

特定の話題に関する対話エージェントの実現に向けた 特徴語に基づく応答法の検討

今野陽子^{†1} 山下晃弘^{†2} 松林圭^{†2} 松原良和^{†2}
西谷雅史^{†3} 鈴木恵二^{†4} 川村秀憲^{†5} 井上祐寛^{†6}

概要: 実務や生活の支援としてユーザの発話に対して自動的に応答するチャットサービスなどの会話型インターフェースを用いる機会が増え、相談窓口などの専門性の高い分野での応答の自動化が期待されている。本研究では、特定領域の話題において自動的な会話を実現する対話エージェントの設計について、実際の会話データ分析から検討を行った。ユーザの発言からその趣旨となる特徴語とユーザの状態を抽出して、それらに基づく応答候補を提示する対話エージェントの開発事例について報告する。また、この設計に基づいて適用した2種の事例についても紹介する。

キーワード: 対話, エージェント, タスク指向, 特徴語

Examination of Response Method based Feature Word for Dialogue Agent on a Specific Topic

YOHKO KONNO^{†1} AKIHIRO YAMASHITA^{†2} KEI MATSUBAYASHI^{†2}
KAZUHIRO MATSUBARA^{†2} MASASHI NISHITANI^{†3}
KEIJI SUZUKI^{†4} HIDENORI KAWAMURA^{†5} TAKUHIRO INOUE^{†6}

Abstract: Interfaces responding to user request automatically like chat service for business or life support are increasing. The automation of the response in the specialty field such as help desks is expected. We examined the design of the dialogue agent which realized an automatic response in the topic of specific domain from real dialog corpus analysis. In this study, feature words and states for user purpose are extracted from the user talk. We developed dialogue agent system respond based on those feature words and states. Two verification examples are introduced that those applied based on this design.

Keywords: Dialog, Agent, Task Oriented, Feature Word

1. はじめに

近年、実務や生活の支援として利用者の発話に対して自動的に応答する会話型インターフェースを用いる機会が増えている。企業内や顧客対応の現場においてチャットサービスが用いられることも少なくない。チャットサービス上の投稿データ分析や、会話コミュニケーション支援の研究も取り組まれている。一方で、コスト削減や品質向上を目指して、チャットにおける対話の自動化を目的とする対話エージェントに関する研究が盛んになってきた。対話エージェントには、予約システムやリマインダなど特定のタスクに特化しているタスク指向型エージェント、より自然な会話を目的とした非タスク指向型対話エージェントがある。後者は人間との日常の雑談や多岐に渡る話題を扱い、親近

感や癒しをもたらすことも期待される。前者においては、ヘルプデスクやテクニカルサポート、カスタマセンターといった相談窓口における、専門性の高い分野での形式的な応答の自動化が期待されている。

本研究では、ある限られた特定領域の話題において自動的な応答を実現する対話エージェントの設計・構築方法を、対話進行過程の分析を行った研究に基づいて検討した。分析対象の対話は、相談する者(利用者)と相談に応じる者(担当員)が、特定領域の話題について対話を重ねて合意を形成するものである。対話の進行過程は、利用者の反応に応じて、適したアドバイスを担当員が行う。

本稿では、この会話コミュニケーションの仕組みに着目して、発話者の特徴語と状態に応じた応答方法について検討している。但し本稿では、継続的な対話ではなく、発話時の状態に着目した一問一答型の対話を扱っている。以下では、2章で対話処理に主な関連する研究として、医療コミュニケーション会話や健康アドバイスシステムなどの研究を取り上げて紹介する。3章では、本研究の対話エージェント設計の基となる対話構造について分析する。4章では、対話エージェントの全体構成について説明する。5章と第6章では、適用例として、それぞれ特徴語と状態に着

^{†1} (株)調和技研

CHOWA GIKEN Corporation

^{†2} 東京工業高等専門学校 情報工学科

Depart of Computer Science, National Institute of Technology, Tokyo College

^{†3} エースチャイルド

A's Child Inc.

^{†4} 公立はこだて未来大学

Future University Hakodate

^{†5} 北海道大学 大学院 情報科学研究科

Hokkaido University

^{†6} (株)クレスコ 技術研究所

Cresco Ltd.

