

連体修飾・連用修飾成分間の対応関係による意味解釈とその評価

Interpretation of Modifiers based on Dependency Structures and its Evaluation

野口 靖浩*¹ 池ヶ谷 有希*¹ 高木 朗*^{2,3} 麻生 英樹*² 小暮 悟*¹ 小西 達裕*¹
 Yasuhiro Noguchi Yuki Ikegaya Akira Takagi Hideki Asoh Satoru Kogure Tatsuhiko Konishi
 近藤 真*¹ 伊東 幸宏*¹
 Makoto Kondo Yukihiro Itoh

*¹静岡大学 情報学部 Faculty of Informatics, Shizuoka University
 *²産業技術総合研究所 情報技術研究部門 Information Technology Research Institute, AISI
 *³(株)CSK CSK Corporation

A natural language dialogue system should correctly interpret the semantic content of the input sentence from the users and pick up the essential information depending on the situation. However these tasks are not easy to conduct. In a natural language, the same semantic context can be expressed by a wide variety of ways. So we can not provide each specific method to accept the semantic context for the wide variety of ways. This paper subscribes a method of mapping sentence meanings to a dialogue context. This method uses a knowledge of correspondence between modifiers extracted from a corpus.

1. はじめに

対話システムにおいて蓄積された文脈から問題解決に必要な情報を抽出する能力は重要な要素と考えられる。文脈とは、ユーザの入力文、システムの出力文とそれに関係する知識を蓄積したものであり、そこから必要な情報を抽出するためには、その文が指し示す意味に基づいて整理して蓄積される必要がある。

一般に自然言語の意味理解処理では、自然言語文を表層表現そのままでは扱わず、一旦システムが扱うことができる意味表現に変換・蓄積した後処理を行なう。しかし、表層表現から意味表現へ変換した段階で、問題解決に必要な情報を抽出できるよう整理して蓄積することは難しい。例えば、自然言語では同じ意味内容を様々な言い回しで表現することができる。しかし、現状、単語の意味とそれを結ぶ依存関係から、句や節全体の意味を計算する方法が明らかになっていないため、表層の依存構造がそのまま意味表現に引き継がれてしまう。その結果、同じ意味内容を示している文であっても意味表現では様々な形で表現されることになり、単純なパターンの比較では情報を抽出することができない。

このような意味表現によって構築された文脈からシステムが必要とする情報を抽出しようとした場合、例えば意味表現上の様々な依存構造を辿って意味を推定する規則を用意することが考えられる。小暮らの富士山観光案内対話システム [小暮 2002] では、ユーザの入力文に基づいて生成された意味ネットワークに対して規則を適用し、予め用意した受理可能な意味ネットワークへと変換する枠組みを取っている。しかし、このような変換規則は対象としているタスクの要求に従って整備されることが多く、それを体系的に整備する基準、手順については議論されていない。

本稿では、まず始めに本研究で用いる意味表現方式について説明し、その意味表現方式を用いる利点について説明する。その後、予め対話領域で用いられる語が取り得る連体修飾・連用修飾成分について、それらの間の属性の対応関係を調査し、それを用いた意味解釈の枠組みについて説明する。最後にこの枠組みに基づいて構築した試作対話システムによって評価を行

なう。

2. 意味表現方式

本研究では意味表現方式として、意味の位置づけを重視した対話意味表現 [高木 2002][noguchi2002] を用いる。この意味表現は、

- 見かけ上依存関係の表現をできる限り排除する
- 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

ことを行うことにより、意味表現上で用いられる依存構造を均一にすることで意味の比較を容易にすることを基本的な方針としている。依存構造をできる限り排除するためには、現象に言及する文、実体の性質や振舞いに言及する文を「断定の述語「ある」を用いた形と同義変形できることを利用する。それにより、意味表現上で用いられる依存構造を「断定」の主格と補格の関係に限定することができる。各文を「断定」の述語「ある」を用いた表現へ変換するために、まず、述語と連用修飾成分間の依存構造に関して、それらの間の依存構造を「属性」名詞に繰り込む。更に、この属性と格補語名詞との間を「断定」の「(で)ある」で結ぶ。

