

〔論文〕

音声対話システムにおけるユーザ発話文の解析処理

高橋 雅仁*¹

Analysis Method for User Utterances in Spoken Dialogue Systems

Masahito TAKAHASHI*¹

Abstract

With the development of ICT (Information and Communication Technology), it has become possible to remotely operate air conditioners at home using a smartphone. Additionally, the elderly can obtain information such as news and weather forecasts available on the internet using pet robots or AI (Artificial Intelligence) speakers. To realize such functions, a spoken dialogue system capable of responding to the spontaneous utterances of a user is indispensable. In this study, 251 user utterance sentences that were included in 56 dialogues for operating an air conditioner and for obtaining weather forecast information using a spoken dialogue system were classified into three levels according to the degree of difficulty of the language analysis process. The classification results depict that level-1 sentences, which have the lowest analysis difficulty, account for 70% of the total utterances, whereas level-2 and-3 sentences account for 17% and 13%, respectively. Subsequently, I describe the semantic representation forms using case frames and an analysis method for user utterance sentences.

Keywords : spoken dialogue system, spontaneous utterance, sentence analysis, semantic representation form

1. はじめに

ICT (Information and Communication Technology) の進展により、スマートフォンを用いて遠隔地から家庭内のエアコンや照明、浴槽の操作を行ったり、あるいは、機器の操作に不慣れな高齢者になり代わってペットロボットやAIスピーカが家庭内の機器の操作やインターネットを利用したニュースや天気予報等の情報入手を行ったりすることができる環境が整いつつある⁽¹⁾。また、本学では、IML (Intelligent Mobility Laboratory) を中心に、障がい者や高齢者が介護者の助けを得ずに対話によって目的地への移動が可能な電動車椅子に対話処理機能や位置検出機能等を組み込んだパートナーモビリティの開発が進められている⁽²⁾。これらの機能を実現するためには、ユーザの自由な発話に柔軟に対応できる音声対話システムが不可欠となる⁽³⁾。

本研究は、本学で開発中のパートナーモビリティで用いる音声対話システムにおいて比較的柔軟な対話を可能とするための言語解析処理の試案を示すことを目的とする。本稿では、まず、音声対話システムの言語処理部が処理対象とするユーザ発話文を言語解析処理の難易度の観点から分類した結果について報告する。なお、分析対象としては、パートナーモビリティの用途を想定して収集された対話文例を用いることが望ましいが、今回は、比較的、発話パターンが類似していると考えられる(財)九州システム情報技術研究所(現(公財)九州先端科学技術研究所)において家庭用の音声対話インタフェースの研究のために収集されたエアコンの操作、および、天気予報情報の入手のための56の対話文例を用いることにする。続いて、このように発話シーンが比較的限定され、発話意図も明確である場合のユーザ発話文に対する意味表現形式、および、ユーザ発話文から意味表現を得るまでの解析処理手順について検討した結果を報告する。

本研究では以下のような音声対話システムを想定している。まず、言語処理部⁽⁴⁾は、ユーザの発話を音声認識して得られた入力文(テキストデータ)を入力データとして受け取り、その入力文に対して形態素解析、音声認識誤りの訂正、係り受け解析などの処理を行った後、入力文に対する意味表現を生成し、出力する。入力文に対する意味表現は、格文

*¹ 情報ネットワーク工学科
平成29年11月13日受理

法⁽⁵⁾に基づく動詞を中心とする格フレームの1個以上の組として表現され、プランニング部に渡される。次に、プランニング部は、入力文に対する意味表現からユーザの意図を汲みとり、機器に対する操作指示や情報提供サイトへのクエリを生成する⁽⁶⁾。