目した2つのケースを紹介する。適用例の1つ目は、食事と健康をテーマとした対話であり、特定領域の特徴語に基づく応答方法構築のために必要な、対話に出現する特徴語の獲得に主眼を置いて、Web上の情報を利用した獲得方法について提案する。2つ目は、対話エージェントとロボットを組み合わせ、展示会場での来場者の状態に応じて案内を行った適用例について示し、システム構成と実用の結果から対話エージェントの有効性、拡張性について考察する。

2. 関連研究

会話や自然言語処理に関する研究において、本研究の対話の処理や機能の観点で重要なものを以下に紹介し、本研究との関わりを示す。

(1) 医療コミュニケーション会話のモデリング

特定の保健指導会話の流れを分析し、会話コミュニケーションにおける相互信頼感の形成過程に着目した認知科学モデルとして、関心擦り合わせの概念(共関心モデル)を提示している[1]。保健師は受講者個別の事情に合わせたアドバイスを与え、受講者は関心や提案に対する正負反応や受諾拒絶反応を示す発言を行っている。対話の構造は、論点の合意形成、信頼感構築を目指す大局的構造と、関心と提案の交換による局所的構造から成立する。本研究では、局所的構造に着目した対話を対象としている。

(2) 対話エージェントの応答方法

対話システムの応答方法には、パターンに沿って用意されたルールテンプレートをを用いるなどのルールベースの方法、対話ログを用いて統計的手法などで対話文脈に合うものを抜粋する抽出ベースの方法、機械翻訳の仕組みを利用した深層学習によって応答を組み立てる生成ベースの方法がある[2][3]。本研究の応答方法は、対話ログを基にして予め用意した専門的な知識を提示する抽出ベースを採用する。

(3) 専門家アドバイスに基づく健康アドバイスシステム

クライアントが入力する1日の食事に関するテキストに対して、食事に関する特徴語とその状態を取得してコンセプト化(抽象化)を行い、管理栄養士およびインストラクターによる食事指導のログに基づいた評価アドバイスを出力する[4]。元々ログに紐づいていたログと、現在入力されたテキストの類似度を計算して提示する。本研究においても、特徴語と状態に基づいた応答候補を抽出し、応答候補の確からしさを評価する指標の一つとして、発話の類似度を計算する。

(4) 特徴語の獲得方法

インターネット上に存在する人が作成した一般的な大量の文書を利用して、傾向分析や応答候補文を取得する研究が盛んである[5][6]。本研究では、これらの人がやりとりする情報を、タスク指向型対話エージェントが扱う特徴語の獲得に利用する。特定領域の話題に関する対話において、

話者の焦点や関心事として出現する特徴語を獲得する方法について提案する。

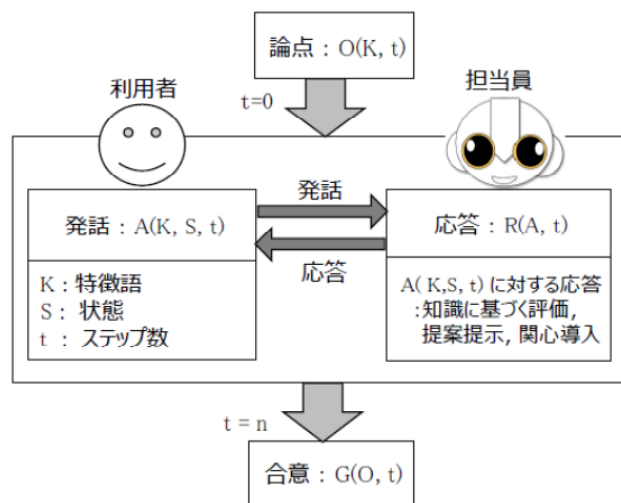


図1. 対話の機能要素と進行

3. 対話の構造分析

3.1 対話の構成要素

特定領域の話題に関する専門的な応答方法を検討するにあたり、対話処理について以下の機能要素を設定して整理し、図1に示す。これらの要素は前章(1)保健指導会話、および(3)健康アドバイスを参照し、会話モデルを基に応答の要点を健康アドバイスから採用して、拡張を行っている。(下記の括弧内…は参考として健康をテーマとする対話に関して例を挙げている。)但し(1)について、認知科学の観点から目的として対話による二者間の信頼関係を形成することが望ましいが、以下には取り入れていない。

