

対話システムにおける応答選択法の検討*

☆水上雅博 (NAIST), △木付英士, △野村敏男 (SHARP Corporation),
Graham Neubig, Sakriani Sakti, 戸田智基, 中村哲 (NAIST)

1 はじめに

高齢者や子供の話し相手, またはエンタテインメントとして, 対話自体を目的とした非タスク遂行型の対話システムの必要性が高まっている [1, 2]. 非タスク遂行型の対話システムの一例として, 家庭用ロボット等に搭載することを前提とした対話システムの開発が進んでいる [3]. また, 感情, 気分等に注目し, ユーザの状態を推定して対話戦略を変更することで, 特定の感情を喚起させる研究もおこなわれている [4, 5].

本研究では, 家庭用ロボットと日常的に対話を行うための要素として, 対話を通じたユーザの「快適度」に着目した用例ベース対話システムの実現を目指す. ユーザの状態や好みを考慮せず応答文を決定するために, 快適度の推定と協調フィルタリング [6] を用いた応答文選択手法を提案する.

2 快適度付き対話コーパスの収集

対話用例を用いた対話システムにおいて, 大量かつ多様な用例を用意することは重要である. 本研究では, 仮にユーザの発話が同一である場合においても最適な応答はユーザ毎に異なる点に着目し, 複数ユーザに対するシナリオベースの対話用例収集を行う. あらかじめ与えられた帰宅から翌朝の外出までの一連の動作とそれに伴うユーザの発話集に対し, 複数のユーザに「家庭用ロボットが発話すると快適だと思う応答」を書き出してもらい. これにより, シナリオに沿った一定の入力に対して一意な応答が割り当てられた用例集が複数得られる.

次に, 収集した用例集を用いて対話システムとユーザとの対話を収録する. 対話システムは与えられた用例集に従って, 対話システムへの入力に対応する応答を発話する. 対話はシナリオに沿ったユーザの発話に対して対話システムが応答を行うユーザ主導方式で行われ, 対話システムの応答の後にユーザは応答に対する反応や批評等のコメント発話を任意で行うことができる. また, 対話収録の終了後, ユーザ発話, システム応答, コメント発話の3発話 (tri-turn) を一つの区切りとし, 快適度を不快:1~快適:6の6段階でアノテーションする. 本研究では, ユーザ3人がそれぞれ5種類の用例集を用いた対話システムとの対話収録を行い, 各用例集にコメント発話が付与された計15件の対話から成る対話コーパスを構築する. 全体で, 630個の tri-turn と, それに含まれる164個のコメントから成る. tri-turn とアノテーションの例を Table1 に示す.

3 各ユーザの快適度最大化に基づく応答文選択法

3.1 用例ベース対話システムの概要

ベースラインとする用例ベース対話システムでは, ある用例集 e によって与えられる用例の入力 q と出

力 r のペア $\langle q, r \rangle \in e$ の中から, $\langle q, r \rangle$ の類似度 sim (例えば, コサイン類似度) を最大化する q を探し出し, \hat{r} を応答とする.

$$\langle \hat{q}, \hat{r} \rangle = \operatorname{argmax}_{\langle q, r \rangle \in e} sim(q', q) \quad (1)$$

この手法は, 対話コーパスから用例を学習するため, ルールベースに比べて作業量が少なく容易に実装可能である. また, 応答は用例の中からしか選択されないため, 出力され得る応答は既知である. 一方で, 常に同じ受け答えが行われたり, ユーザの状態によって応答を変更できないため柔軟性に欠ける. また, 複数の用例集を用いて応答に変化を持たせることも考えられるが, ユーザによって用例集に対する評価が異なるため, 一意に最良の用例集を定めることは難しい.

3.2 対話分析に基づく快適度推定

ある t 回目の tri-turn における快適度 $C(r_t, q_t)$ をユーザのコメント発話に基づいて推定する. 目的変数としてアノテーションされた快適度 c_t を用い, 説明変数に以下の要素を用いる.