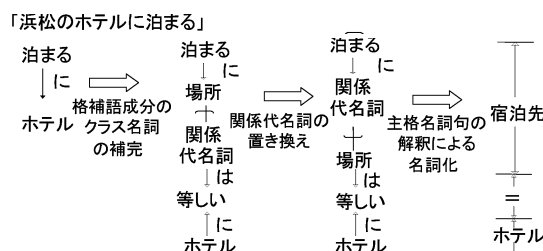


図 1: 意味表現への変形の手続き

例えば、「浜松のホテルに泊まる」という文について、「泊まる」とその連用修飾成分「ホテル」との間に着目する(図 1)。まず、格補語成分のクラスを補完し、「ホテルに等しい場所に

連絡先: 野口 靖浩, 静岡大学情報学部, 静岡県浜松市城北 3-5-1, 053-478-1592, noguchi@inf.shizuoka.ac.jp

泊まる」と変形することができる。更に関係代名詞を置き換えることで「泊まる場所はホテルに等しい」と変形する。最後に「泊まる場所」という部分を属性名詞1語(この場合「宿泊先」)に置き換えることで「宿泊先はホテルである」と変形することができ、このように「属性値」(「属性は値である」)の形式で意味を記述する。この変形は、置き換える属性名詞を予め整備しておくことで任意の文について行なうことができる。述語意味表現及び名詞句意味表現は、この「属性値」の表現を複数束ねて記述する(図2)。

「浜松のホテルを探して」

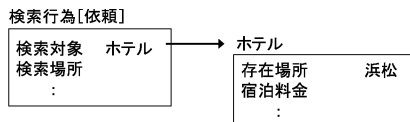


図2: 意味表現例

この手順を適用し変形を行うことで、自然言語の任意の表現について「属性値」(「属性は値である」)という一様な形式で意味を記述することができる。また、意味表現上で用いる名詞(「属性」と「値(格補語名詞)」)については、予めその意味体系を整備しておく。その結果、「断定」の意味の「(で)ある」という一様な依存関係で結ばれた2つの名詞を比較することで「属性値」単位での意味の比較を行なうことが可能になる。従って、予め整備した属性の意味体系を基準として整理することで「属性値」単位で意味の比較を行うことのできる文脈を構築することが可能になる。また、この意味表現で用いる「属性」は、述語と1連用修飾成分間の依存構造を繰り返して定義するため、「属性値」単位でパターンの比較を行なうことによって、単なる概念のマッチングではなく、そこに繰り返された依存構造単位のマッチングと同等の精度を期待することができる[野口2003][池ヶ谷2002]。

3. 基礎的考察

本研究で用いる意味表現方式では、「属性値」という一様な形式で文脈を記述することができる。また、そこで用いられる名詞について予め意味体系を整備しておくことで、その意味体系を手がかりに問題解決に必要な情報を得ることができる。

しかし、これは単一の「属性値」について、名詞の意味体系と結びつけることで意味を推定することができるということであり、句を構成する複数の「属性値」が相互にどのような関係を持っているかが考慮されていない。例えば、「Aホテルは駐車場をいくらで使えますか?」という複数の格成分をもつ文(図3)を考えてみる。単純に、「で」格にあたる「利用料金いくら?」について「属性値」を単位として1文内でマッチングを試みると、「駐車場」の「駐車料金 500円」の他に、「Aホテル」の「宿泊料金 6000円」も候補としてあがってしまう。これは、「利用対象 駐車場」という依存構造が、「利用料金いくら?」に対して、どのような意味的影響を及ぼしているかを、単なる「属性値」単位のマッチングの枠組みでは扱えていないことに原因があると考えられる。

一般に、述語とある依存構造で結合することが可能な名詞は、その述語と依存構造の種類によって定まっている。すなわち、その名詞は、特定の依存構造で述語と結合することによって、その述語との間に一定の意味関係を持ち、互いに意味的な影響を及ぼしあう。逆に言えば、互いに意味的な影響を及ぼ

「Aホテルは駐車場をいくらで利用できますか」

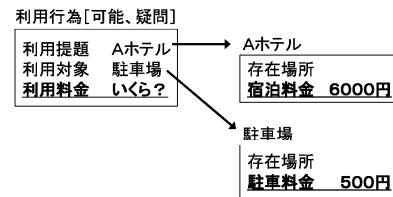


図3: 複数の候補を持つ例

すことができない語は、その依存構造で結合することができない。

このような意味的な関係は、本研究で用いる意味表現において、述語のもつ属性とその述語の別の属性値となる名詞概念が内包する属性との間の対応関係を定義することによって規定することができる。例えば、この例文では、「利用料金」が利用現象の「利用対象」属性の値が内包する「料金」とマッチしなければならぬという関係を定義することで、「利用する」という語に「いくら」という語が「で」格で結びついた際の意味的な関係を規定できる。

