

創発的な振舞いに基づく対話過程のモデル化*

4R-2

長谷川 隆明†

栗原 聡 岡田 美智男 土居 範久

NTT 情報通信研究所‡

NTT 基礎研究所 慶應義塾大学

1 はじめに

創発的計算とは、外側からの手続きではなく内側の相互作用によって行為が立ち現れる、というパラダイムである。このパラダイムは、あらかじめ手続きを与えてしまふ従来のAIでは困難であった、動的に変化する環境に実時間で適応するという問題を解くことに適している。対話はまさにそのような問題のひとつであると言え、何を話すべきかまたどう話したり聞いたりするか、つまりいかにして自分の意図を伝えたり、相手の意図を推測すべきかは人それぞれ決まっていな

本論文では、創発的計算モデルのひとつであるANA (Agent Network Architecture)[1]によって、対話の際の基本的な行為エージェント群の相互作用と、それらに影響を与える動機や感情などの情動系の相互作用とから対話が創発する過程をモデル化し、有効性を検証した[2]。

2 従来の談話処理における問題点

従来の Knowledge Based AI による談話処理では、入ってきた対話参加者の発話に対して、プランニングをすることによって協調的な対話を生成し、それを応答としていた[3]。しかしそのような手法では、限られた時間の中で、つまり実時間で、問題解決を行なうことができないだけでなく、情報の流れが固定してしまい、処理が統率されてしまうため、発話の自発性や発話の内省、実時間での動的な文脈の変化への対応をうまく扱うことができなかった。

我々は振舞いをひとつの単位とした Behavior Based AI の立場から、基本的な対話を維持するための言語行為に基づく行動群の局所的な相互作用と、発話意図や社会的制約などの相互作用とによって発話の振舞いが立ち現れるという視点に立って、計算機上で対話過程のモデル化を行なった[4]。

3 対話参加者のモデル化

対話参加者を、基本的な対話を行なう行為群と、その信念を表現する仮説群、情動系からなる3つのANAのモ

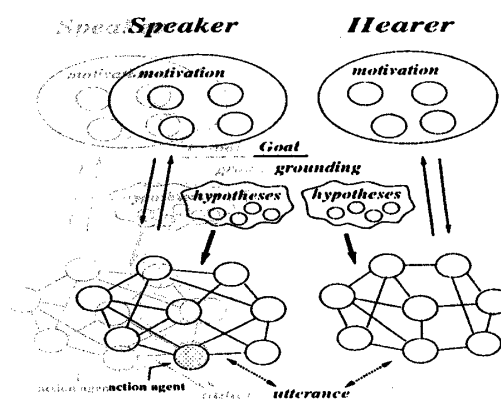


図1: 対話モデル

ジュールでモデル化した。対話参加者が二人の対話モデルを図1に示す。

行為群のANAの中のエージェント x は、プランオペレータに似た記述で $x = (c_x, a_x, d_x, \alpha_x, func_x)$ で表される。 c_x, a_x, d_x はそれぞれ前提条件リスト、付加リスト、削除リストで、 α_x はエージェントが持つ活性値である。エージェント間には前提条件リスト、付加リスト、削除リストと関係がある3つのリンクで結合される。*successor link* はあるエージェントが活性化するとその後継となるエージェントにつながり、*predecessor link* はあるエージェントが活性化するための前提となるエージェントにつながり、*conflicter link* は競合するエージェントにつながっている。エージェントはこれらのリンクを通してお互いに活性値について相互作用し合い、その時点で前提条件を満たし、閾値を越えて最も活性値が高い行為エージェントが選択される。ある時点で活性化された行為エージェントがそのとき対話参加者が取る行為である。また $func_x$ はエージェント x が持つ関数[5]で、付加リスト a_x を動的に変更できる。付加リストに応じてリンクの張り方も変化するためエージェントの行動は固定せず、環境に柔軟に適応しやすくなっている。

仮説群はひとつひとつの仮説を仮説エージェントとしたANAであり、行為群と同様の相互作用が生じる。入ってきた発話と仮説による相互作用の結果、活性化された仮説が発話の意味である。行為エージェントは活性化された仮説を参照し発話を行なう。聞き手と同様に、話し手の意図の伝達も信念の相互作用により実現する。話し

*A Dialogue Model Based on Emergent Behavior

†Takaaki Hasegawa, Satoshi Kurihara, Michio Okada and Norihisa Doi

‡NTT Information and Communication Systems Lab., NTT Basic Research Lab. and Keio University

手が、何か伝える意図を持っていれば、活性値の相互作用により、対話の進行状況に応じて発話すべき内容が明示的なプランニングなしに選択される。

基本的な行為エージェントの背後にあるのが、感情や動機、制約などの情動系である。これによって、対話を続けようしたり、感情が表に出たり、皮肉や冗談などの発話も生成される。情動系による指定のために、対話が表面的になるのを避けることができる。情動系が行為エージェントに働きかけるだけでなく、行為エージェントの振舞いが情動系の状態を変える双方向の相互作用が可能である。また相手の発話に対してだけでなく、自分自身の信念に対しても、それを情動系に反映することが可能である。