- コメント発話 m_t が行われたかを示すフラグ $f_t \in \{0, 1\}$
- コメント発話 m_t の正規化された単語頻度ベクトル $\mathbf{w}_t = \{w_{t,1}, w_{t,2}, \dots, w_{t,N}\}$
- 過去 d 回の tri-turn における快適度の系列 $\mathbf{c}_t = \{c_{t-1}, c_{t-2}, \dots, c_{t-d}\}$

なお, 単語頻度ベクトルにはコーパス全体で3回以上登場した語を, 快適度の系列は過去10回の tri-turn を採用する. これを全ての tri-turn において用意し, 最小二乗法に L2 正則化項を加えたりッジ回帰モデル [7] を用いて学習する. 学習された回帰係数を用いて, コメント発話と推定された過去の快適度系列から, 現在の快適度を推定する.

3.3 協調フィルタリングを用いた応答文選択法

対話を通してユーザの快適度を推定し, 快適度を最大化する応答を協調フィルタリング [6] を用いて選択する応答文選択法を提案する. 3.1 節で述べた用例ベース対話システムでは, 入力 q に対して応答 r は一意に定まっている. しかしながら, 2 節で述べたコーパスでは複数のユーザによる応答が存在している. ここでは入力 q に対して複数の応答 \mathbf{r} を持つ用例の入出力ペア (q, \mathbf{r}) を想定し, 用例の入力とユーザの入力の類似度で決定された応答 \mathbf{r} の中からユーザの快適度を最大化するように応答を選択する.

応答文の選択は対話中のユーザの今までの応答に対する推定快適度列 $\mathbf{c}_{est} = \{c_{est, \langle q, r \rangle_1}, \dots, c_{est, \langle q, r \rangle_M}\}$ と, 学習に利用されたユーザ $u \in U$ の全ての応答に対する快適度列 $\mathbf{c}_u = \{c_{u, \langle q, r \rangle_1}, \dots, c_{u, \langle q, r \rangle_M}\}$ のコサイン類似度を予測の重みとして, ユーザ u がアノテーションした応答文 r の快適度 $C_{u,r}$ の重み付き和を計

* Examination of the reply choice in dialogue system. by MIZUKAMI Masahiro (NAIST), KIZUKI, Hideaki, NOMURA Toshio (SHARP Corporation), NEUBIG Graham, SAKTI Sakriani, TODA Tomoki, NAKAMURA Satoshi(NAIST)

Table 1 快適度付き対話コーパスの一例

用例	ユーザ発話	システム応答	ユーザコメント	快適度
A	今日は何かあったっけ?	カレンダーを確認してみてください	ちゃんと教えてよ	1
C	今日は何食べようかな	寒いし、おでんなんかどうですか?	いいね	6

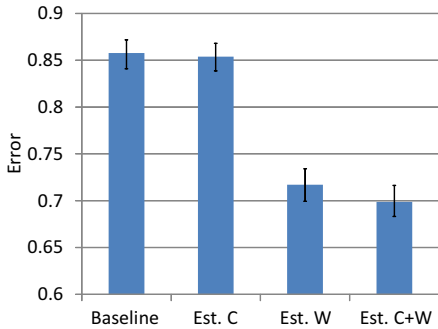


Fig. 1 快適度推定の精度

算することで、対話中のユーザが次の応答を受けたときに生じる快適度を推測し、それを最大化することで応答を決定する。

$$\hat{r} = \operatorname{argmax}_{r \in \mathbf{r}} \sum_{u \in U} C_{u, \langle q, r \rangle} \cos(\mathbf{c}_{\text{est}}, \mathbf{c}_u) \quad (2)$$

なお、対話中のユーザの推定快適度列は対話開始時点で全要素が0で初期化されており、tri-turnが終了するごとにに行われた応答に対応する推定値が順次追加される。

4 実験的評価

4.1 快適度推定法の評価

快適度推定の評価を行うために、収録した対話コーパスから対話ごとに一個抜き交差検定を行い、各 tri-turn における快適度のアノテーション値と推定値間の誤差を求めた。まず快適度系列 \mathbf{c}_t のみを用いた場合の推定結果 (Est. C)、単語頻度ベクトル \mathbf{w}_t のみを用いた場合の推定結果 (Est. W)、両者を利用した場合の推定結果 (Est. C+W) を Fig.1 に示す。また、参考までに快適度の平均値を推定値とした際の結果 (Baseline) も示す。なお、それぞれの結果の信頼区間を有意水準 $p < 0.05$ の Bootstrap Resampling を用いて求める [8]。