このような述語と依存構造で結合することが可能な名詞とその述語との間の「属性値」の対応関係は、特定の問題解決の枠組みに依存した性質ではなく、その語そのものが持つ性質である。そのため、システムの個別の問題解決の枠組みにとらわれる必要がない。よって、予め対象領域となる対話コーパスを用意し、そこで用いられる述語に関して、このような「属性値」の対応関係を調査することが可能である。そして、そこで得られた「属性値」の対応関係を利用することで、単に「属性値」単位のマッチングを行うよりも、より確信を持って適切な「属性値」を選択することができる。

4. 対応関係に基づく意味解釈

対応関係は予め対象となるコーパスから抽出する。まず、対象となるコーパスの各文に対して、形態素・構文解析器を用いて解析を行ない、用いられる述語ごとに出現頻度とそこに係っている修飾成分とを分析する。そして、述語ごとにそこで取り得る格と名詞とを抽出し、「属性値」の対応関係を取り出す。取り出した対応関係は、図4の形式で保持する。この例では、現象「宿泊行為」と実体「宿泊施設」とが、対象格で結ばれた場合、「宿泊料金」属性と「宿泊施設」概念の「宿泊料金」属性とが対応関係を持つことを示す。

宿泊行為: 宿泊料金 = 料金
 宿泊行為: 宿泊対象 = 宿泊施設
 宿泊料金 = 料金

図4: 対応関係のデータ構造

本研究で用いる意味表現方式は「属性値」単位のマッチングを行うことで、入力文などの意味内容を推定することができる。「属性値」の対応関係の知識は「属性値」単位のマッチング先を探し、それらの「属性値」を対応付ける際に利用する。実際の処理の手順を以下に示す。

1. 対応先を調べるべき「属性値」について、それを含む対応関係の知識を検索する

2. 検索した対応関係の知識を、対応先を調べるべき「属性値」に対して適用し、対応先の「属性値」が存在した場合、それらに対応付ける。
3. 対応先の「属性値」を持つ概念が省略されている場合、対応先の「属性値」を持つべき概念や、その概念を持つべき「属性」を制約条件として、提題格、従属節、先行文脈*1の順に省略された概念を補完する処理を行なう。補完処理を行なった後、補完された概念上の対応する「属性値」と対応付ける。

試作対話システムで動作する対話(図5)を例に挙げ、システムが対応関係の知識を用いて意味解釈処理を行なう様子を説明する。

S1: こんにちは、ホテル検索システムです。
 U1: 浜松のホテルを探しています。
 S2: 浜松のホテルはホテルコンコルド浜松、浜松名鉄ホテルなど17件あります。条件は他にありますか。
 U2: 7000円以下でホテルに泊まりたい。
 S3: 浜松市の7000円までのホテルはホテルコンコルド浜松、ホテル米久など10軒あります。条件は他にありますか
 U3: 温泉があるホテルはありますか
 S4: 浜松市の温泉付きの7000円までのホテルはホテルコンコルド浜松、ウェルサンピア浜松があります。
 U4: ホテルコンコルドはいくらですか
 S5: ホテルコンコルドは7000円です
 U5: ホテルコンコルドでは温泉をいくらで使えますか
 S6: 300円で使うことができます
 U6: ホテルコンコルドに大型車を駐車できますか
 S7: はい、駐車することができます
 U7: いくらで駐車できますか
 S8: 500円で駐車することができます
 :
 :