4 多義性の解消と grounding

2節で述べた問題の一つとして対話による語彙の多義性の段階的な解消と grounding の領域を取り上げ、これに3節で述べたモデルを適用した。

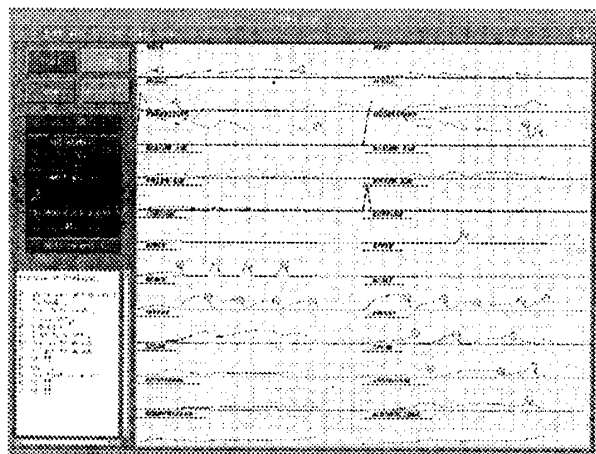
多義語の意味の候補は、始めは表に現われないが、完全に存在しないのではなく密かに保持されていてある環境になると表に現われる。ある候補が表に現われると他の候補は完全に消滅するのではなく密かに保持されるようになる。

提案したモデルでは、多義性のある言葉の語義に対応する複数の仮説はそれぞれ活性値を持ち、人ってきた発話やその前の文脈から起こる仮説エージェント同士の相互作用によって多義性のある発話の意味が動的に選択される。一度否定された仮説は、環境から活性エネルギーを得ることができなくなりアクティブにはならなくなりますが、環境が変わればいつでもアクティブになることができるように保持されている。

5 創発的な振舞いでモデル化された対話例

対話の基本的な行為群として、“話す”、“確認する”などの行為を、仮説群として、多義語の‘bank’に関係する“銀行にお金を預ける”、“土手に行く”などの仮説を設定し、情動系にはコミュニケーションを維持したり、相手の発話や自分の信念に疑問を抱いたりするものがあるとして、‘bank’の多義性が解消されるまでの対話をシミュレートした結果、以下のような現象が見られた。

話し手の“‘To bank.’”と“‘I get gun.’”という発話に対して、“Rob Bank???”と確認する。これは前の対話の文脈と発話から仮説群の中で相互作用が起こり、前提条件リストに“銀行に行く”と“銃を持っている”という命題を持つ“銀行を強盗する”という仮説が前提条件を満たし最も活性値が高くなり、選択される。しかし、この仮説は情動系にとって疑問を抱く仮説なので、情動系は行為群の中の“確認する”エージェントに活性値を与え、行為群の中での相互作用の結果として、“確認する”が選択され、“Rob Bank???”と“確認する”振舞いが創発する。



左: 話し手 右: 聞き手 時間軸: それぞれ左から右

図 2: 対話例における行為エージェントの挙動

話し手の“‘I go to woods.’”という発話に対して、聞き手は“‘You go to woods.’”という発話で話し手の発話を反射する。これは聞き手の行為群のどの行為も選択されず、しばらく時間が過ぎ、やがて情動系がコミュニケーションを続けようと、発話を行なうエージェントには活性値を与え、相互作用の結果、“話す”が活性化するが、仮説群の相互作用が間に合わず、話し手の発話内容をそのまま“話す”振舞いが創発する。

対話全体を通して、grounding を達成するに至った行為エージェント群の挙動を計算機上でシミュレートした結果を図2に示す。

6 おわりに

本論文では、Behavior Based AI の視点に立ち、創発的な振舞いに基づくモデル化によって、対話参加者が段階的に grounding に至るまでの対話過程は、手続きを予め決めておかなくても、エージェント間の局所的な相互作用の中から自律的に立ち現れ、自ら情報を求める発話の自発性や発話の内省が見られることを検証した。

参考文献

- [1] Pattie Macs. How To Do The Right Things. *Connection Science*, Vol.1, No.3, 1989.
- [2] 長谷川 隆明, 創発的な振舞いに基づく対話過程のモデル化, 慶應義塾大学大学院理工学研究科修士論文, 1994.
- [3] Philip R. Cohen and C. Raymond Perrault. Elements of a Plan-Based Theory of Speech Acts. *Cognitive Science*, 3(3):177-212, 1979.
- [4] 岡田 美智男, 大塚 裕子, 「口ごもるコンピュータ」の研究 - 自然な発話におけるパフォーマンスのモデル化 -, 第7回人工知能学会全国大会, 1993.
- [5] 栗原 聡, 岡田 美智男, 多重ゴール環境での行動選択の振舞いについて, 日本ソフトウェア科学会 第10回大会, 1993.