

ナビゲーション対話システムにおける意味解析手法の検討

松原隆男 伊藤元之 高木朗

(株)CSK

〒169 東京都 新宿区 西早稲田1-6-1 早大西早稲田ビル5F
Phone 03-5286-7138 FAX 03-5286-7142

あらまし

本稿では、カーナビゲーション等で使われる観光ガイドブックの文を題材にして、文の意味を解釈し、その結果を文脈情報と比較・照合し、蓄積できるような意味解析手法の検討を行なった。1文ごとの文の意味を足し合わせて初めて文章全体の意味、あるいは連続対話の意味を解釈することが可能となる。しかし、表層の文体や表現の影響を受けて、文は様々な依存構造を持ち得るため、これを強く受け継いだ構造を持つ意味表現形式を用いたのでは、意味の統合は困難である。本稿では、節が表す意味を「現象の属性=値」という形式で整理し、文中の述語と述語の関係を使って節の意味を文脈に統合し、蓄積する方法を提案する。

キーワード

意味解析、文脈、意味の蓄積、連続対話

A Semantic Analysis Method for Car Navigation Dialogue Systems

Takao MATSUBARA, Motoyuki ITOH, Akira TAKAGI

CSK Corporation

Nishi-Waseda BLDG. 5F, 1-21-1 Nishi-Waseda,
Shinjuku-ku, Tokyo, 169 Japan
Phone 03-5286-7138 FAX 03-5286-7142

Abstract

The authors propose a variation-independent, context-accumulating semantic analysis method for dialogues, based on the unified semantic representation. When implementing a man-machine dialogue system, such as a car navigation dialogue system, we face the characteristics of natural language:

- (1) a concept may be expressed by a variety of expressions (variation),
 - (2) an expression may not be sufficient to describe the whole event or fact.
- To solve such problems, we adopted the unified semantic representation, consisting of 'attribute-value' sets, that enables mapping and accumulating the current interpretation onto the contextual information. In this paper, an outline of the semantic analysis mechanism and the experimental results from the analysis of the written travel guidebooks are presented.

key words

Semantic Analysis, Accumulation of Semantic Information, Dialogue

1. はじめに

文の意味を解釈し、解釈した結果を文脈として蓄積し、その文脈を参照するという技術は、自然言語処理の分野において、極めて重要な技術である。これを実現するためには、入力文が、どの様な文体で入力されても、その意味を正しく認識して（入力文が、自分が知っている世界のどの事について、どう述べているかを判別して）、それに基づいて関連する文脈情報と照応、統合し、必要な問題解決を安定して起動できるようにするという要件を満たさなくてはならない。しかしながら、この問題に対しては、いまだ、有効な技術があるとは言いがたい。

本稿では、カーナビゲーションにおける対話を題材にして、文の意味を自然に蓄積できるような意味解析手法を検討する。まず、2章で意味解析の基礎的考察を行い、3章で、これをシステム上に実現する方法を述べる。最後に実際に作成した実験システムを用いて、我々が行った実験について述べる。

2. 意味解析手法の基礎的考察

2.1 意味解釈上の困難

人間が文章の意味を理解しようとする場合には、まず、1つ1つの文の意味内容をイメージとして思い浮かべ、それを重ねていって、次第に詳細化し、理解を深めていくというプロセスがある。このような機能、能力は対話システムなどにおいて文解釈能力を実現する上でも、最も重要な能力の1つに挙げられる。何故なら、入力文を通して行われるユーザーの要求や問い合わせは、通常単文で済むことは稀であり、複数の節や文を通じて行われる場合が多いからである。その際には、1つの節または、単文によって表される現象を入力文全体にわたって総合し、全体としてユーザーが何を要求し、何を問い合わせしているかを正しく認識する必要がある。

しかしながら、表層文の依存構造は、同じ現象を表す文であっても多様に変化する。例えば、

例文1：東京から東北自動車道で宇都宮に行きたい。

例文2：東京を出発して、東北自動車道を使って宇都宮に行きたい。

という2つの文は同じ意味を表すが、使われている動詞も、依存構造も異なったものになってしまう。この様な変動に対しても、システムは安定して意味解析を行ない、同一の意味内容を抽出することができなければならない。しかも、1つの現象が1文で表現され