2. 対話文例

エアコンの操作、および、天気予報情報の入手のための56の対話文例の一部を示す。この対話文例では、電話を用いた対話処理を想定している。ここで、[C]はコンピュータの発話、[M]はユーザの発話である。ユーザが指示した内容については、コンピュータがその内容の確認を行い、ユーザが承認すれば、操作の実行に移る。また、必須の設定項目についてユーザが指示を行っていない場合はコンピュータからユーザに回答を促す質問を行う。未設定の項目が複数個ある場合、質問は1項目ごとに行う。また、デフォルト値が設定されている設定項目については、指示が省略された場合、そのデフォルト値が使用されることをユーザに確認するものとする。たとえば、エアコンの操作開始時刻として、現在の時刻がデフォルト値となっている。

- (1) ユーザが1回ですべての指示を行う対話例
- [C] はい、ホームサービスの受付けです。
 [C] ご用件をおっしゃってください。
 [M] 居間のエアコンのスイッチを午後9時に入れてください。
 [C] 居間のエアコンのスイッチを午後9時に入れるのですね。
 [M] はい、そうです。
 [C] 了解しました。居間のエアコンのスイッチを午後9時に入れます。
 [C] お電話ありがとうございました。
- (2) ユーザが数回に分けて指示を行い、かつ、指示の変更、追加がある対話例
- [C] はい、ホームサービスの受付です。
 [C] ご用件をおっしゃってください。
 [M] 天気予報を教えてください。
 [C] 明日の福岡の天気予報ですね。(注)「明日」、「福岡」はデフォルト値の確認
 [M] いいえ、大阪の来週の週間予報をお願いします。
 [C] 大阪の来週の週間予報ですね。
 [C] しばらくお待ちください。
 [C] 来週の大阪の天気は週の前半は晴れ、後半からは雨模様となるでしょう。
 [C] お電話ありがとうございました。

3. 解析処理の難易度による入力文（ユーザ発話文）の分類

56の対話文例に含まれるユーザ発話文計251文に対して、それらを解析処理の難易度によって以下の3つのレベルに分類した。

- ・レベル1：名詞のみの受け答えや修飾句のない口語表現の単文である。
- ・レベル2：修飾句を含む、あるいは、助詞や文末表現の省略などがある口語表現の単文である。
- ・レベル3：重文や複文、並列句、倒置表現などやや複雑な構造を含む口語表現の文である。

ユーザ発話文をレベル分けした結果を表1に示す。表1より、解析処理の難易度が比較的低いと思われるレベル1の文が全体の70%を占めており、また、レベル2、レベル3については、それぞれ、全体の17%、13%を占めていることがわかる。これらのユーザ発話文は、全体的に文の構造が整っていないため、従来の書き言葉を主な対象とする解析手法をそのまま適用することは難しいと考えられる。しかしながら、全体の87%を占めるレベル1とレベル2の文については、文のパターンの特徴を利用することで、従来の解析手法に沿った解析処理が可能ではないかと推察される。以下、ユーザ発話文の分類結果の詳細を記す。

Table 1 Results of Utterance Classification

| レベル | 文数 (%) |
|-----------------------|-------------|
| レベル 1 (解析処理の難易度が低い) | 177文 (70%) |
| レベル 2 (解析処理の難易度がやや高い) | 42文 (17%) |
| レベル 3 (解析処理の難易度が高い) | 32文 (13%) |
| 計 | 251文 (100%) |

(1) レベル 1 (解析処理の難易度が低い)

- ・ 解析の必要がない単純な受け答え、挨拶表現の文である。
“はい.”, “はい. そうです.”, “いいよ.”, “ありがとう.”
- ・ 単純な受け答えの文である。
“あ, 必要です.”, “必要ありません.”, “いらない.”
- ・ 1語の名詞 (固有名詞を含む) である。
“リビング.”, “東京.”, “あさって.”
- ・ 「< (固有) 名詞 > + です。」の形の単文である。
“森田です.”, “えー, 高原です.”, “ダイニングです.”, “自宅です.”, “えー, 居間です.”
- ・ 修飾句を含まない単文である。
“エアコンを暖房にしてください.”, “25度に設定してください.”, “えー, 天気予報を知りたい.”
- ・ 単純な連体修飾句を含む単文である。
“リビングのエアコンです.”, “えーと, 2階の寝室です.”, “1月14日の天気をお願いします.”
- ・ 「< 名詞句 > + をお願いします」という形の単文である。
“エアコンの設定をお願いします.”, “今日の天気予報をお願いします.”, “えと前原市をお願いします.”

