

目的指向型対話における対話交渉モデル

渡辺 太郎 荒木 雅弘 堂下 修司
京都大学 工学研究科 情報工学専攻

要旨

人間—システム対話のモデル化をするに当たって、様々な視点が存在する。一つは、情報の伝達に着目する方法である。これは、質問に対する応答、命令に対する実行などに相当する。この枠組みでは、対話の協調性は局所的なもの、大局的なものに分類することができる。この枠組みでは、対話システムを作成するに当たって、両者の協調性を実現するために、システム内に別々の戦略を用いる必要がある。

本研究では、別の視点に立ち、「対話参加者間では、交渉が行われている」とみなす。そして、対話参加者間で提案、拒否、受諾が行われ、ある合意に達した時点で対話が終了する。この枠組みでは、対話システムに2種類の戦略を構築する必要がなく、単一の戦略で対応できる。本稿では、対話交渉モデルを提唱し、このモデルに基づいて対話の分析例を示す。

1 はじめに

局地的協調性とは、ユーザの質問に対してシステムが適切な回答をする、という協調性である。局所的協調性では、ユーザの必要とする情報をシステムが提示することで達成される。この場合、ユーザがゴールを持ち、ゴールを解決するための戦略を持っていると仮定することができる。そして、その戦略に基づいてユーザが対話を導いていく、とみなせる。だが、この局所的協調性だけでは、ユーザの持つゴールに対する解決法を提案するような大局的協調性を提供できない。

大局的協調性とは、ユーザが具体的な解決戦略を持たず、システムが解決戦略を提供する。この場合、システムがユーザに対して質問し、ユーザを導いていくような対話を表している。

過去の研究では、上記のユーザ主導戦略、システム主導戦略とを別々に作成し、合体させるような可変主導型対話が実現されてきた [1]。だが、システム内部における戦略間の競合の問題を扱わず、対話に無理が生じる。

上記のモデルでは、情報の伝達に着目し、目的指向対話とは、「対話参加者は、知識の交換、共有」を行なっている、という視点であった。本研究では、「対話参加者間で交渉を行なっている」という視点に立ち [2]、上記の問題について考える。この交渉モデルでは、対話参加者の発話は、何らかの「提案を行なっている」とみなす。そして、聞き手は、発話者の提案に対して、「受諾」「拒否」の意図を伝達することにより、対話を行なう。両者で合意が成立した時点で、対話が終了する。

次節では、この対話交渉モデルについて詳細化する。そして、スケジューリングタスクを対象とした秘書システムの対話例を元にして分析を行う。

2 対話交渉モデル

交渉という概念は、様々な定義されてきた。コミュニケーションあるいは、協調としての交渉は、主に、衝突を解消する手法と考えられている。だが、衝突が起こらない状態でも、「衝突が起きないように」交渉を行なっているとみなせる。つまり、交渉における重要な要素とは、対話者間の相互依存と言える [3]。

この広義の交渉に従って、対話における交渉をモデル化する。対話交渉モデルでは、初期状態、最終状態、対象、プロセスの4つの点が重要である [2]。

2.1 交渉の初期状態、終了状態

交渉における状態とは、対話参加者それぞれの信念、知識、欲求等を命題で表現した集合であり、心的状態

を指す。各対話参加者は、心的状態に矛盾を抱えていたり、何らかのゴールを達成したいという欲求が存在する。その不安定な状態を解決するために、世界(他者)に向かって、提案を行うと考える。つまり、心的状態から解決すべき要素を探索し、何らかの合意を得たい要素としてゴールを設定する[3]。この何らかの合意に達成したい、というゴールを含んだ心的状態を初期状態と呼ぶ。

ある交渉が終了した時点では、対話参加者間である合意に達成し、最終状態へと移行する。この時、初期状態において対話参加者に設定されたゴールが達成される。

2.2 交渉の対象

交渉の対象となるものは、命題である。命題は、主にタスク、コミュニケーションの二つのクラスに別けられる。タスクの命題は、対話参加者のゴール、知識について交渉が行われる。コミュニケーションの命題は、発話に関する命題である。

本研究では、交渉の対象をモデル化するに当って、Kautzのイベント階層を用いた[4]。イベント階層は、イベント間に存在する抽象化・具体化の関係を抽象化リンクで表す。そして、あるイベントを達成するためにいくつかのサブイベントまたは行為の達成がなされなければならないという分割・構成の関係を分割リンクで表す。イベント階層上のトップノードはエンドイベントと呼ばれ、全てのエンドイベントは「end」に抽象化される。イベント階層上の各ノードは、パラメータを持っている。パラメータは抽象化リンクに沿ってはそのまま継承され、分割リンクに沿ってはイベント階層上で記述された制約に基づいて伝搬する(図1参照)。