るとは限らないから、その場合には、更に、入力された依存構造表現から意味を抽出し、それまでに入力された依存構造から抽出され、文脈情報として蓄積されている意味とつきあわせ、情報を1つに統合したり、あるいは、省略されている情報を補完したりすることができなければならない。これが可能であるためには、表層の依存構造に依存しない、一定の構造を持つ意味表現が必要である。意味表現で表された情報に基づいて必要な問題解決を行うという観点から見ても、必要な意味解釈結果が一定の形式で意味内容毎に常に定められた位置に表現されることが望ましい。

即ち、

- (1) 意味内容によらず、一定の意味表現形式で意味が表される。
- (2) 意味内容毎にそれが表現される場所が決まっている。

ことが重要である。

従来の意味解析手法では、入力文の内容を論理式や動詞フレーム・意味ネット等の形式で整理するのが一般的であるが、意味の重ね合わせという点に関しては、あまり検討がなされていない。例えば、動詞フレームには、述語+表層格（または深層格）という内部構造が存在し（図1参照）、動詞及び格名のバリエーションにより、表現形式の異なる同義表現が多数存在してしまい、文脈の蓄積という観点からみた場合、適切であるとは言い難い。そこで、これらの問題を解決するために、意味表現を生成する元になる入力文の依存構造の多様性に対処する方法を考える。

2.2 単文（節）による現象の言及のタイプとその一様な解釈

「東京へ行く」という文と、「東京に到着する」という2つの文において、前者が言及する現象は、後者が言及する現象を包含し、しかも、「東京」という語が果たす役割は共に「移動の到着地点」を表すという意味で、両者は同じ事実を表わしている。更に、この

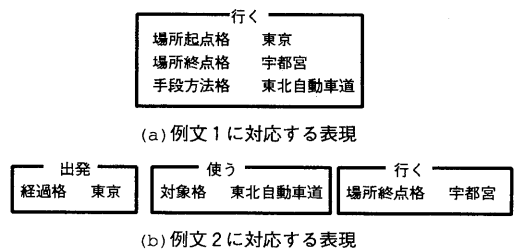


図1 動詞フレームによる意味表現

事実は、「到着地点は東京である」という表現によっても表わすことができる。「移動」という現象は、これを規定する属性として「到着地点」というものを持っている。述語を使って、この移動という現象とその属性である「到着地点」に言及するにあたって、以下の3通りの言い方が存在する。

- (a) 「行く」という述語を使った場合、それによってまず、現象全体を言及し、さらにその格成分を用いることによって、現象全体を規定する属性の中で、特に「到着地点」を指定して、限定する。
- (b) 「到着する」という述語を用いた場合、それによって、「移動」現象の中の特定の部分現象を言及し、その格成分によって、その部分現象を規定する属性の中で、特に「到着地点」という属性を指定して、限定する。
- (c) 「ある」という断定の述語を使って、「移動」または「到着」現象の属性の一つである「到着地点」を直接陳述する。

これをさらに一般化すると、次のように考えることもできる。

今、ある現象を考えると、

- (1) 述語によって全体現象を陳述し、その格成分で現象の属性値を規定する。
 - (2) 述語によって部分現象を陳述し、その格成分で部分現象の属性値を規定する。
 - (3) 述語によって、現象の属性値を直接言及する。
- という3つのタイプの文は、全体現象から見た場合、意味的には、言及された属性値が果たす役割が同じであるという点で、同義である。

この観点に立つと、入力された文の各々の節は常に(3)の形式に置き換えられることになる。

現象は、現象に固有な属性の集合を内包していると考えられるから、同一現象のあり方を限定する一連の文の解釈結果は、それが、前述の(1)(2)(3)のいずれのタイプの文で構成されていたとしても、

現象属性名1 = 属性値1
現象属性名2 = 属性値2
.....
現象属性名N = 属性値N

と解釈され得ることになる。ちなみに、この表現形式を用いて、(1)(2)(3)は、すべて、

移動現象・到着地点 = 東京

という形式で表現することができる。

意味の解釈を困難にする原因の一つは、上述の様に、同じ意味を表す際に、表現が多様に変動することにあるから、「現象のもとでは、3つの表現は同義である」という事実を用いれば、上に示した様にこの多様性を一部回避できると考えられる。さらに、先に示した意味表現形式は、依存構造木が内包していた木構造の多様性を含んでいない。これは、文脈の取扱いにおいて、述語が言及する現象が、全体現象一部分現象という関係にある限り、その現象を規定する属性は重ね合わせることができる構造であるということを意味し、これによって、文意を全体現象に重ね合わせて蓄積することができることになる。しかも、蓄積された意味を参照することも極めて容易になる。