(2) レベル 2 (解析処理の難易度がやや高い)

- ・ 単文であるが、レベル 1 よりも表現がやや複雑である。
“暖房を, えー, 16時から, 23度で, 設定してください.”, “エアコンの温度を20度に設定してください.”,
“リビングのエアコンを, 1時間後につけてください.”
- ・ 係り受け構造がやや複雑な連体修飾句を含む。
“明日の, 横浜の天気を教えてください.”, “東京の明日の夕方.”
- ・ 助詞の省略などの口語的な表現を含む。
“エアコンとめて.”, “家のエアコンの設定をお願いします.”, “鹿児島お願いします.”, “今日の天気知りたい.”,
“東京を知りたい.” (東京の天気を知りたい.), “天気予報の検索をお願いします.”
- ・ 簡単な丁寧表現などを含む。 (「< 名詞句 > + をお願いします」は除く)
“大原と申します.”
- ・ やや複雑な文末表現を含む。連用中止, えん曲的な表現など。
“エアコンの温度の設定をしたいんですけど.”, “えーと, 温度を24度に, 暖房で設定したいんですけど.”,
“あさっての天気が知りたいんですけど.”, “明日土曜日の福岡地方の天気予報を知りたいのですが.”
- ・ 文末が省略されている文。体言止めの句。
“エアコンの設定.”, “エアコンの制御.”, “温度を24度.”, “天気予報の検索.”, “今日の天気.”
- ・ 「はい」, 「いいえ」に続く文である。
“はい, お願いします.”, “はい. 明日の天気で結構です.”, “いえ, 北九州市をお願いします.”

(3) レベル 3 (解析処理の難易度が高い)

- ・ 文が長い。(該当例なし)
- ・ 同じ文の繰り返しである。
“大山です. 大山です.”, “黒田です. 黒田です.”
- ・ 同じ表現の言い換え, 繰り返しを含む文である。
“森川, 森川恵子です.”, “居間, リビングです.”

- “ダイニングと寝室の暖房を、23度で、6時から、18時からお願いします。”
- ・複数の文からなる。

“エアコンの風量を変えます。今よりも強くしてください。”

“えー、居間にあるエアコン、えー、今から1時間後にスイッチを入れてください。温度は、24度。風量は弱で設定してください。”
 - ・重文や複文を含む。

“暖房を入れたいと思います。”、“エアコンの温度が暑すぎるから低くしたい。”
 - ・並列表現を含む。

“暖房、で、18度、で、開始時刻は、13時、稼働時間は、8時間。”
 - ・比較表現を含む。

“えーとねえ、さっきから2度下げて。”
 - ・ユーザ辞書に登録されていない語（対象世界にない単語）を含む。

“エアコンの制御設定。”（未知語：制御設定），“17時に暖房をタイマーで入れてください。”（未知語：タイマーで入れる），“百道浜。”（未知語：百道浜<地名>）
 - ・倒置表現である。

“えー、暖房を入れたいと思います。夜の20時に。”
 - ・かなり口語的な表現、口調を含む文である。（文法的誤りも含む）

“んー、じゃあ、23度。”、“じゃあ、エアコンの制御しましょう。”

“そうだね、えっとー、部屋の温度を設定しよう。”、“エアコンの風が強すぎるんだけど、弱くしたいんだ。”