イベント階層を用いる利点として、知識を階層的に表現していることが挙げられ、機械上で容易に扱うことが可能である。また、グラフマッチングアルゴリズムを用いて最小被覆を求めることにより、対話相手の提案した命題、自分の提案した命題、との関係を求めることができる。注意すべき点は、イベント階層は、元々発話者のプランを表現したものであるが、ここでは、交渉の対象である命題の構造を表現したものとして用いる。命題の構造は、図1のイベント階層のサブグラフで表される。

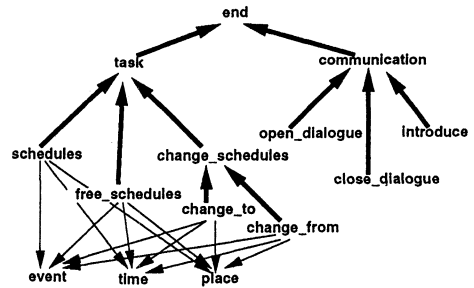


図1: イベント階層例(部分)

2.3 交渉プロセス

交渉プロセスにより初期状態から最終状態を達成する。ここで重要となる点は、交渉の戦略と行為である。

戦略は、どのように初期状態から最終状態へと移行するかを決定する要素である。これは、何をゴールとして持つかによって異なってくる。喧嘩を行う戦略の場合、一方的に自分の提案を相手に受け入れさせる戦略と見なせる。議論の場合、相手の意見を取り入れつつ、自分の意見を主張していく戦略である。本研究では、目的指向型対話に限定し、ある問題があり、それを解決する戦略を取り入れる。

交渉においては、「提案」、「受諾」、「拒否」という3つの行為が行われると考えられる。これらの行為が対話参加者の心的状態に変化をもたらす。そして、行為の選択は、戦略によって規定される。

2.3.1 提案処理プロセス

発話行為の処理の全体像を図2に示す。自然言語解析部により、まず内部表現への変換をし、発話がどの発話行為(*offer*, *accept*, *reject*)であるのかを識別する。意味解析部では、発話行為の命題内容をイベント階層へと変換し、発話行為が得られる。

提案内容解析部では、対話相手の発話行為の命題内容(*SEG*)と、自分の前の発話行為の命題内容(*HEG*)とを比較する。その結果により発話者の提案がどのようなものであるかを判断し、心的状態の更新を行う。まず、*SEG*と*HEG*の最小被覆(*MG*)を求める。*MG*により、対話相手の命題内容の話題を求めることができる。

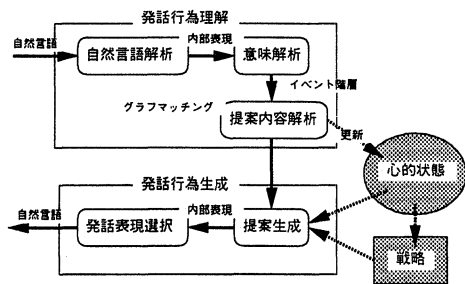


図 2: 提案処理プロセス

そして、 MG と SEG 、 HEG との差分を求めることにより、対話相手が前の自分の提案を拒否したのか、受諾したのかを抽出することができる。

対話データの分析により MG と SEG 、 HEG には、以下の関係が求められた。

同一 SEG 、 HEG 、 MG ともに等しい場合

HEG は、受諾された。

独立 MG が空グラフの場合

対話の最初の提案の場合、 SEG は新たな提案として処理される。そうでなければ、 HEG は拒否された。

一般化 SEG が HEG よりも抽象度が高い場合 (図 3-a 参照)

HEG において SEG よりも下位にあるノードは、対話相手により受諾されていない。

特殊化 SEG が SEG よりも具体化されている場合 (図 3-b 参照)

HEG の提案は、受諾された。

部分 MG は空グラフでないが、 MG と SEG とが異なる場合 (図 3-c 参照)

MG は受諾されるが、 SEG は受諾されていない。

上記の関係を利用して心的状態の更新を行う。

提案生成部では、心的状態、及び提案内容解析部からの結果により、戦略に基づいて提案を生成する。本研究で用いる戦略は、目的志向型タスクを扱い、ユーザ(あるいはシステム)の問題を解決するように対話を導く。以下のようなデフォルトルールで表すことができる。

