

説得対話システムにおける対話制御に関する検討*

☆平岡拓也, Graham Neubig, Sakriani Sakti, 戸田智基, 中村哲 (NAIST)

1 はじめに

人の対話は実に多様であり、様々なタスクがある。従来の対話システムでよく取り扱われる対話のタスクとして、主に二つのものが挙げられる。一つは、ユーザ側の目標に沿った対話を行うものである。例として、航空情報システム [1] が挙げられ、システムは対話を通してユーザの目標を正確に推定する必要がある。もう一つは、ユーザ側の目標は明確ではなく、システムとユーザが相談することで目標を決定する対話を行うものである。この種の意思決定を支援する対話システムの例として、観光案内システム [2] が挙げられる。今後、対話システムの応用分野を広げていく上で、システムが取り扱える対話のタスクを多様化していくことが望まれる。

本研究では、システム側が特定の目標を持って対話を進め、最終的にシステム側が意図した行動をユーザに取りらせることを目的とする説得対話システムの構築に取り組む。本稿では、説得対話システムの対話制御部に対して、対話状態の確率的なモデル化とそれに基づくシステム応答決定処理 [3],[4] を適用する。また、話題誘導および興味推定といった説得対話に特化した手法を導入する。小規模な説得対話タスクにおいてシステムを構築し、その性能を実験的に評価する。

2 説得対話システム

本研究で扱う説得対話タスクとして、所属研究室を選定する学生に対して、特定の研究室へと勧誘する説得対話を対象とする。説得対話の一例を表 1 に示す。システムは、図 1 に示すように、各研究室が取り組んでいる研究分野と研究分野間の関係についての知識を保持しており、ユーザである学生からの応答に応じ、これらの情報を提示しながら、対話を進める。その際に、対話を通して、最終的にユーザがシステムの意図する研究室を選択するように、情報提示を行う。

3 説得対話制御モデル

ユーザを説得するためには、ユーザが研究室を選択する上で重視する決定要因（研究分野）を推定する必要がある。そのためには、現在の話題から勧誘目標とする研究室に関する話題へと対話を誘導する機能が有効であると考えられる。また、対話中におけるユーザの興味に応じて話題を展開することで、より自然な説得対話を実現できると予想される。そこで、

Table 1 想定する説得対話の一例。S はシステム応答発話を表し、U はユーザ応答発話を表す。システムは A 研究室への勧誘を行う。

発話文
S: どんな研究分野に興味がありますか
U: 対話やコミュニケーションに興味があります
S: 対話は A 研究室で取り組まれています
U: でもコミュニケーションはしてないんですね
S: コミュニケーションに興味があるんですね
S: 音声翻訳はコミュニケーション支援につながります
S: 音声翻訳に興味がありますか
U: はい、あります
S: 音声翻訳は A 研究室で取り組まれています
S: A 研究室に入ってはいかがですか
U: 入ります

これらの機能を備えた対話制御部を提案する。

3.1 ベースラインモデル

ユーザは自らの嗜好に合致した研究分野を扱っている研究室を選択すると仮定する。システムが勧誘目標とする研究室に関連する研究分野（以後、説得目標）に対するユーザの嗜好を利用して、最終的な勧誘（説得）を行う。ユーザの嗜好に合う研究分野はシステムにとって未知であるため、対話を通して推定する必要がある。そこで、対話状態を次式にてモデル化する。

$$P(e_k|A, O) = \frac{P(A, O|e_k) \sum_{e'_k} P(e_k|e'_k)P(e'_k)}{P(A, O)} \quad (1)$$

ここで、 e_k は研究分野 k に対するユーザの嗜好を表し、 A はシステムの直前の発話行為、 O はユーザの発話行為を表す。また e'_k はユーザとシステムの直前のターンにおける研究分野 k に対するユーザの嗜好を表す。対話状態に対するベイジアンネットワークによる記述を図 2(a) に示す。対話開始時点から現時点までの対話履歴は、マルコフ過程に基づき、対話状態（信念空間）として表現され、現時点における対話状態に基づき、システムの発話行為を決定する。

