中間言語方式とＭＢＴ方式による
自然言語文の図的表現化に関する研究

中塚幸毅*

平成 8 年 2 月 29 日

1　はじめに

空間的な概念が記述されている自然言語の文章の処理において、図的表現を利用する問題、とりわけ、空間的な概念が記述されている自然言語の文章を空間上に図的表現として表す問題は、自然言語によるコミュニケーションや、自然言語の文章の理解を助け、幾何的な推論を行ううえにおいて、非常に有用なものであると考えられる。

例えば、我々は、よく物体の位置関係を述べるのに、物体の位置関係などを示した図を紙などに書いて示したりする。また、道に迷っている人に道を教えたり、団体旅行などの集合場所の連絡を行うときに、地図を示しながら自分のいる場所や集合場所を述べたりする様なことも、よく行われていることである。

自然言語文を図的表現化する手法としては、現在までに、 SPRINT システム (文献 [3]) やイメージによる手法 (文献 [4]) が提案されている。

本研究では、自然言語表現から図的表現の双方向の変換システムの構築や、図的表現の計算機における推論の導入へ向けて、自然言語表現から図的表現への変換を行うため、自然言語や図的表現とは互いに独立した中間言語と、モデルベース (記憶ベース) の推論の発想を導入するために事例ベースの機械翻訳に基づくシステムとを導入した変換手法について検討し、実験システムを構築し、手法の有効性について検証する。

2　空間言語

2.1　自然言語から図的表現への変換手法

ここで、自然言語や図的表現とは互いに独立した中間言語 (以下、空間言語、定義については後述) を変換システムに導入することを提案する。

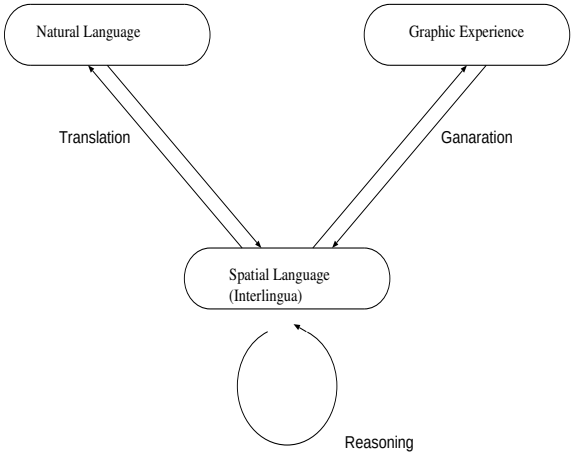


図 1: 変換手法の概略図

今回提案する変換手法を用いたシステムの処理の流れを見ると、最初に、空間的な概念が記述されている複数の自然言語の文章を複数の空間言語へ変換する。

空間言語表現は、形式言語の一種と見なすことが出来るので、自然言語文から、空間言語表現への変換問題は、通常の場合における一方の言語から他方の言語への翻訳システムを記述する問題へと帰着させることができる。

変換の完了した空間言語表現から、対象となる物体の位置を、空間言語表現に内蔵された存在可能性関数をもとにして決定し、対象の空間描写を画像として出力させる。

以上の変換手法の概略図を、図 1 に示す。

2.2　空間言語の表現形式

空間言語は、物体に、対象物の色や大きさなどの属性を付与した 1 個の節点と、 2 個の単位節点間に存在確率

*大阪市立大学工学部情報工学科

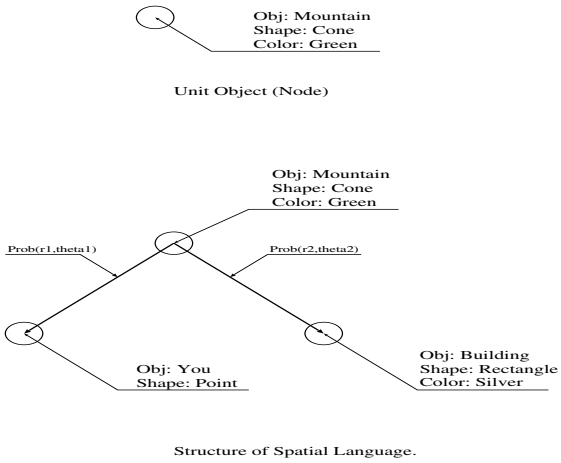


図 2: 空間言語の表現形式

関数を割り当てた枝によって構成される木構造の形式言語である。空間言語の表現形式は次のとうりである。

- 空間言語において、単位物体を地図上に存在する建物 (寺や大きなビルといったもの) や自然物 (山や川といったもの) などの単純な対象物を空間の状況を書き表す最小の物体とし、単位物体と呼ぶ。単位物体が表すデータ構造を対象物の大きさ、高さ、形状、色などの属性を付与した 1 個の木構造の節点とする。
- 2 個の単位物体 (参照、被参照物体) において、被参照物体の節点を基準とした参照物体の節点の基底点の存在位置を決める存在確率関数を割り当てたリンクを張る。このような単位物体の位置関係を記述したデータ構造を空間言語における木構造の枝とする。
- 以上の単位物体や単位物体間の位置関係の表現形式により、木構造を構築し、空間言語を構成する。