“えー、暖房を夜17時に、25度で、あの設定をしたいです。”、“え、百道浜、でわかんないの。”
 - ・文末表現（用言の表現）が複雑である。

“部屋はひとつしかありません。”
 - ・解析が困難な省略表現である。

“東京って。”（東京と言っているんだ。）
 - ・言い淀みを含む。

“あのえあ、エアコンの設定をしたいと思います。”
 - ・副詞を含む。（該当例なし）

4. 入力文に対する意味表現

4.1 サービス依頼のための設定項目

入力文に対する意味表現の検討に先立ち、エアコンの操作、および、天気予報情報の入手のサービスを受けるために必要な設定項目を以下に示す。なお、デフォルト値の設定（エアコンの動作モードを「オート」にするなど）が可能な項目については、設定項目の省略も可能とする。

(1) エアコンの操作

- ・場所：エアコンの場所 <省略不可、ただし、1台しかない場合は省略可>

（例）居間、台所、子供部屋、応接間、洋室、和室、寝室、風呂場、2階の洋間、…
- ・動作：エアコンの動作 <省略不可>

（例）動かす、止める、付ける、入れる、消す、スタート、ストップ、動作、停止、オン、オフ、…
- ・対象：動作させる空調機器 <省略時：場所の設定から自動的に判断>

（例）エアコン、クーラー、冷房、暖房
- ・動作モード：エアコンの動作モード <省略時：オート>

（例）冷房、暖房、ドライ
- ・日付：動作を開始する日付 <省略時：現在の日付>

（例）〇月〇日、今日、明日、明後日
- ・時刻：動作を開始あるいは終了する時刻 <省略時：現在の時刻>

（例）〇時〇分（に|から|より|まで）、（午前|午後|朝|昼|夕方|夜）〇時〇分

- ・時間：動作を開始あるいは終了するまでの時間
(例) 〇時〇分 (後に | 経ったら), (あと | さらに | もう) 〇時〇分
- ・風量：エアコンの風量 <省略時：オート>
(例) 強, 中, 弱
- ・温度：温度の設定 <省略時：オート>
(例) 〇度, 暖かく, 涼しく

(2) 天気予報情報の入手

- ・場所：天気予報の対象地名 <省略時：ユーザが予め登録した規定値>
(例) 大阪, 東京, …
- ・日付：天気予報の対象日時 <省略時：今日>
(例) 今日, 明日, 週末, 〇曜日, 〇月〇日, …
- ・対象：予報の種類 <省略時：1日の天気予報>
(例) 概況, 天気 (予報), 週間予報, 長期予報, …

4.2 深層格の種類

本研究では、文の意味を表現するために Fillmore が提唱した格文法⁵⁾を用いている。格文法では、文の意味構造を「動詞 - 深層格 - 名詞」という関係の集合として捉え、これを格構造表現と呼ぶ。ここで、深層格とは、名詞が動詞に対して果たしている意味的な役割のことであり、動作主格、対象格、場所格、目的格などがある。また、日本語では、格助詞が深層格を示すマークとして機能しており、格助詞を表層格と呼ぶ。たとえば、「太郎が本を買う。」という文の格構造表現は、「買う - 深層格：動作主体 (表層格：が) - 太郎」と「買う - 深層格：対象格 (表層格：を) - 本」の2つの動詞と名詞間の関係表現として記述される。意味解析処理を行うためには、各動詞に対して、格フレームと呼ばれるそれらの動詞が取り得る格構造パターンを登録した格フレーム辞書を用意しておく必要がある。

4.1で述べたエアコンの操作、および、天気予報情報の入手を行う際に、格フレームで用いる深層格として以下の10種類を設けた。また、動作の状態、程度などを指定するための特殊な深層格を4種類設けた。深層格の名称に※印を付加した深層格については省略が可能である。なお、動詞には、通常、時制 (現在, 過去, 未来) やアスペクト (事象の発生, 継続, 終了など)、法 (平叙文, 命令文, 疑問文) などのモダリティに関する情報が付随するが、これらの情報は特に必要がないため、記述しないこととした。また、取り扱うサービス内容を追加する場合は、適宜深層格の増補が必要になる。