- (1) 目的: 合意形成
- (2) 論点: 合意を形成する事柄 (…体調管理や生活改善のために心掛ける日常の行動目標など)
- (3) 関心: 合意形成に関わる主観的な価値の判断基準
- (4) 提案: 合意の候補となる案
- (5) 特徴語: 特定領域の対話において各発話の中の焦点となる専門的あるいは特徴的な名詞
- (6) 状態: 特徴語に対する状態 (…健康に関する「どうした」や正負や諾否判定に当たる語)
- (7) 対話の大局的構造: 論点の合意形成 …目的の達成
- (8) 対話の局所的構造: 関心の擦り合わせ、発話と応答の対であり対は一对とは限らない
- (9) 発話: 利用者による発話、特徴語と状態を含む
- (10) 応答: 担当員による専門的な知識に基づく評価や提案の提示、関心の導入

3.2 対話の進行

利用者は専門的な相談や問合せを行い、担当員は利用者が何を求めているかの意図を汲み取ることで、発話に適し

た応答を行う。利用者と担当員の間では、ある話題に特徴的な語を中心として発話と応答を交わし(局所的構造)、対話の大局的構造は論点の合意を形成する。仮に健康に関する話題を例とした場合、利用者は体調管理や生活改善についての相談事や出来事を発話して、担当員は利用者の特徴語と状態を評価し、改善策を提案する、あるいは利用者により接近し理解を深めるために、現在の焦点に関連する別の関心事を持ち出して応答する。その際、利用者の発話には担当員が反応すべき焦点となる特徴的な表現が含まれることを前提として、状況に相応しい応答を提示する対話エージェントの構築を目指す。本研究では、対話処理の導入段階として局所的な対話、すなわち一問一答の対話に主眼を置いた対話エージェントを設計する。

4. 対話エージェントの構成

4.1 対話処理の全体構成

対話エージェントの構成を図2に示す。まず、本対話エージェントシステムでは、専門的な会話の一つの発話中において、その発話で焦点となる名詞を「発話キー」と定義し、その発話キーに対する状態を示す単語を「状態キー」と定義する。発話から発話キーと状態キーを抽出して、それらを用いて会話の分類、状態の判断を行い、複数の応答候補を抽出する。応答候補の中からどの応答を実際に採用するかは評価関数によって決定する。

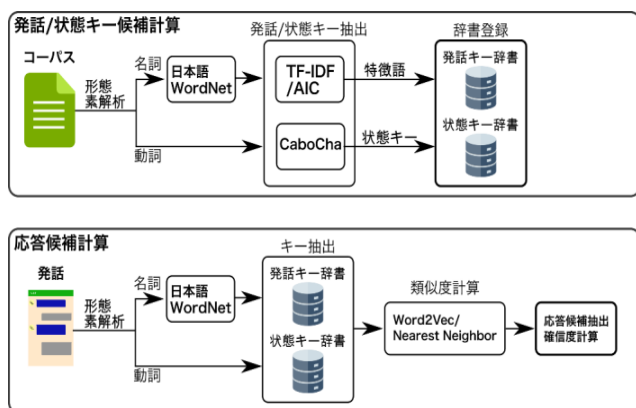


図2. 対話処理の全体構成
発話/状態キー候補計算(上) および応答候補計算(下)

4.2 発話キーと状態キーに基づく応答方法

本研究では、ある特定領域における発話の発話キーは、その領域に特徴的な単語が多く出現すると仮定する。例えば健康の領域を話題とした会話であれば、健康に関する単語が発話キーとして多く出現すると仮定する。そこで、インターネット上から特定領域に関する文書を収集し、その領域に頻出する特徴語を抽出することで発話キー候補

単語の辞書を予め作成し、その辞書に基づいて発話キーを抽出する。状態キー候補単語の抽出には、発話キーを修飾する動詞と形容詞を抽出する。

応答候補を抽出する際には発話キー、状態キーの一致する文書か Word2Vec[7]を用いて発話キー、状態キーをベクトル化したものを Nearest Neighbor 法によって、類似度が高い発話キー、状態キーを抽出し、応答候補を求める。

複数の応答候補のランキングは、評価関数によってスコアを計算し、評価が上位の応答候補を提示する。評価関数には2つの指標を用いる。一つ目は過去の応答において、その応答候補が提示された正答率であり、二つ目は現在の発話と、各応答候補に対として紐づいていた発話の類似度を計算する。