2.3 同一現象内での表現の多様性

言及される(部分)現象と言及のタイプが定まった場合においても、更に種々の依存構造の多様性が存在する。本稿で検討した観光ガイドの範囲内では、主に以下のような多様性が認められる。

- (1) 現象をどの視点から見るかという多様性。
(例：能動文と受身文など)
 - (2) 対象とする現象をどのような抽象度で表現するかという多様性。
 - (i) 述語の抽象度の多様性。
(例：宿泊する、一泊する)
 - (ii) 格名詞の抽象度の多様性。
(例：観光地に行く、日光に行く)
 - (3) 名詞のリファレントがある種の領域を示す際の、領域の広さの多様性。
(例：日光に行く、日光市街に行く)
 - (4) 属性値の言及形態の多様性。
(例：中禅寺湖は大きな湖だ、中禅寺湖は、～平方メートルの広さを持つ湖だ)
 - (5) 以上の多様性の中から一つの選択肢を選択した上で、それらを可能な同義表現のうちのどれを用いて現象の記述とするかの多様性。
 - (i) 述語の名詞化。
(例：日光に到着する時刻、日光到着時刻)
 - (ii) 意味構造表現に対する単語分割、従属節構造の選択の多様性から生ずる表層表現の多様性。
(例：赤い花、色が赤い花、赤い色をした花)
- このように、文体は多様に変化するが、先に述べた意味表現形式を用いると、(1)に関しては、視点の位置を決めておく(例えば、能動文を標準的な表現とするなど)ことにより、重ね合わせが可能となる。また、

(2) (3) (4) のような、抽象度の多様性や、広がりや曖昧性の多様性は、意味表現上では、属性値の抽象度が変化する、あるいは、属性が増減するといった変動に帰着され、やはり、重ね合わせが可能となる。(5) に関しては、プリミティブレベルの意味構造表現を用いれば吸収されるが、現時点ではあまり実用的ではない。よって、単語レベルの依存構造表現を入力とし、それを読みとる際に、テンプレート等を用意して、これらの差異を吸収する等の方法が必要となる。

2. 4 節間関係または、節と文脈との関係

節間関係による表現の多様性は、表1に示す通りである。

「日光に行く良いルートはあるか。」
 「日光へ行きたいのだが、どうやって行けば良いか。」
 「日光へ行くには、高速を使う。」
 「日光へ行く場合、どこで東北道に入ればよいか。」
 などのように、前置き、目的や条件を表す接続関係や連体修飾節による接続関係において従属節と主節の間で、全体一部分、全体一属性関係が存在する場合には、従属節は、問題の枠組や状況を設定する働きを持つ。主節の役割は、その枠組の中で、部分現象の成立や属性値の成立を主張したり、問いかけたりすることにある。従って、これらの場合においては、枠組として設定された全体現象中で、主節が表す属性の値を求めたり、正当性を確認する形で、解釈を行うことができる。

これに対して、因果関係などにおいては、通常、現象の重ね合わせは行うことができないため、知識を利

表1 節間関係

言い回し	意味関係	例
主節一副詞節	全体一部分	「東京を出発し、日光へ行く。」
	全体一属性	「東北自動車道を使って日光へ行く」
	時間順序	「乙女の滝を過ぎてから約5 kmで板室温泉に着く。」
	並行随伴	「東武鬼怒川を右手に見ながら北上する。」
	条件一帰結	「国道352号に入れば約3 kmで到着。」
	原因一結果	「一方通行の道なので、対向車がなく気楽に走れる。」
主節一名詞節	目的一手段	「混雑を避けるために例弊使街道を使う。」
	前置き	「日光に行きたいのだが、東北自動車道は使いたくない。」
主節一形容詞節 (関係節)		「国道121号を会津田島方面に北上するのが早い。」
		「高倉山のすそを抜けるコースがある。」