図 5: 対話例

まず、U2の「7000円以下でホテルに泊まりたい」という文について説明する。ホテル検索の問題解決を行なう対話制御ルールでは、文脈上の「ホテル」という概念に着目して、その「宿泊料金」属性をホテルの料金に関する検索条件として抽出しようとする。従って、「ホテル」の「宿泊料金」属性について意味解釈処理を行ない、ホテルの場所条件を抽出する。図6に、文脈に蓄積された意味表現と、意味解釈結果を示す。まず、「ホテル」の「宿泊料金」属性に着目し、対応関係知識を取り出す。取り出した対応関係知識を「ホテル」の「宿泊料金」属性に適用することで「宿泊行為」の「宿泊料金」属性と「ホテル」の「宿泊料金」属性とを対応付けることができ、結果としてホテル検索の問題解決のために「ホテル」の料金に関して7000円以下という条件を得ることができる。

U7の「いくらで駐車できますか」は、対応付けられるべき「属性値」を持つ格補語成分が省略された例であり、先行文脈から対応する「属性値」を探す必要がある。この文は、WH疑問文なので、質問応答の問題解決を行なう対話制御ルールでは、それに答えるために意味表現上の「駐車料金いくら？」に属性に着目する。「駐車料金」属性に着目し、対応関係知識の適用を試みると、「駐車場所」属性の値上の「駐車場所」属性に対応付けられることが分かるが、その値が省略されているため、対応付けることができない。そこで先行文脈から「駐車場所」属性や、そこに取り得るの値を制約条件として省略を補

*1 提題格あるいは、主格の「は」で言い立てられた語が現れるまでの範囲を話題の範囲として定義し、検索範囲として利用する [野口 2003]

U2: 7000円以下でホテルに泊まりたい

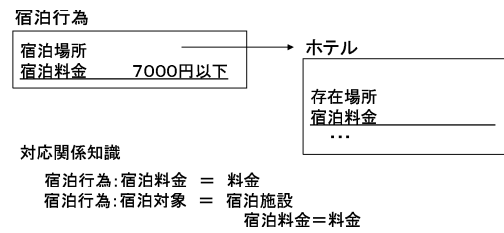


図 6: 解釈例 (U2)

完し、「駐車行為」の「駐車料金」属性と対応付けることを試みる。この文脈の場合、U6の「ホテルコンコルドの駐車場に大型車を駐車できますか？」に対する応答「はい、駐車することができます」の意味表現上の「ホテルコンコルドの駐車場」を補完することができる。この補完により、U7は「ホテルコンコルドの駐車場にいくらで駐車できますか？」という文と同等の意味表現になり、「駐車行為」の「駐車料金」属性と、「駐車場所」の「駐車料金」属性とを対応付けることができ、その結果、ホテルコンコルドの駐車料金が500円であるということを得ることができる。

U6: コンコルド浜松に大型車を駐車できますか?
 S7: はい、駐車することができます

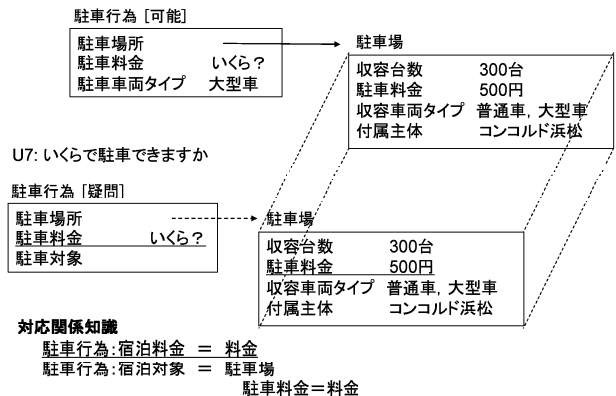


図 7: 解釈例 (U7)

5. 評価

本研究の枠組みに基づいて試作したホテル対話システムについて評価を行なう。この試作対話システムは浜松市周辺のホテル検索対話をタスクとしており、ホテルの場所、料金、付属施設、距離、所要時間、行き方、などについて対話を行なうことができる。入力はキーボードから行なう。

評価実験は、まず、Wizard of Oz法を用いて被験者から対話例を収集し、別途システムに入力するという形式で行なった。システム側は、基本的に試作システムと同等の対話制御により対話を進めて行く。ただし、試作システムの想定するタスクを越える対話が行なわれた場合にも、適宜応答を行ない対話を継続することとした。