5. 適用事例1: 特定領域の特徴語に基づく応答

5.1 発話キーと状態キーの獲得方法

本章では、対話処理の前段となる発話キーと状態キーの獲得方法に主眼を置く。対話エージェントは発話から発話キー、状態キーを読み取り応答するため、特定領域の文書を手掛かりにして対象となる発話キー候補、状態キー候補となる語を獲得する方法について示す。

発話キー候補単語は、インターネット上から特定領域に関係する文書、および一般的な文書を収集し、これらの文書を形態素解析システムの McCab[8]を用いて名詞を抽出し、特徴量の計算に基づいて決定する。特徴量の計算アルゴリズムは自然言語処理の特徴抽出として一般的に精度が高いと言われている TF-IDF と、プロフィール推定において高い精度を持つと言われている赤池情報量基準(AIC)[9][10]を用いて計算を行い精度の比較を行う。また、インターネット上から収集する文書には表記の揺れや新語が含まれる可能性があるため、形態素解析には定期的に新語に対応を行っている辞書 NEologd[11]を用い、名詞は日本語 WordNet[12]を用いて単語をより広い意味の上位語へ変換を行う。状態キー候補単語の抽出には SVM に基づく係り受け解析器 CaboCha[13]を用いてその名詞を修飾する動詞と形容詞を抽出し、結果を状態キーとする。

5.2 特定領域データの適用

発話キー候補単語の獲得方法の有効性を評価するため、実際に食事と健康をテーマとする会話データを用いて検証を行った。検証は、前述の(1)文書から獲得する方法で辞書を生成して抽出した場合と、(2)会話データから人手で発話キーを抽出した場合と、で、比較検証を行った。

(1)の提案の方法を用いて発話キーを抽出するため、インターネット上からヘルスケアやダイエットなどの食事と健康に関する文書と、一般的な文書の収集を行った。前者の食事と健康に関する文書については、ウェブサイトを目視によって対象領域の文書判断を行い、約1万件を収集した。また、一般的な文書については①Wikipedia の全記事、②

SNS(Twitter)[14]上の記事約 1000 万件、③食事と健康以外のウェブサイトの記事約 3 万件、の 3 つのコーパスを作成して利用した。なお、収集した単語はゆらぎの影響を軽減するために、日本語 Wordnet による上位語への変換を行った場合と上位語への変換を行わなかった場合の両方で検証を行った。検証に用いた比較手法を図 3 に示す。

発話キーの獲得方法の比較	使用データ	特徴抽出方法	上位語変換
(1)インターネット上の文書から獲得した発話キー	特定領域に関する文書	TF-IDF AIC	WordNet 使用 WordNet 未使用
	一般的な文書 ①Wikipedia ②Twitter ③関連文書以外		
(2)会話データから人手で抽出した発話キー	(2-a)重複のある発話キー (データ中の発話キーの出現数で計算するため)		WordNet 使用
	(2-b)重複を除いた発話キー		WordNet 未使用

図3. 比較手法の一覧

5.3 特徴抽出の計算結果

図 4 に Wordnet を使用せず単語をそのまま計算した結果(図 4 上)と、Wordnet で上位語に変換した結果(図 4 下)の一部をそれぞれ示す。Wordnet で上位語に変換するか否かに関わらず、TF-IDF では、一般的な文書としていずれのコーパスを用いても、計算結果の上位となる単語はほぼ変化がなかった。一方で、AIC ではコーパスによって単語の順位に大きく変化が現れた。そのため TF-IDF の方が AIC よりも有効な特徴抽出の方法であると言える。

TF-IDF		AIC	
Wikipedia	計算値	Wikipedia	計算値
効果	0.4373	効果	97786
ダイエット	0.2819	ダイエット	91380
カロリー	0.2348	ありません	84494
場合	0.1823	おすすめ	81214
摂取	0.1671	気	76725
そう	0.1613	摂取	74560
筋肉	0.1477	健康	71898

TF-IDF(WordNet)		AIC(WordNet)	
Wikipedia	計算値	Wikipedia	計算値
事象	0.3873	絶食	90948
要素	0.2489	ありません	84494
栄養分	0.2307	おすすめ	81214
絶食	0.1851	要素	77929
超分子	0.1692	生体機能	76149
生体機能	0.1682	事象	75843
アクティビティ	0.1658	提案	71870

