

# 対話文脈への入力文の意味の位置付け手法

## A Method for Mapping Sentence Meanings to a Dialogue Context

野口靖浩\*<sup>1</sup> 池ヶ谷有希\*<sup>1</sup> 鈴木夕紀子\*<sup>1</sup> 伊藤敏彦\*<sup>1</sup> 小西達裕\*<sup>1</sup> 近藤真\*<sup>1</sup>  
 Yasuhiro Noguchi Yuki Ikegaya Yukiko Suzuki Toshihiko Itoh Tatsuhiro Konishi Makoto Kondo  
 高木朗\*<sup>2,3</sup> 中島秀之\*<sup>3</sup> 伊東幸宏\*<sup>1</sup>  
 Akira Takagi Hideyuki Nakashima Yukihiko Itoh

\*<sup>1</sup>静岡大学情報学部 Faculty of Information, Shizuoka University  
 \*<sup>2</sup>(株)CSK CSK Corporation  
 \*<sup>3</sup>産総研サイバーアシスト研究センター Cyber Assist Research Center, AIST

Task-Oriented natural language dialogue systems should generally carry out several tasks. First, they should correctly interpret the semantic content of the input sentence from the users. Second, they should pick up the essential informations depending on the situation. However, these tasks is not easy to conduct. This is because that the same semantic context can be expressible in a variety of ways, and the variety of dependency structures of words can be interpreted by duplicating a process. We have proposed a framework for semantic representations that circumvent the problem of interpreting dependency structure. Within the framework to have been proposed, the meaning of any predicate is converted into a semantic representation which only permits a single type of predicate: an identifying predicate "aru". Consequently, it allows a uniform interpretation of surface dependency structures. In this paper, we give the detail of a method of mapping sentence meanings to a dialogue context as a uniform interpretation of surface dependency structures, and a method how to pick up the essential informations depending on the situation.

### 1. はじめに

近年、自然言語対話システムに対する社会的関心の高まりとともに、様々なシステムの開発が進められている。([1], [2], [3], [4])。このような自然言語によるタスク指向対話システムでは、ユーザの入力を解釈して、状況に応じて、必要な情報を抽出する能力が求められる([5])。しかしながら、自然言語によるユーザの入力は、同一の意味内容を表す場合においても、様々な表現を用いることができる。例えば、ある事柄を述べるのに、1文で表現することも、複数文で表現することもできる。また、その文中で用いられる言い回しに関しても、必ずしも、同じ言い回しが用いられるとは限らない。従って、ユーザの入力文を解釈し、必要な情報を抽出するためには、言い回しの多様性を吸収し、更に複数文に渡る意味を統合することが必要となる。

こうした意味解釈の困難をもたらす大きな要因の1つは、単語間の依存関係を解釈することが出来ないということにある。このために、文を構成する単語間の依存関係が未解釈のまま意味表現に持ち込まれ、文構造の多様性が意味表現の多様性として引き継がれてしまうことになる。又、意味表現に持ち込まれた依存関係は依然として解釈することが難しいため、意味表現から意味を読みとることも出来ない。

我々は、こうした依存関係の多様性がもたらす意味解釈の困難を低減させる1つの方法として、依存関係の表現を属性概念の中に取り込み、任意の述語で構成される節の意味を、全て「断定」の述語「ある」で表現する意味表現方式を提案してきた([6], [7], [8])。本稿では、特に、この意味表現を属性概念を単位として文脈並びに、知識上への位置付けることで、必要な情報を抽出する処理について説明する。

### 2. 意味表現

#### 2.1 基本的考察

従来、単語に対しては概念体系を定義して語の意味の全体集合を設定することにより、その意味を位置付けることがおこなわれている。これにより、同義関係、全体-部分関係、属性-値関係、などの関係を識別することが可能である。しかし、句・節に関しては、同様に扱うことはできない。これは、現時点では、ある意味の語とある意味の語を依存関係で接続した場合、その句全体の意味を形式的に評価する方法が見出せていないからである。よって、表層の依存構造を解釈することなく、意味表現へと変換する他なく、結果として、表層の依存構造が、意味表現上に引き継がれてしまう。以下に例を挙げると、

(1-1) 「私は東京から高速で日光に行く。」

(1-2) 「私は日光に行く。出発地は東京だ。高速を使う。」

という、2種類の表現は同一の意味を表す。これらを述語形式の意味表現を用いると以下のように表現される。

(2-1) Go(私, 東京, 日光, 高速)

(2-2) Go(私, nil, 日光, nil) Eq(出発地, 東京)  
Use(nil, 高速)