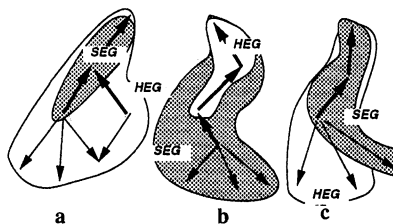


図 3: 命題間の関係例

1. システムの心的状態に矛盾が生じた場合 (スケジュールの重複等)、あるいはゴールを設定したときに提案を生成する。

2. 相手の新しい提案に関して提案を生成する。

発話相手の発話行為が *offer* の場合、必ずこの提案について提案を生成する。結果的にユーザ主導型の対話となる。

3. 新しい提案がない場合、自分の提案した命題で、受諾されなかったものについて提案する。

結果的にシステム主導型の対話となる。

最後に、提案生成部からの内部表現を適切な自然言語表現に変換して対話相手に出力する。

3 対話交渉モデルによる分析例

目的指向型対話の例としてスケジューリングタスクを用いる。このタスクにおいて、秘書システムとユーザとの対話を扱う。スクリプトとして、システムは「ユーザのスケジュールに矛盾が生じた」という初期状態から始まり、この矛盾を解消するという最終状態への移行を扱う。図 4 に人間対人間で行った、対話例の一部を挙げる。

この対話例において、システムの立場から対話の解析を行う。システムの S1、S2 の発話は、デフォルトルール 1 に従ったものであり、ユーザに伝ええないといけない情報を提案している。

S1、S2 の発話後、U1 の発話が行われている。この発話を意味解析し、提案内容の解析を行う (図 5 参照)。この結果、U1 の提案は、S2 の提案に対する一般化で

- S1: 堂下研対話システムです。
- S2: 来週の月曜日の午後3時から午後6時までの、大会議室でのミーティングに出席して下さい。
- U1: 月曜日の僕の、[えー] 予定はどうだったか、教えて下さい。
- S3: 月曜日の午前10時から午後2時まで、東京で講演会に出席します。
- U4: [え]、講演会の行なわれる場所は、どこですか。
- S5: 東京です。
- U6: ミーティングの行なわれる場所は、どこですか。
- S7: 京都大学です。
- U8: 2時まで東京に(いるまで)、いるので、[え]、ミーティングには、参加できません。
- S9: わかりました。

図 4: 対話例(部分)

あり、S2 における提案は、完全には受諾されていない。システムは、ユーザの新しい提案に対して、S3 の提案を行う(デフォルトルール 2)。

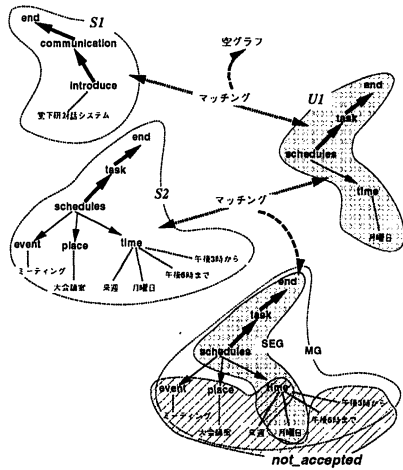


図 5: 発話 U1 に対する解析

S3 の発話に対する U4 の発話の解析は、図 6 で表される。この場合、U4 の提案は、S3 の提案に対する部分である。従って、U4 の提案の一部が受諾された。この場合、システムはユーザの提案に対して、場所について提案を行えばよい(デフォルトルール 2)。

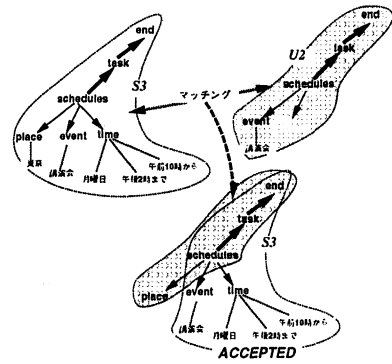


図 6: 発話 U2 に対する解析

4 おわりに

情報の伝達に着目した対話システムの問題点を取り上げ、それに代わるモデルとして、対話交渉モデルを提唱した。このモデルでは、対話参加者は、提案を行い、それに対する受諾、拒否を示すことにより、対話が行われる。また、単一の戦略でユーザ主導対話、システム主導対話に対応することができる。現在、このモデルに基づいた対話システムを作成中である。

参考文献

- [1] Ronnie W. Smith and D. Richard Hipp. *Spoken Natural Language Dialog Systems: A Practical Approach*. OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1994.
- [2] Michael Baker. A model for negotiation in teaching-learning dialogues. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 5, No. 2, pp. 199-254, 1994.
- [3] G. E. Kersten, Wojtek M., Stan S., and Zbig K. Restructurable representations of negotiation. In *Management Science*, pp. 1269-1290, Oct, 1991.
- [4] H. A. Kautz. A circumscriptive theory of plan recognition. In P. R. Cohen, J. Morgan, and M. E. Pollack, editors, *Intentions in Communication*. The MIT Press, 1990.