

反射と熟考の相互作用に基づく協調的対話モデル*

5 J-3

長谷川 隆明† 中野 有紀子 加藤 恒昭

NTT 情報通信研究所‡

1 はじめに

人間同士のタスク指向対話には、相手からの問い返しや確認などの割り込みに対して対話を維持しようとする反射的な側面と、より時間を要するが対話の状況を考慮しながらタスクを達成しようとする熟考的な側面とがある。これら二つの側面の組み合わせにより、対話参加者は反射的で効率の良い協調的な対話を行っている。

本稿では、対話におけるこれら二つの側面を同時に併せ持つ対話モデルとして、リアクティブプランニングの枠組みを拡張し、反射的な系と熟考的な系とを設け、これらの自律した系同士の相互作用によって、協調的な対話を生成する対話モデルを提案する。本モデルでは、対話状況の変化に応じて対話戦略が動的に出現する。

2 背景

機械の操作等を説明している人間同士の対話を観察すると、説明者が相手との collaboration[1] を取りながら対話を進めていることを示す以下のような特徴が見られる。1つは、相手の割り込みに対し即座に応答したり、相手からの承認を求めながら説明したりするといった、コミュニケーションを維持する性質である。もう1つは、共有信念や相手の理解度に応じて適切な発話を行うという性質である。古典的プランニングを用いた対話システム [2] では、発話の立案と発話の実行とが分離され、両者間に時間的なずれが生じる。そのため、相手からの割り込みに対処できない、あるいは発話の実行の際には時間の経過や世界の変化のために既にその発話内容が適切でないということが起こり、先述した対話に見られる特徴を実現できなかった。

一方、リアクティブプランニングのひとつである Agent Network Architecture(ANA)[3] では、常に現在の状態を考慮しながら行動選択が行われ、現在の状態が突然変化しても柔軟な再プランニングが可能である。しかし、この枠組みを直接的に対話へ適用すると、以下の2つの問題が生じる。第一に、ANAの中にすべての行為（発話）が含まれているために、質的に異なる対話における二つの側面を、単一のパラメータで動作する ANA で扱うことは困難である。第

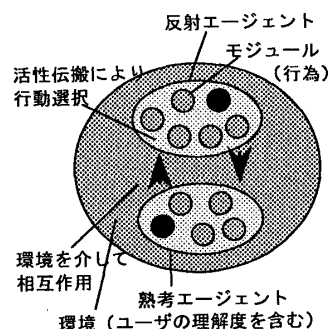


図1: 対話モデル

二に、ANA では状態を2値的にしか扱うことができないため、ユーザの理解度など段階的に変化する状態を扱うことができない。本稿では、これらを解決するために ANA の拡張を行い、自然な対話を実現する協調的対話モデルを提案する。

3 反射と熟考の相互作用

本稿で提案するところの、ANA の拡張による協調的対話モデルを図1に示す。

ANA ではひとつの行動が一つのモジュールに相当する。そこで本稿では、ある発話を行うという行動をモジュールと捉え、1つのモジュール、つまり発話単位をある意味的なまとまりとする。発話を行うための前提条件が満たされると、発話を行うことができ、発話を行った効果として現在の状態（環境）が変更される。命題の集合からなる環境と目標からの活性エネルギーの流れによって、発話とその出現のタイミングが決定される。

ANA の拡張の第1点目として、コミュニケーションを維持する性質と目標を達成する性質という対話における二面性を、パラメータの異なる二つの ANA を並列に動作させることによって実現した。コミュニケーションを維持するために働くモジュールのネットワークを反射エージェントとし、目標達成のために働くモジュールのネットワークを熟考エージェントとした。

これらのエージェントは基本的に ANA で動作しているので、常に環境からエネルギーの流入があり、モジュール間の活性伝搬によってエージェントの行動が決定される。さらに、エージェントの行動によって環境が変更され、変更された環境は次の行動選択に反映

*A Collaborative Dialogue Model Based on Interaction between Reaction and Deliberation

†Takaaki Hasegawa, Yukiko I. Nakano and Tsuneaki Kato

‡NTT Information and Communication Systems Labs.

