

ユーザの行動目的の推定による協調的な音声対話制御\*

6H-4

渡邊圭輔

永井明人

石川泰

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1 はじめに

目的指向型の音声対話システムでは、ユーザの入力に対して適切に動作・応答を行う対話管理が必要となる。対話管理手法を対話の主導性から考えると、システム主導型とユーザ主導型に分類できる。前者は、システムが仮定したユーザの対話目的は達成されるまで固定であり、対話の流れが設計者によって規定されている。一方、後者においては、対話を通じてのユーザの目的を考慮しないと、システムからの適切な誘導を行えず効率的に目的を達成することが困難となる。特に、対話開始時点には漠然としているユーザ自身の目的が、対話を重ねるうちに次第に明確になる観光プラン立案のようなタスクにおいて、円滑で効率のよい対話を行なうためには、ユーザの対話目的にシステムの動作目的を一致させることが重要である。

そこで我々は、ユーザの大局的な行動目的を推定することで主導権を動的に切り替え、システムがユーザに積極的にインタラクションをすることで互いのゴールを一致させ、ユーザを効率よく導く対話管理手法 [1] を提案する。本稿では、観光案内タスクにおける対話システムでの本手法の評価実験結果を報告する。

2 行動目的を用いた対話管理

図1に観光案内タスクにおける対話の一例を示す。例えば、ユーザ発話U1の一発話の文意はホテルの場所を尋ねるものであるが、発話の目的としては、1)「ホテルを予約したい」2)「ホテルの属性を知りたい」3)「現在の場所から他の場所に移動したい」などさまざまなものが考えられる。このような、一発話のみからは決定できないユーザの大局的目的を行動目的  $G$  と呼ぶことにする。行動目的の違いに応じてシステムの動作・応答も異なるべきであり、例えば上述の1~3のユーザの行動目的に対しては、図1のS1~S3に示す動作がより適切なものといえる。

2.1 行動目的の推定

\*A dialog management for cooperative responses by inferring behavioral goals of a user. WATANABE Keisuke, NAGAI Akito, ISHIKAWA Yasushi. MITSUBISHI Electric Corporation

U1: 鎌倉ホテルはどのあたりにあるのですか。  
 S1: 鎌倉駅から徒歩3分です。いつ頃のご予定ですか。  
 S2: 鎌倉駅から徒歩3分です。周辺図をご覧ください。  
 S3: そこからはタクシーで20分です。

図1: 対話例

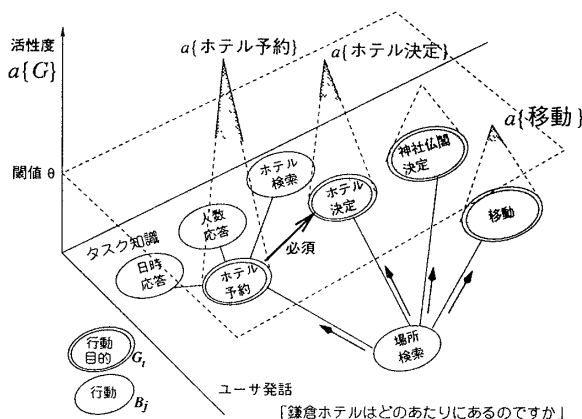


図2: タスク知識と活性度

行動目的の集合  $G$  はタスクに応じて設計し、行動目的の推定のために各行動目的  $G_i$  の現在の活性化の度合いを表す指標として活性度  $a\{G\}$  を考える。活性度の更新は、各行動目的  $G_i$  に関連する行動  $B_j$  を結び付けた図2に示すようなタスク知識に基づいて行われる。行動は一発話の文意と対応しており、例えば行動目的「ホテル予約」には「システムへの予約依頼」「ホテル検索」「ホテルの属性値検索」などの行動を関係付ける。関係付けられた行動目的  $G_i$  と行動  $B_j$  の間には活性化重み  $w(G_i, B_j)$  を定義しておく。一つの行動は複数の行動目的に結び付けられる場合があり、これは図1の発話U1の行動目的が複数存在することに対応する。

また、行動目的同士は、1) 必須の上位・下位関係 上位行動目的の達成に下位行動目的の達成が必須である関係、2) 上位・下位関係 単純な上位・下位関係、3) 同位関係 並列の関係、のいずれかで関連付けられる。特に関連付けされない行動目的同士も存在する。

文意  $B$  が入力されると、上述したタスク知識を用いて、全行動目的  $G$  の活性度を次のアルゴリズムで更新

する。

**step1**  $B$ に直接関連付けられた全ての行動目的  $G$  に対して、活性度  $a\{G\}$  を  $a\{G\} + w(G, B)$  で更新する。

**step2** step1で対象とならなかった全ての行動目的  $G$  に対して、 $G$ の必須下位行動目的、下位行動目的、同位行動目的のいずれか step1で活性化されている場合、 $a\{G\}$  を  $a\{G\} + \epsilon a\{G'\}$  で更新する。伝搬係数  $\epsilon$  は必須下位  $\epsilon_r$ 、下位  $\epsilon_l$ 、同位  $\epsilon_d$  として定めておく。

