attitude(a_2, u_1, accept)$

先行発話 u_1 と後続発話 u_2 の関係 $R(u_1, u_2)$ が排他の場合、後続発話 u_2 は意見としての通常の効果 $negoject(a_2, u_2)$ に加えて、先行発話 u_1 に対して拒否 $attitude(a_2, u_1, not_accept)$ を示す。先行発話の適用範囲や指摘する範囲をより拡張させた場合には、先行発話 u_1 における限定 (条件づけ) の仕方が受容されなかった、すなわち先行発話の拒否を示

表 1: 発言意図種類

reaction	category	description	effect
reaction *1	confirm	$confirm(Agent, Utterance, Target)$	$meaning(Agent, Target, fail)$
	ask	$ask(Agent, Utterance, Target)$	$meaning(Agent, Target, fail)$
reaction *2	question	$question(Agent, Utterance, Target)$	$significance(Agent, Target, fail)$
reaction *3	opinion	$offer(Agent, Utterance, Target)$	$negoject(Agent, Utterance)$
	not accept	$\neg accept(Agent, Target)$	$attitude(Agent, Target, not_accept)$
reaction *4	opinion	$offer(Agent, Utterance, Target)$	$attitude(Agent, Target, not_accept)$
			$negoject(Agent, Utterance)$
			$attitude(Agent, Target, accept)$
	request	$request(Agent, Utterance, Target)$	$attitude(Agent, Target, accept)$
	accept	$accept(Agent, Target)$	$attitude(Agent, Target, accept)$

表 2: 態度決定における個人の効用関数

relation	attitude	utility	
a. consistent	accept	$Utility_i(accept(u_k))$	$= w_{ij} + m \cdot c_i$
	not accept	$Utility_i(not_accept(u_k))$	$= -w_{ij} - m \cdot c_i$
b. no-relation	accept	$Utility_i(accept(u_k))$	$= 0 + m \cdot c_i$
	not accept	$Utility_i(not_accept(u_k))$	$= 0 - m \cdot c_i$
c. conflict	accept	$Utility_i(accept(u_k))$	$= -w_{ij} + m \cdot c_i$
	not accept	$Utility_i(not_accept(u_k))$	$= w_{ij} - m \cdot c_i$

す。逆に条件を示すなど、後続発話が先行発話の範囲を限定している場合には、先行発話の内容を受容し、さらに発展させている。また先行発話と後続発話が独立 (*i.e.*, 同時に成立可能) であれば、先行発話を受容し、さらに話し合いを進行させるための新しい話題が提示されたと解釈できる。また、先行発話 u_1 に関して u_2 においてさらに説明を付加する場合も、 u_1, u_2 は同時に成立可能であるので、独立ととらえる。すなわち、上述の排他及び拡張が反応*3における意見であり、限定及び独立が反応*4における意見である。

$R(u_1, u_2)$ の特別な場合、すなわち先行発話が confirm (確認), ask (項目の問い合わせ), question (根拠, 説明の質問), request (対立意見に対する反例, 反対理由等の要求) の場合を定義する。ここで以下のような場合を考える。

- [1] $offer(a_1, u_1, -)$
- [2] $confirm(a_2, u_2, u_1)$
- [3] $offer(a_1, u_3, u_2)$ $R(u_2, u_3)$

ここで $R(u_2, u_3)$ を以下のように分類し、各々の効果を示す。

関連	意味	効果
回答	$u_2 = u_3$	$attitude(a_1, u_2, accept)$ $meaning(a_2, u_1, unknown)$
拒否	$u_2 \neq u_3$	$attitude(a_1, u_2, not_accept)$ $meaning(a_2, u_1, fail)$

疑問形先行発話 u_2 に対する意見 u_3 が u_2 において要求されたものと等しいならば、疑問を a_1 が受容し、質問者 a_2 は質問を提示した時点のプロセスを再判断する (*i.e.*, $fail \rightarrow unknown$ になる)。逆に、後続発話が疑問形先行発話の要求するものと等しくないならば、先行発話は拒否されたことになり ($attitude(a_1, u_2, not_accept)$), 質問者は同じプロセスを $fail$ したままである。これらの後続発話の効果は、疑問形先行発話 (confirm, ask, question, request) に共通のものである。

これらの記述によって、提示された $negoject$ が合意されたか否かを明確にすることができる。さらに、合意されない場合にはどのような理由で他者の合意が得られないかを分類し、対話焦点の不一致を検出することができる。