用して、文が主張する関係が成立するか否か等を推論する必要があるが、ここでは、このタイプの節間関係については、2つの節間を接続関係で示すポイントで結ぶに留め、それ以上の解釈は考えない。連体修飾節と主節の間に全体一部分、全体一属性の関係がない場合は、2つの節で共有される名詞間をポイントで接続し、それを介して、連体修飾節により名詞レファレントを限定する処理、もしくは、主節で主張、又は問われている属性値を、関係節内の属性を利用して問題解決した結果とつきあわせたり、あるいは、その値を取得する形で解釈を行うことができる。名詞節については、本稿では、特に解釈は行わない。

節間に、時間的、空間的關係が存在する場合にも、解釈結果を重ね合わせることはできないので、これを時系列順にならべて蓄積することにする。

以上述べた節間関係は、節と文脈との間にも同様に存在し、同様の議論が成立する。節と文脈との間においては、接続関係は明示されていないが、2. 2で述べた形式で節の意味、及び、それらを蓄積、統合した結果である文脈情報を記述することにより、意味の記述が、表層の変動に依らず、現象毎に一定の形式で表されるため、節と文脈との関係の認識は容易に行うことができる。

3. 多様性の回避

以上の考察をもとに、本システムにおける意味解釈手法について述べる。

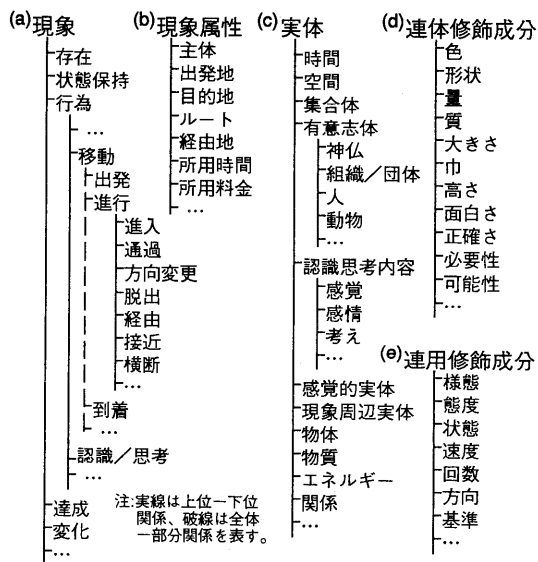


図2 意味素性体系

3. 1 節の表現の多様性の吸収

文を構成する命題レベルの基本単位は節である。よって解釈は節を単位として行われる必要がある。

まず、表層における述語の揺らぎに対処するために、現象の種別と対応した意味素性を定義し、これを述語に付与する。(部分)現象の体系の一部を図2.(a)に示す。これは、そのまま述語意味素性の体系に対応する。各(部分)現象は、これを規定するための属性を持つ。全体現象の属性群は全体現象が含むすべての部分現象の属性を含み、更に全体現象に固有の属性を含む形で構成されている。属性体系の一部を図2.(b)に示す。入力文によってどのような現象が言及され、更にどのような属性が限定され得るかは、あらかじめ現象を記述する文を収集し、言及される(部分)現象、属性を抽出し、分類することによって決定されている。本稿で述べるシステムにおいては、観光ガイド中の文を対象として整理を行った。名詞に対しても同様に抽出された意味素性を付与する。図2.(c)に、対応する実体の分類を示す。各実体はそれを規定する属性を持つ。又、形容詞、副詞等の連体、連用修飾成分に対しても、図2.(d)(e)に示すような意味素性を付与する。

次に、依存構造が持つ構造の多様性を回避する。節構造表現の多様性は主として、

- (1) 述語の意味の多様性
- (2) 名詞の意味の多様性
- (3) 述語を修飾する枝のタイプ、数の多様性
- (4) 名詞を修飾する枝のタイプ、数の多様性に起因する。

依存構造が持つ複雑な構造を全体として意味解釈しようとする、各要素の多様性のために構造全体としてさらに大きな多様性が発生してしまう。これを避けるために、依存構造中の述語とその下の1本のアークを組として捕らえ(述語は重複して取り込まれる)、他の組と独立に、個別の解釈を与えるという方法で、節構造の意味を解釈する。ただし、これではまだ、各枝が述語ごとに固有の形を取り、しかも依然として、依存構造を含んでいる。

