

文脈情報を利用した構文的曖昧性の解消

池ヶ谷 有希^{†)} 野口 靖浩^{†)} 小暮 悟^{†)} 小西 達裕^{†)}近藤 真^{†)} 高木 朗^{†) §)} 伊東 幸宏^{†)}^{†)} 静岡大学情報学部 〒432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1^{†)} (株) CSK 〒107-0062 東京都港区南青山 2-26-1^{§)} 産総研サイバーアシスト研究センター 〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6E-mail: ^{†)} { cs7005@cs, noguchi@cs, konishi@cs, mkondo@ia, itoh@cs }.inf.shizuoka.ac.jp,^{†)} Akira_1_Takagi@cii.csk.co.jp

あらまし 本稿では、自然言語対話システムにおける対話文脈を考慮した言語理解の手法について述べる。これまで、我々は、ホテル検索予約をドメインとした対話システムの開発を行ってきた。対話システムに文が入力される場合、それより前に入力された対話文脈が存在する。文の構文構造を決定する際には、対話文脈の意味内容に応じて適切な候補を選択する必要がある。先行する文の意味内容を参照するためには、文の解釈結果を意味内容が参照可能な一定の形式で蓄積しておく必要がある。そこで、文中の語と語の依存関係を全て断定の「ある」を用いた主格と補格の関係に変換し、「属性=値」の意味表現形式で文脈を構成する。本稿では、文法的に可能性のある構文的候補を全て生成し、1語解析するごとに逐一文脈情報を参照することで、文脈に適合する構文構造を選択する手法を提案する。

キーワード 自然言語理解, 対話システム, 構文解析, 意味表現, 意味解析, 文脈解析

Structural Sentence Disambiguation Based on Discourse Information

Yuki IKEGAYA^{†)} Yasuhiro NOGUCHI^{†)} Satoru KOGURE^{†)} Makoto KONDO^{†)}Tatsuhiko KONISHI^{†)} Akira TAKAGI^{†) §)} and Yukihiro ITOH^{†)}^{†)} Faculty of Informatics, Shizuoka University 3-5-1 Hamamatsu, Shizuoka, 432-8011 Japan^{‡)} CSK Corporation, 2-26-1 Minami-Aoyama, Minato-ku, Tokyo, 107-0062 Japan^{§)} Cyber Assist Research Center, AIST, 2-41-6 Aomi, Kouto-ku, Tokyo, 135-0064 JapanE-mail: ^{†)} { cs7005@cs, noguchi@cs, kogure@cs, konishi@cs, mkondo@ia, itoh@cs }.inf.shizuoka.ac.jp,^{†)} Akira_1_Takagi@cii.csk.co.jp

Abstract Interpretation of sentence depends on its context. Interpretation of utterances depends on the context; that is, the contextual information is necessary to properly deal with ambiguous utterances. This paper describes how to disambiguate syntactic ambiguity by referring to the context. In order to refer to the context, the contextual information must be stored in a form that can be compared to the meaning of utterances. Our previous works proposed a framework for semantic representations in which the meaning of any predicate is converted into a semantic representation permitting only a single type of predicate (an identifying predicate "aru") and the contextual information is stored as a set of "attribute-value" pairs. Accordingly, we can compare the meaning of utterances by referring to the attribute-value pairs. Our system generates as many candidate trees as possible and chooses from the candidates by referring to the context. The process is applied each time a new word is introduced into a tree.

Keyword Natural Language Understanding, Dialogue System, Parsing, Semantic Representations, Semantic Analysis, Context Analysis

1. はじめに

日常、我々が自然言語を用いて対話を行う際には、その全ての情報を言語化(表現)しなくても、その場の状況や先行する文脈からお互いの発話を理解すること

が可能である。また、同じような表現を用いても、その状況や文脈に応じて異なる情報を伝達することが可能である。これは言語の効率性(efficiency of language)と呼ばれており、自然言語文に曖昧性が含まれる原因

となる[1]. 自然言語がこのような性質をもつことから、文を計算機で解釈する際には、文に含まれる様々な曖昧性を解消する必要がある。特に、文脈が存在する場合は、文単位の解析だけではなく、先行する文脈の意味内容も考慮する必要がある。