3 自然言語文から空間言語表現への変換

3.1 自然言語と空間認識のモデル

本研究において提案した変換手法において自然言語文から、空間言語表現への変換機構として、実例ベースに基づく変換システムを導入する。実例ベースに基づく変換システムを導入することは、モデルベース (記憶ベース) の推論の発想を導入と、人間の記憶内において、自然言語と、空間上におけるイメージのようなものが直接結び付いていることに基づいて、空間を認識しているという仮定をモデル化することに結び付く。

ここで、人間の記憶内における自然言語表現と空間上におけるイメージの結び付きの考え方を、自然言語の獲得の過程などとの関係を考えながら述べる。

人間の学習において、人間が、自然言語を修得していく過程における状況について考える。幼児がその自然言語の単語や表現を獲得するには、その単語や表現と、単語や表現が表す現実の物体や現実の状況を対にして提示されることが多い。

獲得された単語や表現は、人間の脳には、対提示された単語や表現と、それを表す現実の対象や状況が対になって結び付いた状態で、記憶されていると考えることが出来る。

自然言語表現と、現実の状況との対提示による自然言語の獲得や自然言語表現と実際の状況が対になった記憶は、自然言語と空間認識の場合も同様に考えることが出来る。

図 3 において、自然言語の表現と空間を認識していく過程について考える。

図 3 の上の (A) に示された状況について考える。(A) のように、机の上にリンゴの実が載っている状況がある人間の前に示される。そして、自然言語の表現として、" an apple on the table" と言う表現を、同時に示される。すると、人間の頭脳の中には、" an apple on the table" と言う言語表現と机の上にリンゴの実が載っているイメージの状況が対になって、記憶される。そして、(A) のような対提示される状況が、何度と無く繰り返されることによって、人間の頭脳の中に強くこの結び付きが強くなっていくと考えられる。

このあと、自然言語表現で、" a fish on the table " と言う表現が示された場合について考える。(図 3 の (B) の状況) (A) のような状況の後ではすでに、知識としての記憶の中で、(A) の状況がすでにわかっている (獲得されている) ので、(B) の状況において、(A) の apple の部分が、 fish に変化したものであると認識し、その人間は画像として、机の上に魚が載っている状況を取り出すことが出来ると考えられる。

逆に机の上に魚が載っている状況を示された場合でも、(A) の状況がすでにわかっているので、自然言語

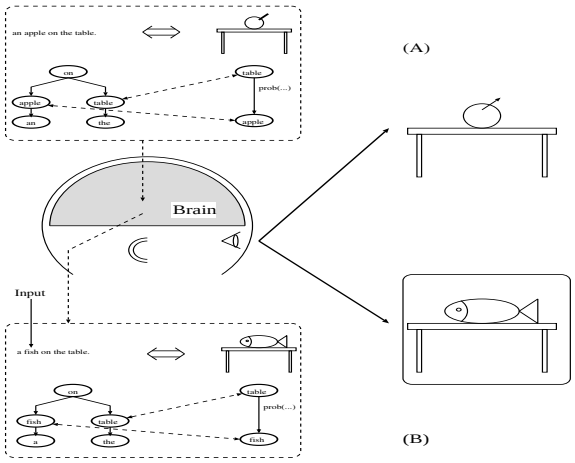


図 3: 自然言語と空間状況の記憶

表現で、” a fish on the table ” と言う表現を示すことが出来る。

(B) の状況において、自然言語表現から、空間を認識したり、空間の状況から、自然言語表現を導き出すことが出来るのは、 (A) と言う状況を、自然言語の獲得の過程によって、すでに知っているからであると考えることが出来る。

以上のことを考えると、人間の頭脳には、自然言語の獲得過程により、人間の記憶内において、自然言語表現と、空間の実際の状況が、対になって記憶されており、この記憶に基づいて人間は、自然言語における空間認識をしているものと考えられる。

自然言語における空間認識において、記憶ベースの推論を用いることは、以上の仮定を考えるうえで、非常に有効であると考えられ、記憶ベースの推論をもとにして考えられた実例ベースに基づく変換システムを本研究で提案したシステムに導入することは、同様に非常に有効であると考えられる。