- (a) 「東京から行く」
- (b) 「東京を出発する」
- (c) 「出発地は東京である」

のいずれも、移動という全体現象のもとで、「出発地」という現象を規定する属性値が「東京」であるという意味で同義であることは、先に述べた。これは、格+述語の中に潜在していた「東京」の「移動」現象に対する役割を陽に認識した結果に他ならない。そこで(a)の構造を、図3のような同義変形過程に基づき、

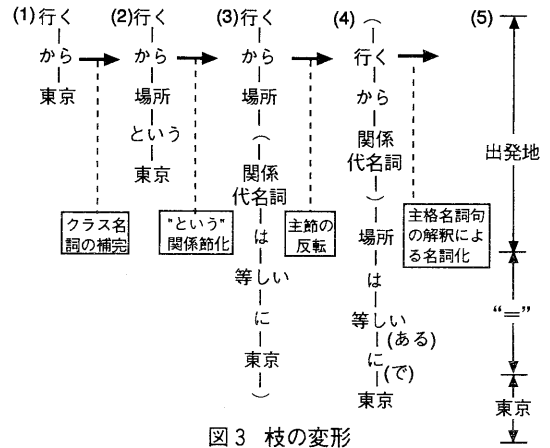


図3 枝の変形

表2 パラメタ変換テーブル

述語 + 格 + 格補語名詞	パラメタ
移動 + 場所起地点 + 場所	出発地
使用 + 対象格 + 道路	使用道路
所用 + 対象格 + 料金	所用料金
...	...

現象概念名		
文種別 :	平叙 / 疑問 / 命令	
時制フラグ :	値	
相フラグ :	値	
モダルフラグ :	値	
パラメタ1 :	値1	付加手続き1
パラメタ2 :	値2	付加手続き2
...
パラメタn :	値n	付加手続きn

図4 現象意味表現

<述語+格+クラス名詞>=属性値という形に変形する(b)も同様)。この<述語+格+クラス名詞>を、その意味を表す名詞1語で置き換える。この名詞は、述語が言及している現象を規定する属性名であり、いわば、移動という現象をシミュレートするために必要な引き数を与えるものである。そこで、本システムでは、これをパラメタと呼ぶ。また、属性値のことをパラメタ値と呼ぶ。なお、実際のシステムでは、解釈のたびに同義変形は行わず、表2に示すようなパラメタ変換テーブルを使う。

以上の操作により、述語+格に見られる表層表現の揺らぎを吸収することができる。また、名詞の意味の揺らぎはパラメタ値の変動として吸収することができる。パラメタの集合は現象に固有であり、また現象内で変動することもない。従って、現象に対して、パラメタの集合をあらかじめ決定しておくことができる。図4の形式に表された節の解釈結果を現象意味表現と呼ぶ。

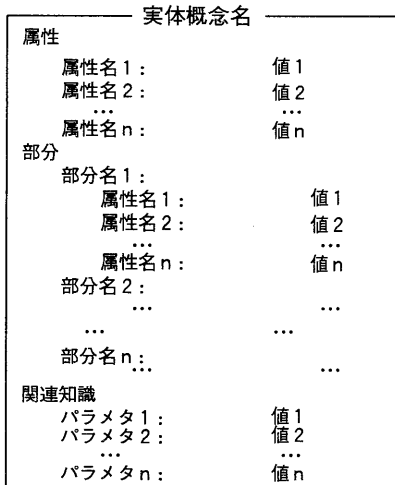


図 5 名詞意味表現

パラメタ間に依存関係が存在する場合には、その依存関係に従って、他のパラメタ値を参照、操作する付加手続きを与えておく。

ところで、節が表す意味のタイプとしては、2. 2 (1)～(3)の他に

- (4) 実体の属性を言及する場合
(例：あの車の色は赤い)
- (5) 実体の部分を言及する場合
(例：東照宮には陽明門がある)
- (6) 実体の性質を言及する場合
(例：ホテルは客を泊める)

のように実体を言及するタイプのものがある。このような文に対しては実体モデルを用意し、そこに言及内容を整理する。(4)(5)はそれぞれ、

「属性：属性名＝値」「部分：部分名＝値」

(例：「属性：色＝赤」「部分：門＝陽明門」)