<格フレームで用いる深層格>

- ・主体※ (行為を起こす主体となる人, あるいは, コンピュータ)
- ・対象 (行為の対象となるもの) <エアコン, 天気予報情報検索ソフトなど>
- ・相手※ (行為の受け手となる人) <音声対話インタフェースのユーザ, または, その家族>
- ・場所 (行為を行う場所) <エアコンの設置場所, 天気予報の予報対象地など>
- ・日付 (行為を行う年月日)
- ・日付起点 (行為を開始する年月日)
- ・日付終点 (行為を開始する年月日)
- ・時間 (行為を行う時間)
- ・時間起点 (行為を開始する時間)
- ・時間終点 (行為を終了する時間)

以降は、動作の状態、程度などを示す特殊な深層格である。

- ・エアコン動作モード (暖房, 冷房, ドライ, オート)
- ・エアコン風量 (強, 中, 弱, オート)
- ・エアコン温度 (〇度, 暖かく, 涼しく, オート)
- ・天気状態 (晴れ, 曇り, 雨, 雪など)

4.3 意味表現の例

以下に、発話文に対する格フレームを用いた意味表現の例を示す。ここで、格フレームは、LISPのS式を用いて表記し、1つの動詞における複数の動詞と名詞間の関係を1つのS式で示している。なお、S式の空白を‘ ’に置き換えている。

(1) エアコンの操作に関する意味表現

- ・入力文1： 居間のエアコンをONにしてください。

(付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),

((深層格, 時間), (見出し, 今)))

(ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),

((深層格, 場所), (見出し, 居間)))

(注) エアコンに関して使用する動詞は、「付ける」、「消す」の2種類とする。類似の語は正規化する（“ONにする”→“付ける”など）。デフォルト値の確認を行う項目は、意味表現に陽に記述する。本例では、“時間”の深層格に対する“今”が該当する。

- ・入力文2： 居間のエアコンを午後7時半に風量中、温度20度で付けておいて。

(付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),

((深層格, 時間), (見出し, 19時30分)))

(ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),

((深層格, 場所), (見出し, 居間)))

(%エアコン, ((深層格, エアコン風量), (見出し, 中)),

((深層格, エアコン温度), (見出し, 20度)))

(注) 時間は、「00時00分」の形式で正規化する。

機器の状態等は、格フレームの動詞の部分に機器名等を“%”を付して記す。

(2) 天気予報情報の入手に関する意味表現

- ・入力文1： 明日の東京の天気を教えて。

(天気である, ((深層格, 日付), (見出し, 明日)),

((深層格, 場所), (見出し, 東京)))

(%天気, ((深層格, 天気状態), (見出し, #X1)))

(注) 疑問文の場合は、問い合わせ対象となっている深層格に「#Xi」の見出しを設定する。

また、“教えて”などの要求を示す動詞に対する意味表現はつくらない。

5. 入力文に対する解析処理

5.1 入力文に対する解析処理の流れ

言語処理部は、入力となるユーザ発話文から格関係に基づく1個以上の意味表現からなる意味表現列を生成する。以下に、言語処理部における入力文の解析処理の概要を示す。ここでは、汎用的な解析処理ではなく、3で分類を行ったユーザ発話文の87%を占めるレベル1とレベル2に含まれる文を主な対象として、出現しやすい文のパターンに特化した解析処理を考える。なお、近年、大量の音声データによる機械学習を用いた音声認識技術が急速に進展し、スマートフォンやAIスピーカの音声対話に用いられている⁽⁷⁾。しかしながら、本研究における音声対話システムのように、言い淀みなどのユーザの自由な発話を許し、かつ、発話シーンが限定され、ユーザの意図が明確である場合には、発話文の特徴の分析に基づいた解析手法が有用であり、今後、機械学習を用いた手法を採用する際にも参考になるであろうと考える。

(1) 形態素解析

JUMAN⁽⁸⁾等を用いて入力文の形態素解析を行う。形態素解析結果から不必要なデータ項目を削除する処理も併せて行う。

(2) 文節まとめあげ

入力文の形態素解析結果を、さらに、文節（自立語+付属語）の単位でまとめる。動詞に補助用言などが続く場合（例：「付けて」+「ください」）もそれらを1つにまとめる。また、複合名詞も1つにまとめあげる。