ここで、Go, Eq, Use は、それぞれ「行く」「(で)ある」「使う」の意味を表す述語記号である。論理式を用いると、表層の形態とは表現形式が異なるから、あたかも意味が表されたように見えるが、実際には、“Go”と「私」「東京」「日光」「高速」との間には依存関係が存在し、それは(1-1)における「行く」と「私」「東京」「日光」「高速」との間に存在する依存関係と同型である。即ち、入力文の意味を論理式で表現したとしても、入力文の依存構造が未解釈のまま論理式における概念間の依存関係へと引き継がれ(1-1)と(1-2)に見られる入力文構造の多様性が、そのまま(2-1)と(2-

2)における意味表現の形態の多様性となって現れる。意味ネットワーク、フレーム等の意味表現方式の場合も全く同様である。このように、意味表現に変換したとしても、句・節の解釈をおこなうことができないため、句・節の意味を体系化して整備し、入力された表現をその上に位置付けることができない。結果として、入力された表現の意味の抽出や、意味表現同士の比較などをおこなうことができない。よって、依存構造を解釈することができないという前提のもと、

- ・ 見かけ上依存関係の表現を出来る限り排除する。
- ・ 排除出来ない依存関係部分に関しては、表現したい意味によって変動しない共通の依存関係のみを残す。

ことで、依存関係の解釈をおこなうことなく、意味解釈が可能な意味表現を設計する。

## 2.2 意味表現方式

一般に、1つの現象を言及する文の形態は、以下の3つの基本タイプに大別して考えることが出来る。

- ( ) 現象全体を表す述語を用いて、その格成分、副詞句成分により現象を規定する属性の値を指定する。  
例)(3)「東京から行く」
- ( ) その現象の部分現象を表す述語を用いて、格成分、副詞成分により部分現象を規定する属性の値を指定すると同時に、全体現象を規定する属性の値をも指定する。  
例)(4)「東京を出発する」
- ( ) 現象、部分現象の属性を取り上げ、その値を断定の述語「ある」を用いて直接指定する。  
例)(5)「出発地は東京である」

これら3つの表現は、結果として同一の現象の同一の属性の値を限定する、という意味で、互いに同義である。一般に、任意の述語の任意の連用成分に対して、( )の形の表現への同義変形を施すことが出来る。

- (6)「小金井に住んでいる」
- (6-)「住んでいるところは、小金井である」
- (6)「住所は、小金井である」
- (4)「東京を出発する」
- (4-)「出発するところは、東京である」
- (4)「出発地は、東京である」

( )と( )は任意の述語で表現されるが( )では常に“equal”の意味を表す述語「である」を用いて表現される。断定の主語は「住所」「出発地」のようにある現象の属性を表す名詞となる。例えば、「行く」という現象の「起点」属性のように、ある現象のある属性を表す名詞が用意されていない場合もあるが、その場合、「移動起点」のような複合名詞を考えればよい。このようにすることによって、任意の述語を用いて表現される現象が全て「現象属性は値である」という均一な構造の文の集合によって同等の意味を表現できる。さらに断定の主語(現象属性)は名詞とみなせるため、語の意味体系を定義し、語と語との間で、同義、上位-下位関係、全体-部分関係、格関係等の意味関係の判断を行うことができるようになる。

また、実体を言及する文についても現象を言及する文と同様に、( )の文の形式で表現することができる。その際、断定の主語(実体属性)は、実体の「形状」や「数」など実体を持つ属性になる。

すなわち、現象、実体を記述する際に用いられる文はいずれも( )のタイプの文で等価な意味を表現することができる。そのようにすることによって、見かけ上の係りを断定「であ

る」に対する主格と補格のみに限定することができ([9])、更に主語である属性名詞の意味体系を定義することが可能となる([7])。

## 3. 意味表現の位置付けによる限定情報の伝搬

2.2節で述べたように、連体修飾および連用修飾成分の意味表現は、「現象/実体属性 = 値」の形式で一様に記述される。そこで、属性を手がかりにすることで、連体修飾および連用修飾成分の意味表現を修飾先の名詞および述語の意味表現上に位置付けることができる。これにより、修飾成分の意味表現を、修飾先の属性の値として参照することが可能になる。この位置付けは、属性概念が同一の場合に加えて、一方の概念が他方の概念の上位概念である場合にも適用される。また、該当する属性を含んでいる場合には、連体修飾、連用修飾にまたがって位置付けが行われることも起こり得る。

図1を例に挙げると、この意味表現は「宿泊料金 = 6000円」というホテルを修飾する情報が、最終的に「宿泊」現象にまで伝搬される。これにより、「そのホテルにいくら泊まったのか?」等の質問に言い替えルールを介することなく回答することができる。