図4. AIC/TF-IDF の計算結果の例

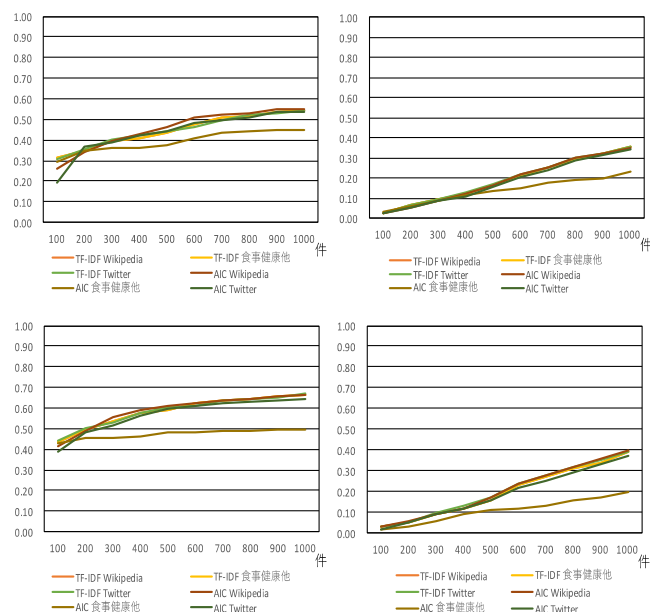
Wordnet 未使用の単語による計算結果(上) および
Wordnet で上位語に変換した単語による計算結果(下)

5.4 人手で抽出した発話キーとの比較

獲得精度の比較として、健康と食事に関する会話データから人手で抽出したときの発話キーを正解データとして、提案手法で抽出された発話キーがどのくらい正解データを

網羅しているか計算を行った。その際、人手で抽出した文書では複数の文書に同じ発話キーが存在することがあり、(2-a)単語が重複していた場合と、(2-b)単語の重複を除いた場合をそれぞれ計算し、その結果を図 3 に示す。図 5 は上に WordNet を使用していないもの、下に使用したものを示し、そのうち左が(2-a)重複が含まれているもの、右が(2-b)重複を除いたものをそれぞれ示している。提案手法で計算した単語の上位 100 件ごとに範囲を増やした結果、使用データ③で AIC を求めたものを除いてそれぞれのグラフ内で同じような傾向が現れた。

人手で抽出した発話キーにおいて重複を除いたものと比較した場合、WordNet を使用していない方の網羅率はほぼ比例しながら増加した(図 5 右上)。上位 1000 単語で Wordnet を使用しない方が約 35%(図 5 右上)、使用したほうが約 40%(図 5 右下)となった。一方、重複あり(発話キーの出現数からみた網羅率)は、上位 700 単語から Wordnet を使用しない方が約 55%(図 5 左上)、使用したほうが約 65%(図 5 左下)となった。



(2-a)重複ありとの比較 (2-b)重複なしとの比較

図5. 発話キーの網羅率の計算結果

提案獲得手法と人手による抽出の比較

Wordnet 未使用の単語による計算結果(上) および
Wordnet で上位語に変換した単語による計算結果(下)

6. 適用事例 2 : 動線状態に基づく応答

6.1 特徴語と状態に基づく応答方法の利用

本章では、対話処理の特徴語と状態に基づく応答の仕組みを利用し、対話エージェントを展示の説明と誘導に利用した実例について報告する。図 6 は、実際に適用した展示

会場の概略図である。本例では、対話エージェントをロボットの対話処理機能として応答内容を受け渡しして、展示空間の各エリアにおいて来場者に展示品の機能や特徴について専門的な説明を行う。尚、展示エリアに決められた順路はなく、自由に巡回できる。以下に来場者（利用者）の行動や要望について想定される主な項目を挙げる。

- (1) 目的や関心のある展示が揃っている。
- (2) 同じ展示エリアに1回以上訪問、あるいは1回も訪れない可能性がある。
- (3) 気になる展示は長めに観て、それ以外は早めに観る。
- (4) 展示品を観ると共に、その説明について掲示版を読む、あるいはパンフレットを確認する場合もあるが、観ながらポイントを音声で聴くことができると嬉しい。
- (5) 説明が音声で流れると、知らなかった知識も得ることができる。