(3) 修飾句前処理

名詞とその修飾句間の係り受け関係を助詞（「の」など）などの手がかり語を基に抽出し、係り受け解析に先立ち修飾句に関する意味表現データの作成を行う。この処理は、予め定めた意味表現への変換のためのテンプレートを用いて行う。なお、名詞とその修飾句間の係り受け関係は、動詞を補って格フレーム形式で表わすものとする。また、併せて、被修飾語となる名詞に対しては、後続する係り受け解析の深層格データを作成する。

(4) 係り受け解析

文節間の係り受け解析を行う。具体的には、格フレームテンプレートとの照合により、名詞と動詞間の係り受け関係の解析を行い、意味表現データを格フレーム形式で作成する。なお、格フレーム中の必須格となる名詞が入力文中に存在しない場合は、必須格の部分に未知データであることを示す変数名“?Xi”を代入するものとする。また、入力文としては、当面は、命令文、あるいは、疑問文のみを扱うものとし、意味表現データには、動詞のモダリティに関する情報（時制、アスペクト、法など）は用いない。

(5) 意味表現生成

修飾句前処理および係り受け解析の結果を基に入力文に対する意味表現を作成する。具体的には、動詞を中心とする格フレームデータの1個以上の組を出力する。なお、名詞とその修飾句間の係り受け関係も動詞を補われた格フレームで表現する。

(6) 意味表現正規化

上記の意味表現の正規化を行う。すなわち、表現のバリエーションを1つの意味表現に統一する。

5.2 意味解析処理

入力文に対する意味解析処理の基本的なしくみについて説明する。ここでは、5.1で示した入力文解析の流れのうち、「(3) 修飾句前処理」から「(6) 意味表現正規化」までの処理を意味解析処理と呼ぶことにする。

(1) 係り受けルール

・格フレーム辞書

格フレーム辞書には、入力文に出現する可能性があるすべての動詞に対する格フレームが登録される。格フレームは、動詞と、その動詞がとりうる1個以上の格（深層格と表層格リスト）と、それぞれの格のフィラーとなる名詞類の品詞名（意味素性を記してもよい）、または、個々の名詞の見出し表記の組からなるデータで構成される。格には、通常、必須格と任意格とがある。格フレームの記述法としては、格フレーム内で必須格と任意格が区別できるようにして種々の必須格と任意格の組み合わせを1つの格フレームで記述する方法と、必須格と任意格の1つの組み合わせごとに格フレームを陽に記述する方法とが考えられる。以降の説明では、後者の記述法を用いることにする。なお、格フレーム内のそれぞれの格の出現順序と入力文の対応する格の出現順序は必ずしも一致しない。

<格フレームの例> 動詞「付ける」

(付ける,
((深層格, 対象), (表層格リスト, を),
(名詞リスト, @装置, エアコン)),
((深層格, 時間), (表層格リスト, に),
(名詞リスト, @時間)))

(注) 格のフィラーとなる品詞名は、品詞名の前に@を付与して、見出し表記と区別する。

・意味表現変換ルール辞書

意味表現変換ルールは、格フレームの適用では意味表現の生成が困難な入力文中の複数個の（連続した）文節の列を、適切な意味表現（格フレーム）に変換するためのテンプレートである。特に、「AのB」という入力パターン、あるいは、体言止め（「～をお願いします」も同類）の文への対応を想定している。なお、このテンプレートにおいて、変換の対象となる文節列中の単語を品詞名で指定してもよいものとする。

<意味表現変換ルールの例>

- A. ((@部屋, の) + (@装置, を)) →
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, <@装置の見出し表記>)),
 ((深層格, 場所), (見出し, <@部屋の見出し表記>)))
- B. ((エアコン, の) + (@動作モード, を)) + (お願いします) →
 (付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)))
 (%エアコン, ((深層格, エアコン動作モード),
 (見出し, <@動作の見出し表記>)))
- C. ((@地名, の) + (@天気, を)) →
 (天気である, ((深層格, 場所), (見出し, <@地名の見出し表記>)))