単語頻度ベクトル \mathbf{w} と快適度系列 \mathbf{c}_t の両者を用いて推定を行った場合、推定値と観測値との誤差が最小となった。

4.2 応答文選択法の評価

提案法の評価を行うために、提案法を実装した対話システムによる対話実験を行った。対話実験では、2節の対話収録と同じ条件で、シナリオに準じた対話を被験者と対話システムが行い、対話終了後に各 tri-turn において快適度の評価を行った。実験は対話コーパス収集とは異なる被験者3名 (20代, 男性) で行った。実験結果として、提案法を用いた際の平均快適度 (Est.) と被験者ごとの快適度、および、対話終了時における推定された被験者と学習データのユーザとの類似度の最大値 $\max_{u \in U} \cos(\mathbf{c}_{\text{est}}, \mathbf{c}_u)$ を Fig. 2 に示す。また、参考までに、2節で得られた用例を用いた全対話の全ユーザにおける対話の平均快適度も示す。

ユーザ依存性が強いいため、2節で得られた対話の平均快適度と提案法を用いた際の快適度を直接比較す

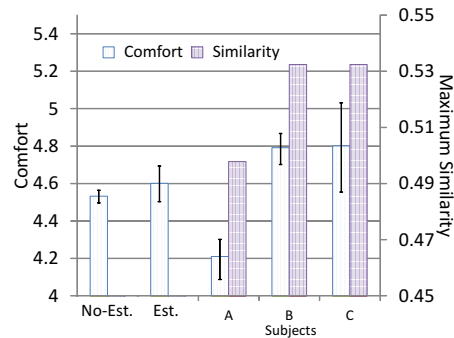


Fig. 2 提案法による快適度の評価

ることは難しいが、提案法はベースラインと同等以上の快適度が得られたことが分かる。被験者ごとの結果では、被験者 A の快適度が他の被験者に比べて低くなったが、この理由としてユーザ間の類似度推定がうまく行われなかったことが考えられる。より多くの学習データを与えることで類似の快適度評価傾向を持つユーザのデータが得られ、推定を正しく行うことが可能となり、快適度が向上すると期待される。

5 まとめ

本研究では、用例ベース対話システムにおいて快適度に着目し、ユーザの反応から快適度を推定する快適度推定手法と協調フィルタリングに基づく応答文選択法について提案し、実験を通してその性能を示した。今後は、応答文選択法で用いる用例と学習用コーパスのユーザ数を増やすことで、より高い快適度を持つ対話の実現を目指す。

参考文献

- [1] 山本, 小林, 横山, 土井. 高齢者対話インタフェース: 『話し相手』となって、お年寄りの生活を豊かに (言語・非言語コミュニケーション〜メタレベルのコミュニケーションへの接近〜). Vol. 109, No. 224, pp. 47–51, oct 2009.
- [2] 下村, 青山, 藤田. 自律型エンタテイメントロボットと音声対話. 言語・音声理解と対話処理研究会, Vol. 36, pp. 21–26, nov 2002.
- [3] 小林, 上田, 佐竹, 近間, 木戸出. 家庭内ユビキタス環境における対話ロボットの実稼動実験と対話戦略の評価 (ユーザインタフェースとインタラクティブシステム). 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 5, pp. 2023–2031, may 2007.
- [4] N. Lubis, S. Sakti, G. Neubig, T. Toda, A. Purwarianti, and S. Nakamura. Emotion and its triggers in human spoken dialogue: Recognition and analysis. In *Proc IWSNDS*, January 2014.
- [5] *Predicting and Eliciting Addressee's Emotion in Online Dialogue*, Proc ACL, 2013.
- [6] 土方. 情報推薦・情報フィルタリングのためのユーザプロファイリング技術. 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 365–372, may 2004.
- [7] A. E. Hoerl and R. W. Kennard. Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics*, Vol. 12, No. 1, pp. 55–67, 1970.
- [8] P. Koehn. Statistical significance tests for machine translation evaluation. In *Proc. EMNLP*, pp. 388–395, 2004.