我々は、これまでホテル検索予約対話システムの構築を行ってきた[2]. 本研究では、ホテル検索予約システムの頑健な言語理解を目指している。このシステムでは、現在のところ、音声ではなくユーザがキーボードなどを用いて自然言語文を自由に入力すること想定している。音声入力のシステムでは、ユーザの発話から内容語のみを取り出して言語理解を行なうことが多い。これは、音声認識誤りの問題と自然発話に対して文法規則が適用しづらいためである。本システムは、ユーザに自由な発話を許すが、書き言葉の入力文を想定している。そのため、文中の全ての語を手がかりに解析を行う。言語理解は、まず入力文の構文構造を明らかにする必要がある。その際に、入力文の構文構造は文脈に応じた候補を選択する必要がある。構文的な曖昧性を含む文において、誤った構造を選択すれば、誤った文意に解釈をしてしまい、システムはユーザの意図していない応答を出力してしまう。正しい構文構造の選択ができていれば、このような状況を回避することが可能となる。

係り受け解析の研究では、高い精度を誇る係り受け解析器が開発され、一般に利用可能なものが存在する[3][4]. しかし、これらは1文を対象に解析を行うものであるため、対話文脈が存在し、その文脈の意味内容に依存して係り受けが決まる状況には向いていない。

そこで、本稿では、対話文脈の意味内容を参照して適切な構文構造を選択する手法について論じる。まず、入力文は先頭の語から漸進的に行なう。構文構造を決定すると意味表現の生成を行なう。次に、文脈を参照して、適切な意味表現候補を選定する。文脈から意味内容を参照するためには、文を解釈した結果、その意味内容を形式的に抽出可能な形式で保存し文脈を構成する必要がある。そのため、任意の述語で構成される句や節の意味を全て断定の述語「ある」を用いて一定の形式へ変換している(2.2節)。文脈は、この意味表現形式で構成し、文脈情報として利用することで正しい係り受け関係を決定する。また、本手法の有効性を調べるために、ホテル検索予約の対話を収集し、対話文の解析を行った。

2. 基礎的考察

2.1. 対話文の構造的な曖昧性

対話においては、先行文脈の意味内容が前提となっており、文の入力が行われる。そのため、1文だけでは正しい構文構造が決めづらい場合が存在する。例えば、

「沖縄の料理がおいしいホテルを探して」

という文は「沖縄の」の係り先が「料理」なのか「ホテル」なのか判別することができない。どちらに係るかは先行する文脈に依存する。先行文脈において、「沖縄の(に伝わる)料理」に関して言及をしていれば、「沖縄の」は「料理に」係るであろうし、「沖縄に存在するホテル」に関して言及されているなら「沖縄の」は「ホテル」に係る。

このような判別は語と語の依存関係の意味まで解析を行う必要がある。だが、依存関係にある2語の意味関係を決定することは容易ではない。例えば、「[名詞A]の[名詞B]」の場合、名詞A、名詞Bのそれぞれの意味は、単語辞書から推定できても、その意味関係を一概にきめることはできない。「太郎のメガネ」では所有、「大学の先生」では限定修飾、「ホテルの部屋」では全体一部分の関係にあり、表層表現から依存関係の意味を推定することができない[5]. そこで、依存関係の解釈を軽減する意味表現形式について次節で述べる。

2.2. 意味表現

一般に、対象とする分野を限定することで、単語に関しては、どの語がどういう概念に属し、どのような属性を持ちうるのかということが定義できる。また、語と語の関係についても、全体一部分関係、同義関係、上位一下位関係、属性-値関係など整備することが可能である。

しかし、ある意味の語とある意味の語が依存関係で接続した場合には、その句全体の意味を形式的に評価することはできない。例えば、一般的な述語形式の意味表現を用いた場合であっても、意味内容を比較するためには、入力文構造の数と同等の数の解釈ルールが必要となる。これは、入力文を格フレームや意味ネットワークで表現した場合であっても同等で、語と語の間の依存構造の解釈ルールを出現した数だけ記述することになる。そこで、見かけ上、依存関係の表現を出来る限り排除し、排除出来ない依存関係部分に関しては、表現しようとする意味によって変動しない共通の概念とそれが構成する依存関係のみを残す。また、意味表現同士で意味の比較を行なう際には、形式的に依存関係の解釈が可能な形式であることが望ましい。