(2) 共起辞書

共起辞書は、名詞-動詞、形容詞-名詞、名詞-名詞などの品詞間の単語（見出し表記）の共起データを記したものである。このデータは、格フレームと入力文のマッチング処理で、複数の係り先候補がある場合に、その曖昧性の解消を行うために用いる。共起データには、共起の強さ、あるいは、出現頻度を示す数値を付加する。なお、今回のタスクでは、実世界の対象物が比較的少ないので、係り受け関係は、対象物を指示する名詞と表層格（助詞）の情報から一意に決定できる可能性が高いと予想される。

<共起データの例>

- A. (エアコン (を), 付ける, 0.12)
- B. (風量 (を), 設定する, 0.02)
- C. (風量 (を), 強 (で), 0.01)

(3) 意味表現正規化ルール辞書

意味表現正規化ルールは、同じ意味をもつ意味表現が複数個存在する場合に、意味表現を一意に定めるためのテンプレートである。意味表現の正規化の処理は、入力文に対する意味表現の作成が一通り終了した後に行う。

<意味表現正規化ルールの例>

(暖房する, ((深層格, 対象), (見出し, X 1)),
 ((深層格, 時間起点), (見出し, X 2)),
 ((深層格, 時間終点), (見出し, X 3)))

→

(付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 時間起点), (見出し, X 2)),
 ((深層格, 時間終点), (見出し, X 3)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, X 1)))

(4) 意味表現付加ルール辞書

デフォルト値の確認をすべき項目に対する意味表現の付加のためのテンプレートである。この処理は、意味表現正規化の後に行う。

<意味表現付加ルールの例>

(付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, X 1)))

→

(付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),

((深層格, 時間), (見出し, 今))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, X 1)))

(5) 係り受けルールの適用方法

- ・係り受けルールは、入力文の左から適用する。
- ・係り受けルールは、係り受けの入れ子構造の内側のものから外側に向かって適用する。
- ・係り先の候補が複数個ある場合は、共起辞書を参照して、共起関係がもっとも強い係り先候補を選択する。
- ・係り受けの交差が生じないようにする。
- ・意味表現中の「見出し」には、見出し表記の後に識別番号を付加して、それを新たな見出しとする。同一の名詞に對しては、同じ見出しを用いる。意味表現テンプレートの変数名に対しても同様の処理を行う。

(6) 意味解析処理の例

- ・入力文：リビングを20度で暖房して。
- ・入力文文節構造：((リビング, を), (20度, で), (暖房して))
- ・係り受けルール（使用するルールのみ記述している）：

<格フレーム>

- A. (暖房する, ((深層格, 対象), (表層格リスト, を),
 (名詞リスト, @部屋, 居間, リビング)))

<意味表現変換ルール>

- B. ((@数値, 度, で)) →
 (%エアコン, ((深層格, エアコン温度),
 (見出し, <@数値の見出し表記> + 度)))

<意味表現正規化ルール>

- C. (暖房する, ((深層格, 対象), (見出し, X 1)))
 →
 (付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, X 1)))

<意味表現付加ルール>

- D. (付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, X 1)))
 →
 (付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 時間), (見出し, 今)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, X 1)))

- ・係り受けルールの適用順序：

- (i) 「(20度, で)」に対してルールBを適用。
 (%エアコン, ((深層格, エアコン温度), (見出し, 20度)))
- (ii) 「((リビング, を), (暖房して))」に対してルールAを適用。
 (暖房する, ((深層格, 対象), (見出し, リビング)))
- (iii) (ii)の意味表現に対してルールCを適用。
 (付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, リビング)))
- (iv) (iii)の意味表現に対してルールDを適用。

- (付ける, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 時間), (見出し, 今)))
 (ある, ((深層格, 対象), (見出し, エアコン)),
 ((深層格, 場所), (見出し, リビング)))
 (v) (iv)と(i)で得た意味表現を出力.