さて、既に述べたように属性の記述は、属性単独の記述ではなく、現象や実体のタイプと属性のタイプ及びそれらの間の依存構造を1つに括り出した概念である。従って、属性及び値についてマッチング処理を行っているだけでも関わらず、括り出された依存構造を持つ構造体同士のマッチングと同一の精度で該当する箇所に位置付けたり、情報を特定することが可能である。

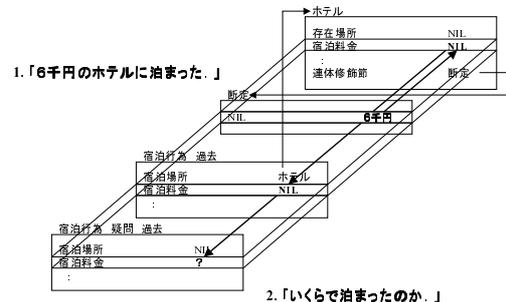


図1: 限定情報の伝搬の例

### 3.1 複数の節の意味の統合

図2からも分かるように、対応する属性に着目して位置付けをおこなうと、修飾情報の伝搬だけでなく、同じ現象や実体を言及する複数の節の意味を1つに統合することができる。例えば、「日光に行きたい。出発地は東京で、宇都宮を通って行きたい。どう行けばよいか。」を例に挙げると、各文の意味表現を文脈に積む際に、対応する属性間にリンクが設定され、各節が指定する情報が1つの「移動」現象に統合される。又、この文は、

＝「東京から日光まで行きたいんだけど、宇都宮を通って行く行き方を教えて欲しい」

＝「東京から日光まで宇都宮を通って行きたいんだけど、行き方を教えて欲しい」

＝「東京から日光まで宇都宮を通って行く行き方を教えて欲しい」

等で言い替えても同じ意味内容を持つが、節の意味の統合によって、どの文を解釈しても同じ問題解決結果を得ることが

できる。

「日光に行きたい。出発地は東京で、宇都宮を通っていきたい。どう行けばよいか。」

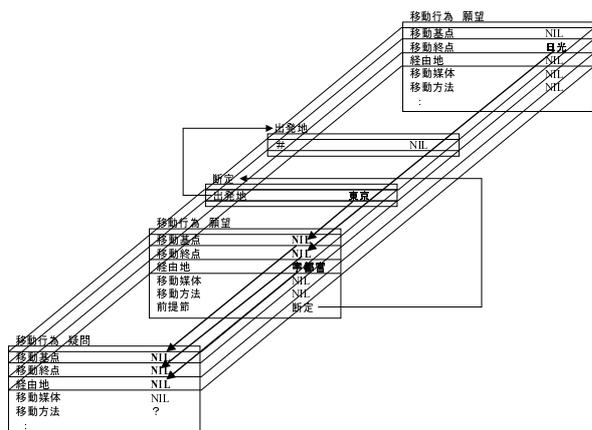


図 2: 複数の節の意味の統合の例

### 3.2 対話文脈への位置づけ

対話文脈では、入力文、出力文及びその中に含まれる関連知識の意味表現が、対話の進行順に位置付けられて蓄積される。3.1 節では、意味表現の位置付けによる限定情報の伝搬と複数の節の意味の統合に関して基本的なアプローチを述べた。しかしながら、対話が継続して文脈が蓄積されてくると、同一の属性が異なった意味で出現することも起こり得る。従って、文脈上で該当する属性を位置付ける範囲を有る程度規定しておく必要がある。

例えば、ユーザがあるホテルの存在する場所について問いかけたという状態を考えてみる。その際、「ホテル」という実体は、ある性質を持っているため、特定の性質を持つ現象（例えば、存在現象）に参画し、寄与することができる。全く「場所」の概念を持たない実体に対して、どこにあるかを問うことはできない。ある実体を指定して、ある現象属性を問いかける場合、必ずその実体の意味表現中に対応する「現象属性 = 値」表現が存在する。

実体を指定する格は、現象ごとに定まっている。つまり、

(a) 「オークラはどこにあるか」

のような入力が行われた場合には、存在現象中の「存在場所 = ? 場所」表現は、存在場所属性の値である「オークラ」意味表現中の「存在場所 = 名古屋」表現の上に、属性を手掛かりに位置付ければ良い。また、「オークラにいくらで泊まれるか」のように宿泊行為の宿泊料金属性を尋ねられた場合には、泊まるに場所格で係る格補語名詞（宿泊行為の宿泊場所属性の値、すなわち「オークラ」）の中に宿泊料金が規定されているのでその上に位置付けることができる。