このような条件を満たすために、現象を記述する文、実体を記述する文が、断定の述語「ある」を用いて言い換えが可能であるという性質を用いる。動詞句(連用修飾成分+述語)を「現象属性=値」、形容(動)詞句+名詞、連体助詞句+名詞を「実体属性=値」の形式で表現し、現象属性、実体属性を1つの属性名詞で表現する。これによって、修飾成分がP個あった場合述語の意味表現、名詞の意味表現は、図1のようになる。

あらかじめ対話の話題領域における対話例、書籍などの用例を収集し、述語が指定する現象にどのような属性を想定すべきか、出現する実体に対し、どのような連体修飾成分が存在し、どの属性を内包するのか、などを調べた上で、属性概念を意味分類し概念階層として体系化する。これによって、入力文中の語と語が構成していた依存関係は見かけ上属性名詞の中に繰り込まれ、この体系上への位置づけに基づいて、文の意味の比較、意味関係の同定を行うことが可能になる[6]。

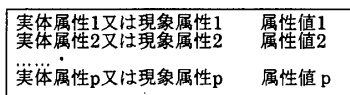


図1 意味表現の基本形

3. 構文意味解析処理

入力文の構文構造を決定し、意味表現を生成する過程を述べる。まず、構文解析と意味解析は、それぞれ別個の処理と捉えるのではなく、構文構造を決定する度に意味解析を行い、意味表現を生成するという方針をとる。その理由は、構文解析を単独で行い、あらゆる可能な構造をつくり出し、それを意味解析の段階で絞り込むという方法では、構文解析結果の解の数が膨大になり効率が悪いためである。また、構文解析結果から n-best 解を得た場合、構文的情報だけから解を求めるため、文脈に適合する解が落ちてしまう可能性がある。構文解析と意味解析を融合すれば、構文解析の各段階(2語間の係りを決定する時など)で文脈を参照し、文脈の意味内容と適合する解を選択しながら解析が行える。構文解析、意味解析、文脈解析を独立して構築することの非効率性は、文献[7]においても指摘されている。

意味表現は、先行文脈に蓄積された意味内容と現在処理中の文の意味内容を、文体の差異にかかわらずに比較できるようなものである必要がある。本研究の意味表現は、現象の記述を「現象属性=値」、実体の記述を「実体属性=値」という形式で表現する。これは、表層文に現れる多様な係り受け構造を、すべて均一的に「=(である)」を用いた表現に変換して記述したものであり、前述の条件を満たしている。

全体の処理は、形態素列を前から順に解析する。形態素を選択すると、その見出しから、システム辞書を参照し該当する概念を取り出す。システム辞書には、図1の形式の知識に加えて、単語の見出し情報、概念のクラス、品詞、活用などが記述されている。この概念に着目して構文解析、意味解析を行っていき、部分意味表現木を生成してスタックに積む。形態素から取り出した概念は、スタックの要素のトップの概念と構文解析、意味解析を行い、これをスタックの全要素に対して再帰的に繰り返す。ただし、概念同士が構文的