という形で解釈できるので、その解釈結果を実体モデルに書き込む。(6)で言及される性質そのものは現象である。そこで(6)の場合には、「パラメタ名＝パラメタ値」の集合の形で解釈結果を整理し、それを実体モデルに書き込む。以上のような解釈方法をとることにより、(4)(5)(6)いずれの場合にも均一でフラットな形式で表すことができる。名詞句の解釈結果を表す名詞句意味表現の構成を図5に示す。

3. 2 節解釈結果の文脈への蓄積

上述の意味表現形式は、述語の意味をパラメタの中に繰り込み、格名詞を変数化して、述語の意味を陽に表現しなくとも、節の意味を表現できるようにすることで、解釈結果が構造を持たないようにしたものである。パラメタは、一部の例外的な場合を除き、現象毎

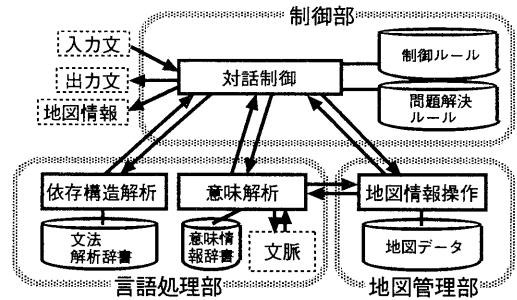


図 6 システム構成

に、ユニークに定まるので、あらかじめ対象世界の全現象を整理し、パラメタを定義しておくことができる。言い換えれば、全パラメタ及び値の対を配列上の定まった位置に、割り当てることができる。従って、2. 4に述べたように、このパラメタが示す位置に解釈した節の意味を代入していくことにより、極めて容易に、入力文を文脈に蓄積・統合することができる。

時間的、空間的關係が存在する場合は、先に述べたように、解釈結果を重ね合わせることはできないので、これを時系列順にならべて蓄積することにする。例えば、移動現象は、出発地から目的地に到達するまでの間に、局所出発地から局所到着地までの部分移動現象を繰り返す。パラメタは原則として現象内で一意に決定されるものであるが、局所移動の繰り返しの場合のように、同じパラメタが複数個出現する場合がある。この時には、時間的経過にそって解釈結果を順に局所移動のパラメタの値に代入することにより意味の蓄積を行う。

なお、疑問文の主節は文脈とは統合しない。

4. システム構成

4. 1 全体の構成図

システムの全体構成は図6に示す通りである。

文の入力があると、システムは、これを構文解析し、次に、意味解析を行なう。意味解析ではまず、依存構造木を〔述語＋格助詞句〕の集合に分割する。次に〔述語＋格助詞句〕をパラメタ名＝パラメタ値に置き換え、最後に代入関数を使って、パラメタ値を文脈に代入する。

4. 2 移動現象を解釈するためのモデル

ナビゲーションでの対話における文の解釈のためのルートのモデルを図7に示す。パラメタ名は全現象を「移動」とした時のものである。このモデルは、ルートの繰り返りを含み、ルートは、ルート片の繰り返り

(a) 入力文章 (文献(3)より引用)

川俣温泉・湯西川温泉方面に行くには、日光からと鬼怒川からの2通りのアプローチがある。ダイレクトに川俣温泉に向かうなら、日光宇都宮道路の日光ICで降りて、16.2km走った霧降高原道路(小・普通車920円)を利用して栗山村に出て、約21km県道川俣温泉川治線を行けば、瀬戸合峡、川俣湖を経て川俣温泉に着く。カーブの多い狭い道だが、ゆっくり走っても2時間みれば充分。一方、鬼怒川経由で川俣温泉に向かうには日光宇都宮道路の今市ICで降りる。国道121号を北上し、鬼怒川温泉から龍王峡を抜ける。龍王トンネルから約2km先に「左・川俣温泉、右・川治温泉」の標識があるので、これを左折すれば、県道川俣温泉川治線で約30km西に進めば川俣温泉。また湯西川温泉に行くには国道121号で川治温泉を抜け、五十里湖に出る。海尻橋を渡らずに直進し、湯西川沿いに約2.5km走ると湯西川温泉に着く。