「オークラはどこにあるか？」

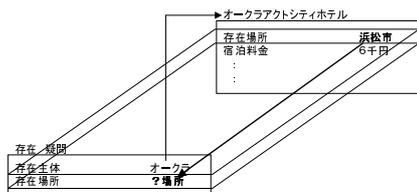


図 3: 「オークラはどこにあるか」の意味表現

ただし、現象属性と実体意味表現中の属性は、微妙に異な

る場合があり、その場合、両者の関係は厳密には推論によって判断されるものである。例えば、宿泊料金の場合、「オークラ」の意味表現中では「宿泊に際して、ホテル側が客に請求する料金」として規定され、対して、宿泊現象の意味表現中では、「宿泊に際して宿泊施設に支払う料金」と規定されているかも知れない。その場合、両者の同一性を判定するためには、推論が必要である。

しかし、そのような推論を行わずとも、ともに概念階層上で「料金」の下位にあるということを利用して、両者が少なくとも同種の情報であるということ判定し、互いに位置付けることができる。あるいは、両者に同一の「宿泊料金」というシンボルを与えてしまうことで同一であると判定してしまうことも可能である。

「オークラはいくらで泊まれるか？」

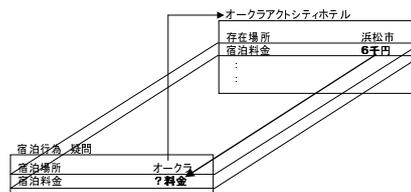


図 4: 「オークラはいくらで泊まれるか」の意味表現

以上の考察により、「オークラはどこにあるか」という入力文中の「存在場所 = ? 場所」という構造については、その隣の属性、即ち、存在主体属性の格補語名詞中に該当する属性が存在し、その上に位置付けることになる。

ところで、この「オークラはどこにあるか」という意味内容は、以下の表現で言い替えることが可能である。

- (b) 「オークラの所在地はどこか」
- (c) 「オークラは、所在地はどこか」
- (d) 「所在地はどこか」
- (e1) 「オークラに泊まりたいけど、どこにあるか」
- (e2) 「オークラに泊まりたいんだ。どこにあるか」

(b) の文は、連体助詞を用いることで、「オークラの」が存在場所属性に直接係っているため、(a) とは、若干事情が異なる。しかし、「の」は、関係節と等価な意味を持つから、結局は、(a) を同じ一関係に有る属性上に位置付けることになる。この場合、断定現象の「所在地 = ? 場所」表現を、その現象属性自体を表す意味表現中の内包主体属性値となっている実体の意味表現中に位置付けることになる。

(c) は、連体修飾句「オークラの」が切り離されて提題化した場合である。従って、原型は、(b) と同じ連体修飾句である。また、既に述べた様に、さらにその原型は、関係節を構成する現象表現であり、結局、(a) と同型の位置より該当する属性が存在するとみなせる。

(d) は、(c) の提題表現が省略された表現であるから、(a) と同型の位置に該当する属性が存在すると考えてよい。ただし、省略されている提題化されるべき実体概念を文脈中から補完する必要があり、先行文脈も探索範囲として考慮する必要がある。

(e1)(e2) は、位置付けるべき属性が、自らの現象/実体意味表現の中に存在しない場合である。上の例では存在現象の存在場所属性が問われているが、位置付けるべき属性は、前提節で指定されている「宿泊現象」の宿泊場所属性の値である「オークラ」の意味表現の中にある。このような場合、位置付けるべき属性は、先行節や文脈中にあるはずである。特に、ある現象

が前提として与えられ、その上である現象属性の値が問われる、という場合を考えると、その値を限定するために必要だから、その前提が提示されたはずである。従って、その枠の中で位置付けるべき「属性 = 値」の構造を探索すればよいということになる。

なお、先行節や文脈中にある現象が記述されている場合、その表現における現象属性と実体属性との関係は、(a)におけるそれと同型である。すなわち、次のような推論によって「宿泊現象」の「宿泊場所属性」と、その値である「オークラ」の「存在場所属性」が同種の情報であり、互いに位置づけることが可能な形になっている。