にまたは意味的に係らないと判定した時点で、それ以降のスタック要素は解析しない。

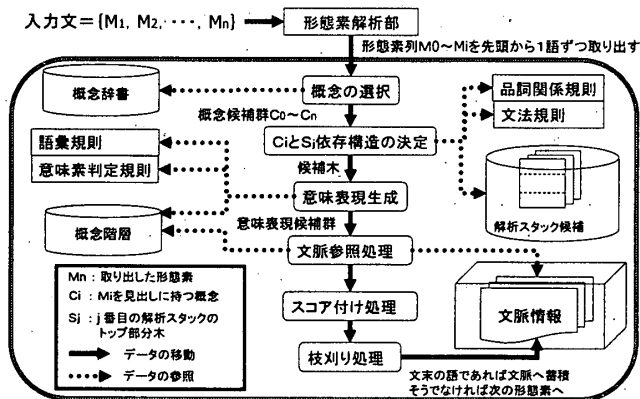


図2 構文・意味解析の処理の流れ

構文解析は、品詞の組に基づく依存関係判定規則を用いる。着目している語がそれ以前の生成された部分木のトップの語と品詞規則によって係ると判定された場合に、意味解析を行う。意味解析は、係る語が受ける語のどの属性に格納されるのかを、意味素性に基づく選択制限によって決める。格納される属性が複数存在する場合には、その全ての候補を生成する。これだけでは、候補が爆発するため、生成した「属性=値」と、スタックの部分木、および文脈に存在する「属性=値」の意味表現木を参照して比較する。参照は、着目している概念からみて、出現順序に近い順に探索をする。ただし、着目している概念と係らない部分木については参照しない。属性の比較は、概念の階層に基づいて、関連のある「属性=値」が発見できた場合には、スコアをあげる(スコアに関しては4.1節で述べる)。このような処理を文末まで行い、正解可能性の高い候補を残しながら部分意味表現木を生成していく。生成した意味表現は全て文脈として蓄積を行う(図2)。

例えば、格助詞を伴う名詞句が述語に係ると判定しようとする場合や、形容詞や連体助詞句などが名詞に係ると判定しようとする場合などに、それらの係りから「属性=値」の表現を生成する。この際、修飾成分が被修飾概念のどの属性を限定しているかを決定する。複数の候補があれば、可能な属性に対し、「属性=値」という形式で意味表現を生成し、そのすべてを候補として保持する。構文的な曖昧性をもつ文の場合、考えられるすべての依存構造を想定した場合の解釈が「属性=値」の形式の意味表現に変換され、可能な候補として蓄積されることとなる。

このようにして得られた複数の意味表現候補に対し、各々を文脈、知識と照らし合わせて、そのいずれかにマッチする「属性=値」の組があるか否かを調べ、スコアを求めておく。このような意味表現を生成しながらの2語間の係りを、1語ずつ取り込みながら文末

にいたるまで行い、スコアの高いものを残す。処理過程で作成される入力文の意味表現候補数は、現状ではスコアの総和に基づいて最大64個保持し、文脈は得点の高い方から4つを保持する。

図3に「景色の良いホテル」という句を解析する際に生成されるスタックを示す。図3の上段では、「景色の良い」まで解析したときに生成された候補である。下段は、(a)の候補から「ホテル」を解析したときにできる構文候補である。実際には、意味表現で表されているため、係りを持つ語の間は「属性=値」の形式になっている。

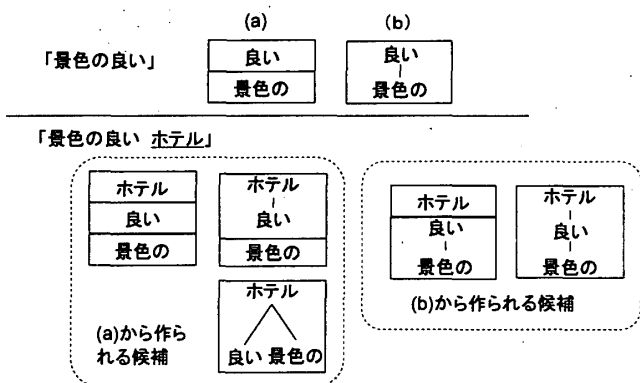


図3 「景色の良いホテル」の解析過程

4. 曖昧性解消の方法

4.1節では、スコア付けを行なう項目の説明を行なう。4.2節では、構文的曖昧性の解消例を述べる。4.3節では、文脈の参照により、意味表現生成の際の属性選択の曖昧性を解消する例を示す。

4.1. スコア付けに基づく絞込み

入力文を漸進的に解析する過程で、着目している語と既に解析済みの語句との係りを判定し、「属性=値」形式の意味表現を生成する。係る語句が受ける語の属性に属性値として格納される度に表1にある項目で得点付けを行い曖昧性の解消を行う。一文を解析し終えた時、これらの項目のスコアの和が、その候補のスコアとなる。