4 態度決定機構

協調学習中の参加者の振舞いの観察及び学習終了後の内省報告の結果から、ある意見に対する参加者の態度決定には、自己の信念以外の制約が働いていることがうかがえた。すなわち、同意の中に自己の主張と一致する意見に対する“賛成”と自己の主張とは一致しないが“不本意ながら同意”するものが存在することが観察された。これらは個人の議論への関与とも重要な関りを持つ。前者の場合には、自身の意見も他者に同意されやすく自分にとって重要度の高い議論を展開でき、議論終了後の満足感も高い。しかしながら後者が連続する場合の議論は、自己の思うように議論が進まず非常に苦痛であることが学習終了後に参加者から報告された。参加者は、“不本意ながら同意”する要因を“他のメンバーからのプレッシャーによる”、“同意しないと孤立するような気がした”、“譲れるところは譲っておく”等と報告した。また、ある話題が“譲れる”か否かは、自分にとっての重要度に依存すると報告された。

以上のことから、協調的問題解決においてある意見に対する態度を決定する際、以下の2種の要因が関与するととらえ、態度決定機構を整理した。

1. 個人の利得に関する要因
2. 集団の利得に関する要因

【個人の利得に関する要因】 自己の意見に対する合意を形成したい(自己の主張を通したい)という欲求に基づく要因。個人の提案する意見は、個人内のある信念に基づいて主張される。個人内の各信念には重要度が存在する。すなわち、意見の基づく信念の重要度が高いほど、その意見が合意された際の提案者の効用は大きくなる。ここで言う“効用”とは、議論に参加する個人の充足感、達成感等を指す。ある参加者 a_i の信念集合を B_i とし、 $B_i = \{b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{ij}, \dots, b_{in}\}$ とする。信念 b_{ij} に対する重要度を w_{ij} とする。

【集団の利得に関する要因】 集団の目的は、集団としてのある合意を形成することである。したがって、合意形成のためにプラスとなる行為(同意など)は効用を向上させ、マイナスとなる行為(非同意など)は効用を低下させる。ある参加者 a_i にとっての集団の利得の重要度を c_i とする。

また、対象となる発話が支持を得た人数によって集団の利得の重要度も変化する。すなわち、態度決定の際の集団利得の重要度は $c_i \times m$ である(ただし、 m は既に現在の提案に同意した人数。提案時は $m = 0$)。

ここで、 a_i にとっての効用 $Utility_i$ を考える。他者から提示された意見 u_k に対する態度決定の際、他者の発言と自己のある信念 b_{ij} との間には以下の3種が存在する。すなわち

- a 自己の信念に合致した意見
- b 自己の信念とは無関連な意見
- c 自己の信念とは矛盾する意見

各々の場合に取り得る態度として (i) 同意 (ii) 非同意の2種が存在する。各々の場合の効用を表2のように定義する。

ただし w_{ij} は、意見 u_k を支持もしくは排斥する a_i の信念 b_{ij} の重要度とする。各参加者は個人の効用を最大するように態度を決定すると思われる。

発言 u_k を支持する信念 b_{ij} が a_i 内に存在する場合には、 w_{ij} の大きさに関らず a_i の態度は一意に決まる。また、 u_k が b_{ij} と無関連な場合には a_i の態度は他者の反応依存となるであろう。ここで、 u_k を排斥する b_{ij} が存在する場合の反応生成を考える。個人の利得のみを考えれば、 a_i は自己の信念 b_{ij} に基づく発言 u_j を提示し他者の意見 u_k に反論するであろう。しかしながら、非同意を示すことは集団の利得の効用を減じる。したがって、 a_i は自己の効用の減少をできるだけ少なくするために、以下の行動を行う。

【 w_{ij} を小さくする】 a_i は u_k の代替案を提示するなどして、発言を受容した場合に受ける損失 w_{ij} を小さくすることを試みる。

【 $m \cdot c_i$ を小さくする】 (i.e., m を減じる) u_k に反対する自己の意見を述べ、その理由を述べるなどして他者の説得にあたり、損失 $m \cdot c_i$ を小さくすることを試みる。または u_k の反例を提示する、 u_k の反対理由を提示するなど。