1. ある「ホテル」に泊まるということは、その「ホテル」の領域内に居続けるということである。

2. その「ホテル」が「浜松駅前」に存在することが、「ホテル」意味表現内に記述されている。

3. ということは、「宿泊主体」が「浜松駅前」の領域内に居続けるということに他ならない。

以上を整理すると、以下の範囲を現象属性または実体属性をキーとして探索すれば解答を得ることができると考えられる。

：不明値を表す“?”を値とする現象属性の隣の属性の値の意味表現の中

：不明値“?”を値とする現象属性自体を表す意味表現中の内包主体属性の値となっている実体の意味表現の中

：提題格で指定される実体の意味表現の中

：前提を表す従属文の中

：先行文脈中の前提となる現象の意味表現の中

：先行文脈中の、提題化されている実体の意味表現の中

そこで本システムでは、「直接的な係りをもつ場所を優先する」という方針に基づいて、の順に探索を行うこととする。このうち、とについては、先行文脈を探索範囲とするため、このままでは探索範囲を限定したことにはならず、当初の問題の解決にはならない。そこで、先行文脈を探索する範囲を別途定めておく必要がある。本研究では、現在の話題の範囲で位置付けをおこなうということを行う上で、提題格で取り立てて言及されている語が話題の切り替えを示す指標として重要な役割を果たしていると考え、それを基に知識の検索範囲を以下のように仮定した。

先行文脈を遡って以下の語が見つかるまでの範囲

・提題格で言い立てられた語

・主格の「は」で言い立てられた語

### 3.3 文脈照応の順序と範囲に関する仮説の検証

3.2 節で述べた探索の順序と探索範囲が一般的に有効なものであるかを確かめるため、ホテル検索/予約タスクの対話を中心に 103 の対話例を分析した。対話は実験者がシステムの役割を果たし、被験者にユーザ役をやらせてもらう形で、人間同士の対話を音声で行ってもらい、それを書き起こした。各対話の平均ターン数は 18.7 であり、ユーザの総発話数は 1999 発話である。この中から質問発話を取り出すと、ホテル検索をおこなう質問発話が 89 発話、メタ質問の発話が 4 発話、文脈上の単語の知識に問い合わせをする必要のある発話が 448 発話であった。ここで、メタ発話とは、システムの能力に関する質問発話であり、対話文脈上へ位置付けることで対応する回答を得ることが可能な質問ではないので、ここでの分析の対象から外した。また、ホテル検索を行う質問発話に対する回答は、対話文脈ではなくホテルデータベースの中をに存在することになるため、ここでは最後の種類の質問発話 (448 発話) のみを対象として分析した。その結果、443/448 (98%) の発話について、提案する探索範囲と探索順序でもって現象属性あるいは実

体属性をキーとする単純な探索を行うことによって、対話文脈上に位置付けることができることを確かめた。

## 4. まとめ

自然言語対話システムでは、ユーザの入力文を解釈し、必要な情報を抽出するためには、言い回しの多様性を吸収し、更に複数文に渡る意味を統合することが必要となる。しかし、現状の技術では、依存関係を解釈して、意味を抽出することは難しい。本稿では、その困難を軽減させる 1 手法として、依存関係の表現を属性概念の中に繰り込み、依存関係を断定「である」のみで記述する意味表現方式について述べた。また、その方式を用いて作成した意味表現を、対話文脈上にどのようにして位置付け、必要な情報を抽出するか、について詳しく述べた。これにより、言い回しが異なる入力から同一の意味内容を抽出したり、複数文に分割された内容を統合して解釈することが期待できる。

現在、この意味表現/意味解釈方式を基にした対話システムを構築している。この対話システムの利用ログを基に、現状の意味表現/意味解釈方式が、対話の中で用いられる表現形式のどの範囲を扱うことが出来ているのかを明らかにすることが早急の課題である。

## 参考文献

- [1] 中野幹生, 堂坂浩二: "音声対話システムの言語・対話処理", 人工知能学会誌, Vol17, No. 3, pp. 271-278, (2002)
- [2] 田中穂積 編: 自然言語処理 - 基礎と応用 -, 電子情報通信学会, (1999)
- [3] L. Lamel, S. Rosset, J.L. Gauvain, S. Bennacef, M. Garnier-Rizet, B. Prouts: "The LIMSI ARISE System", IVITA '98 Torino, Lamel-Rosset-Gauvain-Bennacef- Garnier-Rizet-Prouts, pp.209-214, (1998)
- [4] Chu-Carroll, J.: "Form-Based Reasoning for Mixed-Initiative Dialogue Management in Information-Query Systems", Proc. 6th Eurospeech, pp.1519-1522, (1999)
- [5] Hideyuki Nakashima and Syun Tutiya: "Inference in a situation about situations", Situation Theory and its Applications, 2, pp. 215-227, Stanford, California, (1991)
- [6] 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).
- [7] 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付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-A202-10, (2002).
- [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付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-A202-11, (2002).
- [9] 高木朗, 伊東幸宏: 自然言語の処理, 丸善, (1987).