6. おわりに

本稿では、まず、話者の自由な発話に柔軟に対応可能な音声対話システムにおけるユーザ発話文の分類結果について報告を行った。具体的には、エアコンの操作、および、天気予報情報の入手のための56の対話文例を分析対象とし、その中のユーザ発話文計251文に対して、言語解析処理の難易度によって3段階のレベル分けを行った。その結果、もともと解析の難易度が低いレベル1の文が全体の70%を占めており、また、レベル2、レベル3については、それぞれ、全体の17%、13%を占めていることがわかった。続いて、レベル1、レベル2に含まれるユーザ発話文を主な対象とし、格フレームを用いた意味表現形式、および、ユーザ発話文からその意味表現を得るまでの解析処理の手順について検討を行った結果を報告した。現時点では、本解析処理に基づいた音声対話実験システムが稼動していないので断言はできないものの、機器の操作のように発話のシーンが限定されている場合には、本稿で検討した解析手法を用いてユーザの自然な発話に対応できるのではないかと考えている。今後は、感情表現を取り入れた解析手法⁹⁾や、本研究成果の応用、特に、本学において開発を進めているパートナーモビリティの音声対話による美術館や病院内での施設案内等の機能の改善¹⁰⁾について研究を進めたい。

謝 辞

本研究を行うにあたって、エアコンの操作、および、天気予報情報の入手のための対話文例を使用させていただきました勝瀬郁代氏（文例作成当時（財）九州システム情報技術研究所、現近畿大学産業理工学部情報学科）に感謝いたします。

文 献

- (1) 山本大介, “情報端末としてのロボット—インタフェースロボット ApriPetitTM (アプリプチ) —”, 日本ロボット学会誌, Vol. 32, No. 3 (2014), pp. 252-254.
- (2) 東大輔, 田中基大, 服部雄紀, 金子寛典, “移動困難者が介助者なしに移動できる対話可能なパートナーモビリティの開発”, http://www.l2pt.org/azuma/iml/img/img_theme/ims_overview.pdf, 2017年.
- (3) 河原達也, “音声対話システムの進化と淘汰—歴史と最近の技術動向—”, 人工知能学会誌, Vol. 28, No. 1 (2013), pp. 45-51.
- (4) 長尾真編, “岩波講座ソフトウェア科学15 自然言語処理”, 1996年, 岩波書店.
- (5) チャールズ・J. フィルモア著, 田中春美訳, “格文法の原理—言語の意味と構造”, 1975年, 三省堂.
- (6) 勝瀬郁代, 高橋雅仁, 寺岡章人, 岸田哉生, 福田興一郎, 長迫拳志, “自立移動ロボットを遠隔操作するための音声対話インタフェース”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 3, No. 2 (2001), pp. 111-120.
- (7) 八山幸司, “米国における自然言語処理技術と人工知能のコミュニケーションをめぐる動向”, ジェトロ調査レポート, <https://www.jetro.go.jp/world/reports/2016/02/143477940b74c1e1.html>, 2016年, 日本貿易振興機構 (JETRO).
- (8) 京都大学大学院情報学専攻知能情報学専攻知能メディア講座言語メディア分野 黒橋・河原研究室, “日本語形態素解析システム JUMAN7.01”, <http://nlp.ist.kyoto-u.ac.jp/index.php?JUMAN>, 2014年.
- (9) Tang Ba Nhat, 目良和也, 黒澤義明, 竹澤寿幸, “音声に含まれる感情を考慮した自然言語対話システム”, HAI シンポジウム2014論文集 (2014), pp. 87-91.
- (10) 藤本拓, 原隆浩, 西尾章治郎, “自然な発話により操作可能なカーナビゲーションシステムの開発”, 電子情報通信学会論文誌D, Vol.J96-D, No. 11 (2013), pp. 2815-2824.