表1 スコア付けを行なう項目

	スコアを与える項目	スコア
(S1)	先行文脈中に、「属性 値」で重なるものが存在	3
(S2)	形容詞が名詞概念を修飾する、または副詞が用言を修飾する場合に、その修飾語が受ける語の属性を修飾可能	3
(S3)	「属性 値」が他の「属性 値」へ影響を及ぼす	3
(S4)	概念が先行文脈に既出	2
(S5)	一般名詞概念の下位の固有名詞概念が先行文脈に既出	2
(S6)	連体詞に係る名詞概念が、先行文脈に存在	2
(S7)	自立語間を結ぶ付属語が、辞書に記述されたものと一致	1
(S8)	卑近の文節に係らない	-1

(S1)は文脈に基づく項目で、「属性 値」で文脈を参照することで、先行文脈との意味内容の比較を行い、

重なるものがあつた場合には、加点をする。文脈を遡る範囲は、ホテル検索予約対話の分析を行なった上で提題格で言い立てられた語まで

主格の「は」で言い立てられた語まで

としている[8]。一文の解析が終了した時点で、得点の高い候補を選択する。

(S2)は、係る語が形容詞または副詞の場合で、係り側が受け側の属性を限定する場合に適用する項目である。形容詞、副詞の意味表現は文献[6]で述べている。「安い浜松のホテル」という句の場合は、「安い」が「ホテル」に係る候補については、「安い」の「価格状態程度」属性がホテルのそれと重なるためにスコアに加点を行なう。「安いホテル」の意味表現は図4に示す。

(S3)は、宿泊料金の値が部屋タイプや宿泊日数によって影響を受ける。これらの属性が言及された場合には、一括りにしてテーブルの形式で表す[8]。テーブル形式で表された候補は、正しい属性に格納している可能性が高いため、加点を行なっている。

(S4)~(S6)は、語義の曖昧性がある場合に、既に文脈に既出の概念の加点を行う。システムは、形態素を

ホテル	浜松	安い
[存在場所]		
[価格評価状態程度]	(++)	[価格評価基準]
[宿泊日時]		[価格評価状態程度]
[宿泊人数]		[内包主体]
		...

図4 「安いホテル」の意味表現

受け取ると、全ての語義にあたる概念を選択し、候補を生成する。例えば、「かかる」という語は、「お金などがかかる」や「誘いがかかる」、「病気にかかる」等があるが、概念辞書中に記述された概念の数だけ多義となる。多義語であった場合、その語に係っている修飾成分の意味制約に基づき、ある程度多義性の解消を期待できるが、文脈上に出現していることも考慮している。文脈に概念が存在しない場合、特に、名詞概念については、同じクラス概念が存在した場合には加点をする。例えば、「ホテル」のような語が出現した場合に、先行文脈で「Aホテル」のような具体的なホテルが同定出来た場合である。

(S7)は、名詞と名詞の間の付属語や、連用修飾成分の格助詞が文法的に使用され得るかどうかが調べるための項目である。概念辞書中の概念には、どのような意味クラスの語がどのような付属語を伴って係るかということ記述しておき、付属語の正否の判定を行っている。

(S8)は、文節がすぐ後ろの文節に係らない候補に対して、減点を行う項目である。日本語は、近い文節に係るというヒューリスティックがあるため、この項目を含めている。たとえば、「沖縄の料理がおいしいホテル

ル」は、「沖縄の」が卑近の名詞「料理」に係らずに、遠い名詞「ホテル」に係る場合には減点を行う。文脈の情報を優先した解析を行うため、文脈的に関係のある項目は文法的な情報を考慮した項目に比べて重みを大きくしている。

4.2. 構文的曖昧性の解消例

構文的に複数の解釈が可能な文に対し、文脈の意味表現を参照して正しい構文候補を選択する例を示す。

「浜松の温泉がついているホテルがいい」

上記の文では、「浜松の」の係りが曖昧となっている。ここでは、先行文脈として、既に、「浜松のホテルに泊まりたい」という文が存在しているとする。「浜松の温泉がついているホテルがいい」の形態素を前から順に解析すると、「浜松の」が「温泉」に係る場合と「ホテル」に係る候補が生成される。それぞれ温泉の属性である「存在場所=浜松」とホテルの属性である「存在場所=浜松」という意味表現を生成する。この時点では、どちらか一方を選択する手がかりが存在しない。次に、文脈の参照を行い、先行文脈のホテルの「存在場所=浜松」と、生成した「存在場所=浜松」同士が重なる。そこで、