**step3** step1 および step2 の対象とならなかった全ての行動目的のうち、活性度の更新が一定ターン回数行われなかった全ての行動目的  $G$  に対して、活性度  $a\{G\}$  を  $a\{G\} - f(n)$  で更新する。ただし  $n$  は連続して step3 の対象となった回数。

以上はユーザの要求発話に対する活性度の更新であるが、システムからの行動目的確認などに対する応答発話に対しては、当該行動目的の活性度を最大化あるいは最小化する。活性度更新の後、活性度が閾値  $\theta$  以上の全ての行動目的を推定値  $G_c$  として出力する。

**2.2 行動目的に応じた対話主導権の制御**

推定結果が無い場合、システムは基本的にユーザ主導で対話を継続する。推定された行動目的  $G_c$  に応じて、以下の対話戦略でシステム主導に切り替わる。

**戦略 1** 推定結果が無い状態が  $N$  ターン続いた場合、直接行動目的を問い合わせる。

**戦略 2** 推定結果が複数ある場合、活性度最大の行動目的をユーザに確認する。

**戦略 3** 推定結果が一意に決定し、その行動目的の必須下位目的が未達成の場合、必須下位目的を達成させる。

**戦略 4** 推定結果が一意に決定し、その行動目的の必須下位目的が達成されている場合、その行動目的自身を達成させる。

**2.3 行動目的に応じたシステム応答**

行動目的はシステムが提供する情報の選択基準としても用いる。システム応答  $R$  を、ユーザの現在の行動目標  $G_c$  との組  $(B, G_c)$  によって定め、同一発話に対して行動目的が異なる場合それに応じた応答を行う。これにより、例えば「ホテル検索」という行動目的が推定された時点で「ホテル属性を尋ねる」発話があった場合、その質問に応答した後、ホテルに関するユーザにとって未知の情報を提示する、という動作をとる。

**3 実験**

伝搬係数  $\epsilon$  と閾値  $\theta$  が異なる 3 タイプのシステムを用い、GUI を用いた文入力による模擬対話実験を行った。鎌倉観光プラン立案タスクで、被験者は成人男性 5 名、対話目的は自由とした。行動目的数 14、文意数 153、戦略 1 における  $N$  は 10、活性化重みは、一発話では閾値を越えない基準値  $w$ 、 $w$  の 2 倍、 $w$  の 3 倍、

表 1: 実験条件および実験結果

実験条件 ( $\epsilon_d (< \epsilon_r)$ は固定.)						
	$\epsilon_r, \epsilon_l$	$\theta$	特徴			
type1	$\epsilon_1$	$\theta_1$	基準システム			
type2	$\epsilon_1$	$\theta_2 (< \theta_1)$	type1 よりシステム主導が強い			
type3	$\epsilon_3 (>> \epsilon_1)$	$\theta_1$	上位目的誘導型			

行動目的の推定結果						
推定回数	無し		一つ		複数	
	回数	%	回数	%	回数	%
type1	64	27.5	135	57.9	34	14.6
type2	26	11.3	153	66.2	52	22.5
type3	72	21.3	178	52.7	88	26.0

	戦略 1		戦略 3,4		戦略 2	
	回数	一致	回数	一致	回数	一致
type1	8	7	37	29	17	15
type2	5	4	47	39	26	21
type3	8	7	28	24	44	39

一発話で最大化して閾値を越える  $w_{max}$  の 4 つを設定し、各行動目的と行動の組に対応づけた。実験条件、ユーザの行動目的推定結果およびシステム主導戦略の起動回数を表 1 に示す。戦略 1,3,4 に関する一致数は、実験中ユーザが自分自身の目的とシステムが示す主導に違和感を感じなかった主観的評価である。結果より、システム主導時に全平均で 84.1% 目的が一致した。ユーザの主観的評価では、起動されるシステム主導に違和感はなく、円滑で効率の良いユーザ目的達成の可能性が確認できた。タイプ別にみると、type2 は推定閾値が低いために常に行動目的が一意に決まっている状態が多く、type3 は関係する行動目的への活性度の伝搬が大きいため、複数の行動目的から絞り込むシステム主導が強く働いている。このようなシステム主導性に関して、今後はユーザの満足度等の点から評価を行う必要がある。一方、不一致の多くはユーザの目的変化に追従できていないものであった。これには、負方向への活性度の更新等、活性度更新アルゴリズムの改善により対処できると考える。

**4 まとめ**

ユーザの行動目的を推定することで、対話主導権を動的に切り替え、システム・ユーザ双方の対話ゴールを一致させる対話管理手法を提案した。また、本手法を用いた観光案内タスクにおける対話システムによる本手法の評価実験結果について報告した。

**参考文献**

[1] 渡邊, 永井, 石川: “ユーザの行動目標に基づく対話管理手法”, 日本音響学会平成 8 年度秋季研究発表会講演論文集, pp. 5-6 (1996).