発話番号	発言者	発言内容	発言種類
[発話 01]	a_1	$\triangle BDE$ と $\triangle CFE$ の相似を示せば良いんだよ	意見
[発話 02]	a_2	どうして?	質問
[発話 03]	a_1	相似が示せれば $\triangle ADF$ が二等辺三角形だって言えるでしょ	意見
[発話 04]	a_2	$AD = AF$ を示した方が早いと思う	意見
[発話 05]	a_1	それ証明するのが難しいと思うよ	意見
[発話 06]	a_3	$AD = AF$ からいこうよ.	同意
[発話 07]	a_1	$\triangle BDE$ と $\triangle CFE$ の相似を示せば, $\angle ADF = \angle AFD$ が示せるから, 底角が等しくて二等辺三角形になるでしょう?	意見
[発話 08]	a_3	なるほど, そうか	同意
[発話 09]	a_2	じゃそうしようか	同意

図 2: 議論例

5 モデルを用いた議論状態の記述

図 2 に議論状態の例を示す。参加者は a_1, a_2, a_3 の 3 名で、扱われている課題は幾何論証問題である。これを本モデルにしたがって書換えると図 3 の通りである。

発言 01 において, a_1 が意見 u_1 を *negoject* として提示し, それに対して a_2 が u_1 の自己に対する価値判断に失敗したために, 質問を行う (発言 02). a_1 は a_2 の質問を受け入れ, 回答を示す (発言 03). a_2 は u_3 によって, u_1 の意義を再検討し ($significance(a_2, u_1, unknown)$), u_1 に反対する自己の意見 u_4 を *negoject* として提示する (発言 04). この発言により, a_2 が u_1 に対する意義づけプロセスを成功し, 態度決定を行ったことがモニタされる ($significance(a_2, u_1, success)$). この時の a_2 の態度決定のための効用は, $Utility_2(not_accept(u_1)) = w_{2j} - 0 \cdot c_2 \geq 0$ である ($m = 0$). さらに発言 05 において a_1 が u_4 に対し, 反対する意見を提示する. この時の a_1 の態度決定の効用は $Utility_1(not_accept(u_4)) = w_{1j} - 0 \cdot c_1 \geq 0$ である. 発言 06 において, a_3 が u_4 に同意する ($Utility_3(accept(u_4)) = w_{3j} + 0 \cdot c_3 \geq 0$ もしくは $Utility_3(accept(u_4)) = 0 + 0 \cdot c_3 = 0$). 発言 07 において, a_1 は自己の提示した *negoject* (u_1) の理由を提示し, 他者の説得を試みる. a_1 は, u_1 の根拠となる信念 b_{1j} を持っており, 対立する u_4 に同意すると, 彼の効用は $Utility_1(accept(u_4)) = -w_{1j} + 1 \cdot c_1$ となる. また非同意を示したならば彼の効用は $Utility_1(not_accept(u_4)) = w_{1j} - 1 \cdot c_1$ と

なる. w_{1j} の値が高いため, $Utility_1(accept(u_4)) < Utility_1(not_accept(u_4))$ となり, 同意しなかったことがモデルより推測される. さらに, 非同意時の a_1 の効用損失を軽くするため (*i.e.*, $m \cdot c_1$ を減らすため), 他者の説得を試みたことが推測される. 発言 08 において a_3 は u_6 に同意する. 発言 06 の状態と発言 08 の状態とを比べて, a_3 の効用を変化させる要因が存在しないため, a_3 の効用は $Utility_3(accept(u_6)) = 0 + 0 \cdot c_3$ であり, この話題に関して彼が関連する信念を持っていないことが認められる. また最後に発言 09 において a_2 が u_6 を受け入れる. これは a_3 が u_6 に同意したことにより, a_2 の効用が $Utility_2(accept(u_6)) = -w_{2j} + 1 \cdot c_2$ となり, $Utility_2(not_accept(u_6)) = w_{2j} + 0 \cdot c_1$ よりも大きな値に変化したことを示し, a_2 のこの話題に関する信念が a_1 の信念よりも弱いことが見受けられる.

6 むすび

本研究は, 分散環境における協調学習を参加者間の議論に着目して支援するシステムの構築を目的とする. 本論文では, そのための negotiation process model を提案した.