説得対話システムの発話行為として、現状の話題から所望の話題への誘導を導入する。システムは直前のユーザの発話の中の話題に着目し、その話題に直接関係のある研究分野から説得目標に最も近い話題を新しい話題として提示する。例えば、表 1 に示すシステムが A 研究室を推薦する対話例において、直前のユーザの発話「でもコミュニケーションはしてないんですね」には「コミュニケーション」が含まれている。この時、図 1 より、「コミュニケーション」は説得目標である「対話」と「音声翻訳」に直接関係があるので、「コミュニケーション」から「対話」か「音声翻訳」へと誘導する発話を行う。なお、表 1 の例では、「音声翻訳」へと誘導する応答を行っている。

3.2 説得に向けた対話戦略

ユーザに対し、説得目標とは異なる研究室が有利になる情報を提示することは、説得が失敗する可能性を高める危険性がある。そこで、システムがそのような話題を出来る限り避ける対話戦略を導入する。具体的には、説得対象とは異なる研究室に関連する情報や取り組んでいる研究分野については、可能な限り情報提示は避け、ユーザが要求した場合にのみ提示する。また、その際には、対話状態におけるユーザ嗜好状態に基づき、ユーザの研究室選びに大きく影響を与えないと推定される研究分野についての情報を優先的に提示する。

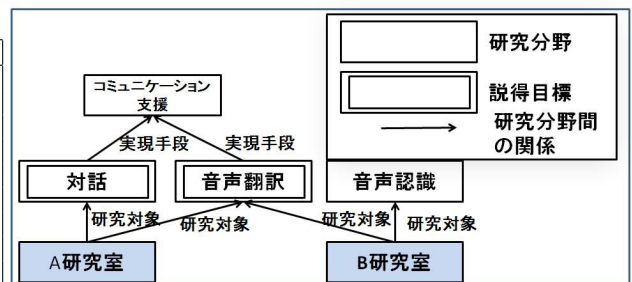


Fig. 1 システムが保持する知識の一例

*A study on dialog management in persuasive dialog systems. by HIRAOKA, Takuya, NEUBIG, Graham, SAKRIANI, Sakti, TODA, Tomoki, NAKAMURA, Satoshi (NAIST)

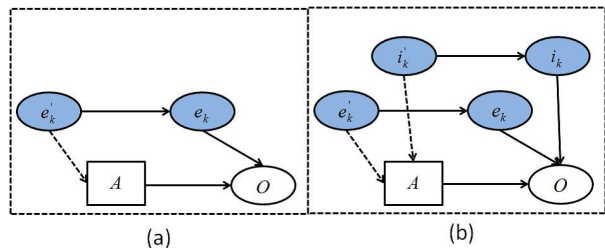


Fig. 2 ベイジアンネットワークによる対話状態の記述. (a) ベースラインモデル, (b) 興味状態推定を考慮したモデル.

Table 2 評価用システム

	対話戦略 (3.2 節)	ユーザの興味 (3.3 節)
System 1	考慮しない	考慮しない
System 2	考慮する	考慮しない
System 3	考慮する	考慮する

3.3 対話中の興味状態推定

説得対話では、ユーザの嗜好状態の推定に有益な情報を、対話を通して引き出す必要がある。その際に、ユーザの興味に沿って話題を誘導することで、より自然な対話を実現できると考えられる。また、多くの情報を自然な対話の流れで引き出す上で、ユーザの興味がある話題で対話を進めることは有益である。ユーザ嗜好に沿って同様のことを行うことも考えられるが、仮にユーザーの嗜好と合致する研究分野に関する話題のみを続けると、ユーザの興味は減少し、十分な情報を引き出せなくなる可能性がある。逆に、ユーザの嗜好とは異なる研究分野においても、それに関する話題に対して興味を示す際には、その話題を通じて多くの情報を引き出せる可能性もある。そこで、対話を通して変化していくユーザの興味状態を推定し、適切な応答を行うために、対話状態を次式にてモデル化する。

$$P(e_k, i_k | A, O) = \frac{\sum_{e'_k, i'_k} P(e_k | e'_k) P(i_k | i'_k) P(e'_k) P(i'_k)}{P(A, O) \cdot P(A, O | e_k, i_k)} \quad (2)$$

ここで、 i_k, i'_k はそれぞれ研究分野 k に対するユーザの現時点における興味と直前のターンにおける興味を表わす。その他の変数に関しては、式 (1) と同様である。この対話状態を用いることで、これまでの対話を通じて推定されるユーザの嗜好と興味を考慮して、システムの発話行為を決定することが可能となる。