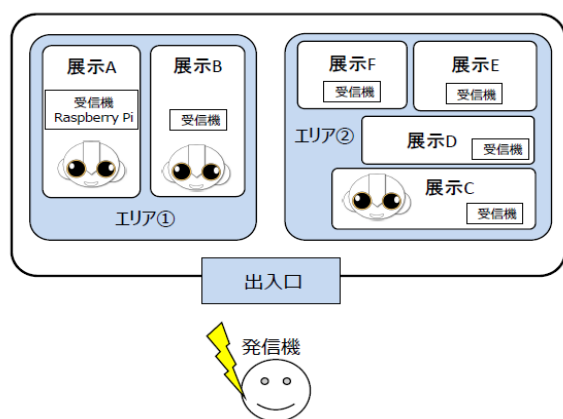


図6. 展示会場の簡略図

一方で、展示員（担当員）の要望はより様々に考え得るが、主に以下のような項目が推測される。

- (1) 全ての展示エリアを巡回して、楽しんでもらう。
- (2) 専門的な説明について、品質の向上を図る。
- (3) 利用者の状況に応じて、説明や案内を行う。
- (4) 相談に応じ、アドバイスする。
- (5) 来場の目的や関心事を知る。
- (6) 展示会場の動線を知る。人気のある展示を知る。
- (7) 感想、要望をヒアリングする。
- (8) 満足してもらい、リピーターをつくる。

展示会場で説明を行う場合は、展示エリアごとに展示員が様子を見て説明を行う体制が考えられるが、対話エージェントがセンサなどで来場者を見つけて、説明を行うことも可能である。そこで、本例では展示品付近に来場者が接近したことを検知し、それを状態として対話エージェントが説明を行う。まだ訪問していない展示エリアへ誘導を促すことも、来場者の動線を捕えることができれば可能である。

6.2 展示訪問の状態値に基づく誘導検証

本例で適用した対話処理の流れについて示す。まず、来場者は受付で発信機（Bluetooth 信号）を受け取り、各展示エリアとロボット付近には受信機を設置しておく。対話エージェントシステム上では発信機により、各受信機に接近する来場者を特定することができる。対話エージェントは来場者が接近したことを検知して、挨拶などを話しかけて、その人が初回の訪問（その受信機への接近）であれば、該当の展示について説明を行う。各来場者が、どの展示エリアに行ったかの状態値を控えておき、訪問していない展示があれば訪問を促す案内をする。同じ展示エリアに2回以上行った場合、例えば「コレはいいよね」（コレは展示品を指す）といった説明以外の内容をはしゃげる。

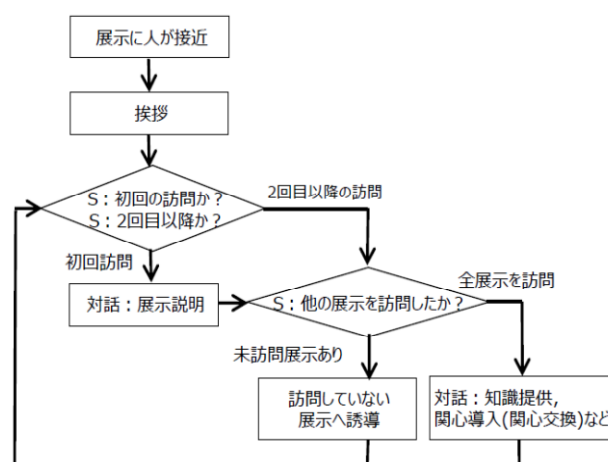


図7. 展示における対話処理の流れ

本例では、発話キーは展示に関する特徴語であり、状態キーは来場者がその展示を訪れたかどうかの動きの状態値を取得する。応答候補と特徴語は、展示説明と誘導のために予め用意する。ロボットは、小型のコミュニケーションロボットである Sota（ヴイストン製）を採用し、Sota3 台を、クラウド上の1つの対話エージェントシステムで管理する。

6.3 対話エージェントによる展示説明の検証結果

展示会場への対話エージェントの導入によって、以下の仕組みや機能がもたらされることになる。

- (1) 展示を観ながら音声による専門的な説明を提供する。
- (2) まだ観ていない展示エリアへ誘導する。
- (3) 展示巡回の動線を取得する。
- (4) 目的や関心事などについてヒアリングする。