(b) 構築されたモデル

目的地	湯西川温泉
出発地	鬼怒川
目的地	川俣温泉
出発地	日光IC
道路	霧降高原道路
距離	21km
始点	栗山村
道路	県道川俣温泉川治線
始点	川俣湖
始点	川俣温泉

(右に続く)

目的地	川俣温泉
出発地	鬼怒川
終由地	今市IC
道路	国道121号
始点	鬼怒川温泉
始点	龍王峡
目印	標識
距離	30km
始点	県道川俣温泉川治線
進行方向	西
始点	川俣温泉

(右に続く)

目的地	湯西川温泉
出発地	国道121号
道路	国道121号
始点	川治温泉
始点	五十里湖
沿線	湯西川
距離	2.5km
始点	海尻橋
始点	湯西川温泉

(c) 名詞フレーム例 (霧降高原)

概念名称：霧降高原
 上位概念：高原
 定義：kiri.def
 解説：kiri.dsc
 属性：名称 7 霧降高原
 属性：標高 7 約1000m
 関連知識：1 開花主体 7 ツツジ
 関連知識：1 開花時期 7 5月
 関連知識：1 開花成立範囲 7 霧降高原
 関連知識：2 開花主体 7 ニッコウキスゲ
 関連知識：2 開花時期 7 6月
 関連知識：2 開花成立範囲 7 霧降高原
 関連知識：3 出発地 7 日光市内
 関連知識：3 目的地 7 霧降高原
 関連知識：3 移動方法 2 kiri.route
 関連知識：4 観賞対象 7 ツツジ
 関連知識：4 観賞時期 7 5月～6月
 関連知識：4 観賞場所 7 霧降高原
 関連知識：5 観賞対象 7 ニッコウキスゲ
 関連知識：5 観賞時期 7 6月下旬～7月中旬
 関連知識：5 観賞場所 7 霧降高原

(d) 質問応答処理実行例

U：東京から日光まで行きたい。
 S：はい。
 U：車を使って行くと、何分で行けるか。
 S：約2時間です。
 U：どうやって行けばよいか。
 S：これから開くウィンドウを御覧下さい。
 U：まず、日光市内に行って、日光東照宮を見学しようと思うが、何時から見えるか。
 S：午前8時です。
 U：霧降高原に行ってニッコウキスゲを見たいんだけど、日光市内から行くにはどうやって行けばよいか。
 S：これから開くウィンドウを御覧下さい。
 U：霧降高原ではいつ観賞できるか。
 S：6月下旬～7月中旬です。
 U：霧降高原ではツツジもたくさん咲くらしい。
 S：はあ。
 U：いつ頃咲くのか。
 S：5月です。

U：日光ホリデilandに泊まりたい。
 S：はい。
 U：コテージ形式というのが面白い。
 S：はあ。
 U：いくらかかるか。
 S：1棟28000円からです。
 ...
 U：川俣温泉に行こうとして、今市ICで降りて、鬼怒川温泉へ着いた。更に、川治温泉を過ぎて、まっすぐ行くと五十里湖に着いてしまった。私はどこで道を間違えたか。
 S：川治温泉でルートをはずれていました。
 U：五十里湖から何km走ると湯西川温泉に出るか。
 S：2.5kmです。
 U：川俣温泉に行きたいんだけど、日光ICで降りたら、次は何道路で行けばよいか。
 S：霧降高原道路です。

図8 実行例

参考文献

- (1) 竹下 敦: "対話のインタラクション構造を用いた話題の認識", 情処 自然言語処理研究会 87-10 (1992)
- (2) 高木 朗, 伊東 幸宏: "自然言語の処理", 丸善 (1987)
- (3) "車で行って遊んで泊まる「日光・那須・塩原」", 旺文社 (1993)
- (4) "ブルーガイド・ドライブ「日光・鬼怒川・那須」", 実業之日本社 (1994)
- (5) 稲垣 博人: "事象解析による要約情報の抽出", 情処 自然言語処理研究会 NL-84-3 (1991)
- (6) 美馬 秀樹, 弘田 正雄, 林 淑隆, 青江 順一: "自然言語インタフェースにおける間接発話文の意図理解法" 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J78-D-II No.5 pp.803-810