される。並列に動作している個々のエージェントは常にこれらの過程を繰り返している。このようなモデルでは、反射エージェントが変更した状態を熟考エージェントが考慮して行動を選択する、さらに熟考エージェントが変更した状態を今度は反射エージェントが考慮して行動を選択するという環境を介した相互作用が可能となる。相互作用のための直接的な特別のメカニズムは存在しない。

4 ユーザの理解度の扱い

ANAの拡張の第2点目として、ANAの環境を構成する命題に、2値ではなく0～1までの連続的な値を持たせることにより、例えばユーザがある対象物を同定しているという命題に対する確信度を表現した。さらに、命題についての真偽を判断するため、確信度に閾値を設定した。その様子を図2に示す。この閾値を越えている命題は真とみなし(命題B)、越えていない命題は偽とみなす(命題A)。

また、対話目標の難易度に応じて、発話を行うという行為の効果にも、2値ではなく連続的な値を与えた。具体的には、その目標を達成するために多くの発話を行わなければならない場合には各発話の効果は小さく、一つの発話で目標が達成できる場合には発話の効果は大きいと考える。発話を行うことにより命題に発話の効果の流れ込み、その結果、閾値を越えて真とみなされることもあれば(命題C)、逆に発話を行っても閾値を越えずに偽とみなされたままである場合もある(命題D)。

さらに、ユーザの割り込みの内容によって命題の閾値は変化する。ユーザが先回りの割り込みをした場合は命題の閾値は下がり、それによって命題は真になりやすくなり、反対にユーザが不理解や間違いを表す割り込みをした場合は命題の閾値は上がり、それによって命題は真になりにくくなる。

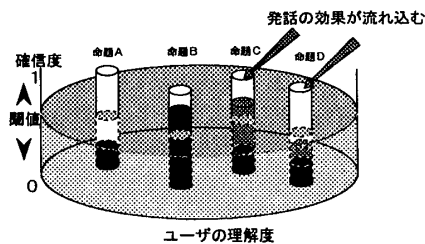


図 2: ユーザの理解度

5 対話モデルの検証

本研究で提案した対話モデルに基づく対話エージェントを計算機上に実装し、その有効性を検証した。

例えば、図3に示す例では、対話エージェントが留守番電話機の説明を行うドメインで、ユーザに「応答1ボタン」を押させるタスクを実行している場面である。

熟考エージェントは、まず、ユーザに応答1ボタンを同定させるために、応答1ボタンの場所や特徴を説明し、次にそれを押すという行為を依頼する対話戦略を立てる。ここで、ユーザが「応答1ですよ」という先回りの割り込みをすると、反射エージェントがユーザの割り込みに即座に回答し、命題の閾値を下げる。その結果、ボタンの同定についての命題は真とみなされる。それを考慮して、新たな対話戦略として、熟考エージェントはそれ以降はボタンについての詳細な説明を行うのを省き、次の対話目標であるボタンを押す行為の依頼に進む、という対話戦略が出現する。

```

エージェント: パネルの下に
deliberate module:IDENTIFY-SOMETHING-STRIKING
ユーザ: 応答1ですよ
reactive module:WATCH
NO MODULE becoming active
reactive module:REACT_USER_ASK_BACK_NAME_OF_OBJECT
NO MODULE becoming active
エージェント: はい、その名前のものです
reactive module:REPLY_IDENTIFY_NAME_OF_OBJECT
エージェント: 応答1ボタンという
deliberate module:IDENTIFY-NAME-OF-OBJECT
NO MODULE becoming active
エージェント: それを押して下さい
deliberate module:REQUEST-ACTION
エージェント: いいですね
reactive module:ASK_FOR_ACK
ユーザ: はい
エージェント: そうすると、赤く点灯するんですが
deliberate module:EXPLAIN-EFFECT
NO MODULE becoming active
エージェント: これで録音が始まります
deliberate module:EXPLAIN-ACTION

```

図 3: エージェントとユーザの対話例

6 おわりに

本稿では、反射と熟考の二つのネットワークを並列に動作させ、ユーザの理解度を環境の一部として表現することにより、ANAを拡張した対話モデルを提案した。その結果、ユーザの割り込みに対処可能で、対話の状況に適応的な対話エージェントを構築できることを検証した。今後は対話参加者の信念だけでなく現実の世界の状態を考慮した対話モデルに拡張する予定である。

参考文献

- [1] Herbert H. Clark and Deanna Wilkes-Gibbs. Referring as a Collaborative Process. In P. Cohen, J. Morgan, and M. Pollack ed. *Intentions in Communication*, pp.463-493, MIT Press, 1990.
- [2] Philip R. Cohen and C. Raymond Perrault. Elements of a Plan-Based Theory of Speech Acts. *Cognitive Science*, 3(3):177-212, 1979.
- [3] Pattie Maes. How To Do The Right Things. *Connection Science*, Vol.1, No.3, 1989.