対話例収集の際には、まず、被験者に簡単なシステムの説明を行なった。そして、被験者に特定のタスクを与えた上で、対

話を行なってもらった。対話例収集の手順としては、用意した8種類のタスクについて、条件を変えて3回に渡って対話を行なってもらった。まず、1回目は単にタスクを示した上で対話を行なってもらった。次に2回目は、1回目の対話例を示した上で、それとは異なる言い回しで対話を行なってもらった。これは、1対話に限らず異なる言い回しを思い付く限り行なってもらった。3回目は、1回目と2回目の対話例を示し、更に予め用意した想定対話例を示した上で、それらとは異なる言い回しによる対話を思い付く限り行なってもらった。このような手順で、より多くの言い回しを収集することに注意を払った。

被験者は、音声対話システムに関して特別な知識のない本大学生4人である。被験者のキーボードの打ち間違い、助詞落ち、口語体などについては修正を行ってから試作システムへ入力を行なった。また、収集した対話の中で試作システムの想定するタスクを越えた部分については対象から削除した。

表1に実験の結果を示す。Wizard of Oz法を用いて収集した対話例は、1回目が32対話でターン数は101ターン、2回目が53対話で146ターン、3回目が18対話で67ターンであった。正解ターン数は、被験者の入力に対してそれまでの文脈を考慮した上で適切に応答できた割合を示す。例えば、「Aホテルはいくらか?」という質問が被験者から行なわれた場合で、かつ、「ツインルーム」を指示する先行文脈が存在する場合、「Aホテルのツインルームの料金」を応答した場合のみを正解とする。そのような先行文脈が存在しない場合は、この場合、システムのデフォルト値を用いるなどして「Aホテルの任意の料金」を返すことでそのターンは正解とする(あるいは、今回はそのような実装していないが、被験者に曖昧な部分を問い合わせる対話制御を行なった場合もそのターンは正解として扱う)。今回の評価では、形態素・構文解析失敗、意味表現生成失敗、知識不足などの様々な失敗要因について、逐一システムの修正を行なった。

正解ターン数の割合は、対話例を収集の際のによって大きく異なっている。1回目で収集した対話例は、何も制約がない場合に最も自然に利用される表現だと考えられる。この表現については、78%を受理し適切な応答が可能で比較的良好な性能を示している。2回目、3回目で収集した対話例については、その順に性能が落ちている。これは、2回目、3回目で収集した対話例は、意識的に1回目とは別の表現を用いるよう条件付けされているため、1回目に比べて難しい表現になりがちなためだと考えられる。失敗ターンの原因は、その半数程度は形態素・構文解析の段階でうまく解析できないなど、想定する意味表現の生成に失敗した場合である。例えば、複数の係り先候補から正しい候補をうまく選択できなかったり、「インターネットにアクセスでき、温泉に入れるホテル」のように、意味的には「インターネットにアクセスできる」「温泉に入れる」のどちらかが「ホテル」に係る表現について解析が十分ではないことが挙げられる。

表1: 評価結果

	ターン数	正解ターン数
1回目	101	79(78%)
2回目	146	101(69%)
3回目	67	40(58%)
計	314	220(70%)

6. まとめ

本稿では、予め対話領域で用いられる語が取り得る連体修飾・連用修飾成分について属性の対応関係を調査し、それを用いた意味解釈の枠組みについて示した。また、この枠組みを用いる試作対話システムを構築し、その評価実験を行ない、そこで用いられる表現に関してどの程度受理可能であるかを示した。今後の課題としては、今回の評価で失敗したターンについて受理できるようにシステムを改良することと、より広い範囲での評価を行なう必要があると考えている。

参考文献

- [小暮 2002] 小暮悟: 音声対話システムにおける頑健な意味理解と対話システムの移植性に関する研究, 豊橋技科大学情報工学系 博士論文 (2002.1)
- [高木 2002] 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 SLUD A202-10, pp.55-62 (2002)
- [池ヶ谷 2002] 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 SLUD A202-11, pp. 63-70 (2002)
- [noguchi2002] Y. Noguchi, Y. Ikegaya, A. Takagi, H. Nakashima, T. Konishi, T. Itoh, M. Kondo, Y. Itoh: "A Framework for Semantic Representations for a Natural Language Dialog System", Proceeding of SNLP-Oriental COCODSA, pp.231-236 (May. 2002)
- [野口 2003] 野口靖浩, 池ヶ谷有希, 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: 対話文脈への入力文の意味の位置付け手法. 人工知能学会全国大会第17回大会 1C1-05(2003)