(S1)より「浜松の」が「ホテル」に係る候補の得点が上がり、最終的に候補として残る(図5参照)。

もしも、先行文脈に「存在場所=浜松」のような有効な手がかりとなる意味表現が存在しない場合には、「浜松の」が「温泉」に係る候補と「ホテル」に係る候補が生成されるが、(S8)により、近くに係る候補に相対的に高いスコアを与えられ、文脈に保持される。つまり、原則としては卑近の文節に係る候補を選択するが、文脈に利用可能な情報が存在する場合には文脈に適する候補を優先している。

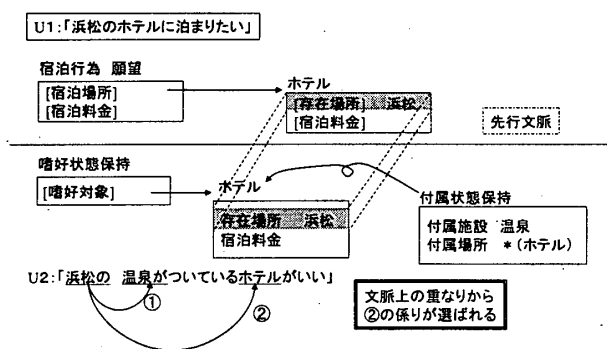


図5 構造的曖昧性を解消する例

4.3. 意味的曖昧性の解消例

文に構造的な曖昧性が含まれていない場合でも、文中の係る語の概念が、受け側の概念の複数の属性に格納可能な場合、複数の意味表現候補が生成される。

(U1)「Aホテルはいくら位ですか？」

例えば、(U1)の場合は、「いくら」がホテルの宿泊料金

である場合や、ホテルの駐車場の料金である場合や、何らかのサービス料金など様々なものが考えられる。つまり、「いくらですか」という句から生成される「属性=値」表現の属性には、このドメインにおける「ホテル」の料金に関する属性が全て候補となる。このような場合、文脈の意味表現の参照を行うことで、どのような属性を選択すべきかを決定する。

(U2)「シングルで朝食つきで泊まりたい」

(U2)のように、ホテルの宿泊現象に関わる内容が言及されており、「宿泊タイプ=1泊朝食付き」のような「属性=値」の意味表現が存在すれば、宿泊料金をたずねている文と判断し、「宿泊料金=?料金」という意味表現を生成する(「いくら」という見出しを持つ概念を「?料金」と表現している)。一方、駐車現象に関わることが言及されていれば、同様に、「駐車料金=?料金」という意味表現の生成を行う。

このようにして、依存関係の意味の解釈が複数存在する場合に、先行する文脈を参照して意味表現を生成する。

5. 実験

5.1. 実験方法

本稿で提案している手法の有効性を確かめるための実験を行った。実験データには、情報系学部、大学院の学生17人から収集したホテル検索予約をタスクとする対話データを用いる。対話は、ゲスト役とオペレータ役の2人で行い、ジェスチャーなど音声情報以外の伝達は出来ないように非体面の環境で行ったものである。この対話データ(対話数50, ゲスト発話1265発話)に対し、話し言葉を書き言葉に直し、言い淀みや言い直しの削除、方言の訂正等を行った。さらに、「はい」、「お願いします」、「ええ」、「そうです」など、文節数が2以下の文を除く432文を抽出した(表2参照)。

まず、1文を正しく解釈できるかどうかの実験を行った。次に、1文を解析した場合に構文的に複数の候補が出た文に対して、文脈を与えることで、どの程度正しい候補を選択できるのかを調べた。尚、一文単位の解析には、比較対象としてKNP[9]を用いた。与える文脈は、解析対象とする文から遡り、提題格で言い立てられた語が存在する範囲としている。

表2 実験データ

収集対話数	50対話	
発話数	ゲスト	1265
	オペレータ	1370
被験者数	17人	
解析対象文	432文	

5.2. 実験結果と考察

実験結果を表3に示す。本解析器では、概念辞書の意味素判定などが、ホテル検索予約用に作りこまれている。一方、KNPについては、一定のドメイン向けというわけではないため、精度が下がる。