対話エージェント単独の効力ではないが、ロボットに実装したことについて、特に子供が接近する光景が多くみられた。また、年齢を問わず「ありがとう」「ほんと?」「またね」といった内容で話しかける姿も度々確認された。こ

れらは、他のロボットを見つけることによって巡回を楽しんだり、ロボットの存在が展示を体験するという効果につながることを示唆している。なお、ヒアリングや動線などのデータについては、今後報告していく予定である。

7. まとめ

本研究では、特定領域の話題において自動的な応答を実現するタスク指向型対話エージェントの設計について、対話進行過程の分析研究に基づいて検討し構築を行った。

- (1) 分析対象の対話は、利用者と担当員が、専門的な話題について対話を重ねて合意を形成するものであるが、本研究では対話の局所的な一問一答に主眼を置いて、特徴語と状態に着目して自動で応答する対話エージェントについて検討し、設計と構築を行った。
- (2) 上記の対話エージェントの応答方法について、特定領域期の発話キーと状態キーの候補単語を、Web上のデータから獲得する方法について検討し、食事と健康の分野において実際の会話データから実用性の検証を行った。結果、発話キーを700～1000単語用いることで60%以上の精度で発話キーを正しく抽出できていることが明らかになった。
- (3) 上記の対話処理の特徴語と状態に基づく応答の仕組みを利用して、対話エージェントをロボットの対話処理機能として応答内容の受け渡しを行い、展示の説明と誘導に実用し、その有効性を示した。発話キーは展示品に関する特徴語を用いて、状態キーは来場者がその展示を訪れたかどうかの動きの状態値を取得した。

謝辞 本研究は、株式会社クレスコ技術研究所との共同研究「会話エージェントサービスに関する研究」として取り組んでいます。また、6章の事例、展示の案内については、東京ガス株式会社新宿ショールームにおいて検証実験の機会を提供していただき、応用脳科学コンソーシアム「エージェント AI と環境知能研究会」の研究の一環として取り組んでいます。皆様の多大なご支援に深謝致します。

参考文献

- [1] 片桐恭弘, 石崎雅人, 伝康晴, 高梨克也, 榎本美香, 岡田将吾. 会話コミュニケーションによる相互信頼感形成の共関心モデル. 認知科学, Vol.22.No.1, pp.97-109, (2015)
- [2] 東中竜一郎. 対話システムの研究動向-対話システムは次世代のインターフェースになるか-. 情報処理, Vol.57, No.10, pp.972-973 (2016)
- [3] Xianchao Wu, Kazushige Ito, Katsuya Iida, Kazuna Tsuboi, Momo Klyen. りんな: 女子高生人工知能. 言語処理学会, 年次大会発表論文集, pp.306-309, (2016)
- [4] 岡照晃, 栗村誉, 荒巻栄治, 川原大輔, 黒橋禎夫. おしゃべりけんこうノート: 管理栄養士・インストラクターに基づく健康アドバイシステム. 言語処理学会, 年次大会発表論文集, pp.461-464, (2016)
- [5] 稲葉通将, 神園彩香, 高橋健一. Twitter を用いた非タスク指向型対話システムのための発話候補文獲得. 人工知能学会論

- 文誌 Vol.29,No.1, pp.21-31 (2014)
- [6] 吉村健. しゃべってコンシェルと言語処理. 研究報告音声言語情報処理, pp.1-6 (2012)
 - [7] Word2Vec. <https://code.google.com/p/word2vec/>
 - [8] Mecab. <http://taku910.github.io/mecab/>
 - [9] 池田 和史,服部 元,他. マーケット分析のための Twitter 投稿者プロフィール推定手法. 情報処理学会論文誌, コンシューマ・デバイス & システム, Vol.2, No.1, pp.82-93 (2012)
 - [10] Akaike Hirotugu. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on automatic control Vol.19, No.6, pp.716-723 (1974)
 - [11] mecab-ipa-neologd: <https://github.com/neologd/mecabipadicneologd>
 - [12] 日本語 WordNet. <http://nlpwww.nict.go.jp/wn-ja/>
 - [13] CaboCha. <https://taku910.github.io/cabocha/>
 - [14] Twitter: <https://twitter.com/>