本論文で述べたモデルは, いくつかの異なる課題を用いた協調的問題解決中の議論プロトコルに基づいて構築された. 扱われる課題によって発言の意味内容は当然異なるが, そこで交わされる意図には明確な差は見られなかった. その“意図”情報に着目することにより, 扱われる課題の領域に依存しない

No.	description	relation	effect
01	<i>offer</i> ($a_1, u_1, -$)		<i>negoject</i> (a_1, u_1)
02	<i>question</i> (a_2, u_2, u_1)		<i>significance</i> ($a_2, u_1, fail$)
03	<i>offer</i> (a_1, u_3, u_2)	$R(u_2, u_3) : \{answer\}$	<i>attitude</i> ($a_1, u_2, accept$) <i>significance</i> ($a_2, u_1, unknown$)
04	<i>offer</i> (a_2, u_4, u_1)	$R(u_1, u_4) : \{exclusion\}$	<i>attitude</i> (a_2, u_1, not_accept) <i>significance</i> ($a_2, u_1, success$) <i>negoject</i> (a_2, u_4)
05	<i>offer</i> (a_1, u_5, u_4)	$R(u_4, u_5) : \{exclusion\}$	<i>attitude</i> (a_1, u_4, not_accept) <i>negoject</i> (a_1, u_5)
06	<i>accept</i> (a_3, u_4)		<i>attitude</i> ($a_3, u_4, accept$)
07	<i>offer</i> (a_1, u_6, u_1)	$R(u_1, u_6) : \{independence\}$	<i>attitude</i> ($a_1, u_1, accept$) <i>negoject</i> (a_1, u_6)
08	<i>accept</i> (a_3, u_6)		<i>attitude</i> ($a_3, u_6, accept$)
09	<i>accept</i> (a_2, u_6)		<i>attitude</i> ($a_2, u_6, accept$) <i>agree</i> (u_6)

図 3: negotiation process model による記述

モデルを構築した。

今後は、システムのコーディネーション戦略を検討し、本モデルを組み込んだコンピュータ・コーディネータを構築する。その際、参加者の効用関数において用いられる“信念の重要度 w_{ij} ”及び“集団の利得の重要度 c_i ”の値抽出が問題となるであろう。これに関しては、協調学習開始時に参加者に入力させる方法も可能であるが、参加者の振舞いからシステムが推論する方法についても検討していきたい。

参考文献

- [1] Barton, M. & Brna, P. Clarissa: An Exploration of Collaboration through Agent-Based Dialogue Games, In: Proc. of Euro-AIED'96, 1996.
- [2] Chan, T.-W. & Baskin, A.B.: "Studying with the prince": The computer as a learning companion. Proc. of ITS-88 Conference, pp.194-200, 1988.
- [3] Davies, D. Learning Network Design: Coordinating Group Interactions in Formal learning Environments Over Time and Distance, In: Computer Supported Collaborative Learning (O'Malley, C., ed.), NATO ASI series vol.F-128, Berlin: Springer-Verlag, pp.101-123, 1994.
- [4] Dillenbourg P. & Self J. Designing Human-Computer Collaborative Learning, In: Computer Supported Collaborative Learning (O'Malley, C., ed.), NATO ASI series vol.F-128, Berlin: Springer-Verlag, pp.245-264, 1994.
- [5] Lund, K., Baker, M. & Baron, M. Modelling Dialogue and Beliefs as a Basis for Generating Guidance in a CSCL Environment, In: Proc. of ITS'96, pp.206-214, 1996.
- [6] O'Malley, C. Designing Computer Support for Collaborative Learning, In: Computer Supported Collaborative Learning (O'Malley, C., ed.), NATO ASI series vol.F-128, Berlin: Springer-Verlag, pp.283-297, 1994.
- [7] Satir, V. et al., The Satir Model, Family Therapy and Beyond, Palo Alto, California: Science and Behavior Books, 1991.
- [8] Weinberg, G.M.: Quality Software Management, Vol.2, Dorset House Publishing: New York, 1993.
- [9] 池田満, 溝口理一郎. 協調学習支援システムのためのオントロジー. 電子情報通信学会, 教育システム情報学会共催ワークショップ資料, pp.81-88, 1996.
- [10] 三宮毅, 松浦健二, 緒方広明, 矢野米雄. Sharlok: Awareness を指向した開放型グループ学習支援システム. 信学技報, ET95-126, pp.109-116, 1996.
- [11] 玉置 亮太, アヤラ ヘラルド, 矢野 米雄. 日本語協調学習環境 GRACILE — ソフトウェアエージェントのコミュニケーション—. 信学技報, ET95-125, pp.101-108, 1996.
- [12] 中村学, 竹内章, 大槻説乎. グループ学習支援システムにおける知的エージェントに関する研究. 信学技報, ET95-11, pp.79-86, 1995.