4 実験的評価

4.1 実験条件

表 2 に示す 3 つのシステムについて評価を行う。説得対話タスクとして、A, B2 つの研究室の中から、システムが設定する研究室へと勧誘する対話を取り扱う。研究分野は 14 種類用意し、ユーザは対話を行う前に、嗜好に沿った研究分野を 2 つ選定する。各研究室が取り組んでいる研究分野、および、システムが勧誘目標とする研究室については未知という状況の下で、対話を開始する。なお、対話状態をモデル化する上で必要となる変数間の遷移確率や観測確率については、出来る限り適切な対話状態のモデル化が行われるように、人手により決定する。対話状態からシステム応答発話を選択する方策関数についても、各システムに対して、出来る限り適切な応答が生成されるように、人手で決定する。

音声認識誤り、言語理解誤り、合成音声による明瞭性低下などの影響を無くし、対話制御部のみの評価を行うために、ユーザとシステムの間の人を仲介させて、該当箇所を人手で代用する。被験者数は 9 人で

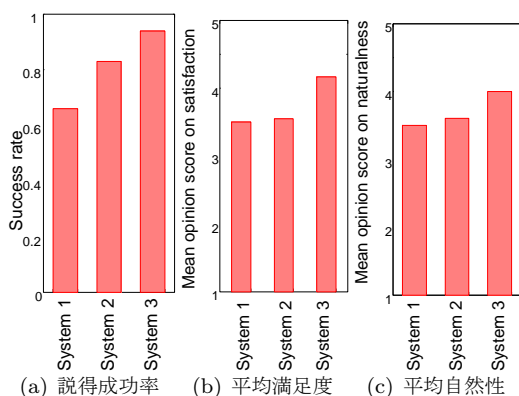


Fig. 3 評価結果

あり、各被験者は 3 つのシステムに対してそれぞれ 2 回対話を行う。以下に示す 3 種類の評価基準により、システムの比較を行う。

説得成功率 システムが勧誘目標とする研究室を、最終的に被験者が選んだ割合

満足度 利用者が対話に満足したかを 5 段階で決定。(1:満足でない, 3:どちらとも言えない, 5:満足である)

自然性 対話の自然性を 5 段階で決定。(1:自然でない, 3:どちらとも言えない, 5:自然である)

4.2 実験結果

説得成功率、満足度、自然性に関する結果を図 3 に示す。この結果から、各要因を考慮するほど評価が高くなる傾向がみられる。説得に向けた対話戦略とユーザの興味推定は、加算的に説得正解率の改善に寄与する。また、ユーザの興味推定は、満足度および自然性の改善に寄与する。説得成功率では、それぞれ、System 1 と System 2、System 1 と System 3 の間に有意差 ($p < 0.05$) がみられた。平均満足度では、それぞれ、System 1 と System 3、System 2 と System 3 の間に有意差 ($p < 0.05$) がみられた。平均自然性では、いずれの間にも有意差はみられなかった。

5 おわりに

本稿では、システムの意図した行動をユーザに取らせるように導く説得対話システムにおいて、対話制御部の構築を行った。対話状態を確率的にモデル化する仕組みを適用し、さらに説得に特化した話題誘導およびユーザの興味推定を導入した。主観評価実験を行った結果、話題誘導および興味推定により、システムの性能が向上することを確認した。今後は、実際の対話データに基づくシステムの最適化を行う。

参考文献

- [1] W. Ward, The CMU Air Travel Information Service: Understanding Spontaneous Speech, Proceeding HLT '90 Proceedings of the workshop on Speech and Natural Language, pp. 127-129, 1990
- [2] T. Misu, et al., Modeling Spoken Decision Support Dialogue and Optimization of its Dialogue Strategy, ACM Transactions on Speech and Language Processing, Vol. 7, pp. 10:1-10:18, 2011
- [3] E. Levin, et al., A Stochastic Model of Human-Machine Interaction for Learning Dialog Strategies, IEEE Trans. SAP, Vol. 8, No. 1, JANUARY 2000
- [4] J. D. Williams, S. Young, Partially Observable Markov Decision Processes For Spoken Dialog Systems, CSL, vol. 21, pp. 393-422, 2007