解析器に文脈を与えた場合には、さらに3%程だが正しい候補の選択ができるようになる。文脈が存在しない場合には、近いところに係る構文候補が優先されるが、文脈に関連する情報を発見できれば、文脈に即した係り受け関係の決定を行うことができた。図6は、「預け対象=荷物」のような表現から、正しい遠い係りを選択する例である。

	KNP	本解析器
一文	81.9(354/432)	85.9(371/432)
文脈付与	—	88.4(382/432)

表3 構文解析結果の正解率(単位: %)

文脈を与えても、正しい意味表現が生成できなかった理由として、文脈の意味内容に加えて、対話の行為に関する一段メタな内容が言及されるものが見受けられた。

(U3)「バスの時刻表を、先程言った電話番号へ送ってください」

(U3)の、「時刻表を」の係りを「送る」に係ける候補を導くためには、「言った」の主語が誰であるか推定することや、いつ何が言われたか等を導く必要がある。

また、先行する文脈に依存するわけではないが、概念の知識が不足しているために曖昧性が解消できない文も存在した。

(U4)「Xホテルの車で行く行き方を教えて」

(U4)では、「Xホテルの」が「車」に係るのではなく、「行き方」に係る。正しい係り先を決定するためには、客が宿泊施設に車などの交通手段を用いて行く等の知識が記述されている必要がある。概念辞書に文脈と同様の形式で知識を記述しておけば、これらの曖昧性が解消できると考えられる。

また、対話中には「なるべく」や「ちょっと」等、修飾する内容が曖昧で、様々な用言を修飾しうる副詞表現が出現する。このような副詞表現の係り先の決定は、人が判断してもわかりづらいものが存在した。

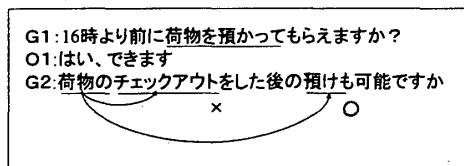


図6 文脈の情報から解析が成功する例

6. まとめ

構文解析と意味解析を融合させ、文脈情報文を利用して文の曖昧性を解消する枠組を検討した。入力文から逐次意味表現を生成し、文脈との意味内容の比較を行うことで、構造的な曖昧性が解消できることを、対話データから示した。

この手法の特徴は、一定の意味表現形式で文脈を構成することで、複雑な推論ルールを必要せずに一貫した方法で文脈及び知識と意味の比較ができることである。現在、属性を選択するという粒度で、意味的な曖昧性についてもどの程度解消できるかを調べている。

文献

- [1] 長尾確, 丸山宏, “自然言語処理における曖昧さとその解消,” 情報処理学会論文誌, Vol.33, No.7, pp.746-756, 1992.
- [2] Y. Noguchi, Y. Ikegaya, A. Takagi, H. Nakashima, T. Konishi, T. Itoh, M. Kondo, and Y. Itoh, “A Framework for Semantic Representations for a Natural Language Dialog System,” Proceeding of SNLP-Oriental COCOSA, pp.231-236, 2002
- [3] 工藤拓, 松本裕治, “チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析,” 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.6, pp.1834-1842, 2002
- [4] Charniak E, “A Maximum-Entropy-Inspired Parser,” In Proceedings 1st Meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics, pp.132-139, 2000
- [5] 長尾真, “自然言語処理,” 岩波講座ソフトウェア科学, 1996.
- [6] 高木朗, 中島秀之, 伊東幸宏, 近藤真, 今仁生美, 三宅芳雄, “文脈への意味の位置づけを重視した対話意味表現,” 人工知能学会研究会資料 SIG-SLUD-A 202-09, 2002.
- [7] 井佐原均, 内田ユリ子, “文脈情報変換型機械翻訳システム CONTRAST—解析・生成・知識表現—,” 電子情報通信学会論文誌, D-11 VOL. J78-D-11 No.4, 1995.
- [8] 池ヶ谷有希, 野口靖浩, 鈴木夕紀子, 伊藤敏彦, 小西達裕, 近藤真, 高木朗, 中島秀之, 伊東幸宏, “文脈への意味の位置づけに基づくホテル予約対話システムの構築,” 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-A202-10, 2002.
- [9] 黒橋禎夫, 日本語構文解析システム KNP version 2.0 b6 使用説明書, 1998.