3.2 事例ベースの機械翻訳の概略

本小節では、事例ベースの機械翻訳の概略について述べる。

2 ヶ国語の自然言語間の機械翻訳において、従来の手法としては、自然言語の構文を解析したうえで、互いの変換規則を用いて、翻訳を行う手法が用いられている。しかし、変換規則を用いる手法では、自然言語が持つ曖昧性によって、一意に構文を決定できず、効率の悪い翻訳しか出来ないという問題点がある。

翻訳システムの規則や辞書が巨大化し、システムの保守や改良を行おうとしたときに規則の追加、変更などを行うと、システム全体に与える影響が予測できないという問題点も指摘されていた。

これまでの変換規則による機械翻訳とは異なる立場からのアプローチとして、アナロジーによる機械翻訳という考え方が、京都大学の長尾真氏によって提唱された。アナロジーによる機械翻訳とは、基本的な考え方として、翻訳例のデータベースを用意し、ある文を翻訳することをその文と似たような文の翻訳例を模倣することによって行うことである。

翻訳例のデータベースを知識源として使うアプローチでは、抽象化された規則を作る必要もなく、翻訳例にデータベースを追加するだけで、翻訳能力を向上させることが出来るので、前述した問題点を解決することが出来る。

アナロジーによる機械翻訳の考えをもとに、北陸先端科学技術大学院大学の佐藤理史氏が、必須格の名詞からなる動詞フレームにおける訳語選択を、実例ベースの機械翻訳を用いて実現する実験システムＭＢＴ１を提案している。 (文献 [5]) これは、翻訳例のデータベースを必須格の名詞からなる動詞フレームという形で用意し、２つの翻訳例間の意味的距離を定義し、データベース中の翻訳例の距離を用いて、未知の翻訳例がどのくらい適切かを推定し、もっとも適切なものを訳語として選択するというものである。

同じく佐藤氏が、実際の文を翻訳するうえにおいて、複数の翻訳例を参照するために、照合表現という概念を導入し、照合表現の得点を計算して、文の翻訳を行うＭＢＴ２を提案している。 (文献 [6])

4 実験システムの構築

4.1 実験システムの概略

実験システムは、仮想上の都市において、自然言語の入力による問い合わせによって、問い合わせを行った人 (以下、発話者) の現在位置を特定、図示する。

実験システムで取り扱う空間世界の対象は、簡単のため、仮想の都市における地図上とする。入力は、発話者から見た、仮想上の都市における周囲の状況を示す空間表現を表した、日本語文とする。

実験システムを構築する上において、図 4 のような

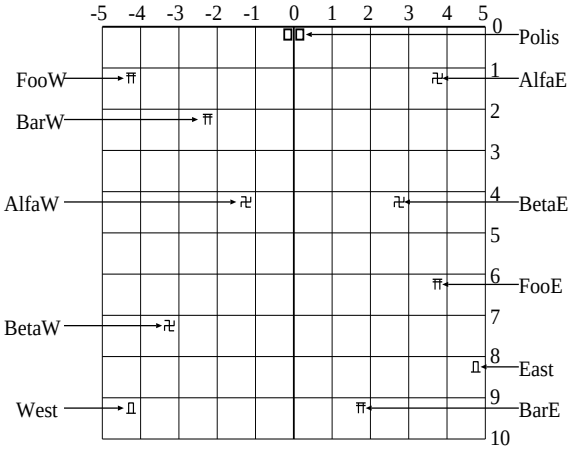


図 4: 仮想都市の概略図

仮想都市を想定する。想定する地図上の条件は次のようなものである。

- 仮想都市は南北１１路、東西１１路の道路が碁盤目状に走っており、道路には図のように、番号が振られている。
- 仮想都市上には、次のような建造物がある。(なお、図 4 の矢印で示してある物は、建造物の名前である。)
  - 都市政庁。(図 4 の図の polis と書かれているところ)
  - 寺院４ヶ所。(図 4 の図の AlphaE , BetaE , AlphaW , BetaW と書かれているところ)
  - 神殿４ヶ所。(図 4 の図の FooE , BarE , FooW , BarW と書かれているところ)
  - 石塔２ヶ所。(図 4 の図の East , West と書かれているところ)

また、発話者は、次のような条件下にいるものとする。

- 発話者は道路の交差点上にいるものとする。
- 仮想都市上の道路に振られている番号は、発話者にはわからない。
- 仮想都市上の建造物は、発話者には、すべての建造物が外見上から見分けがつくように、寺院と神殿と石塔では、まったく形の違う建物になっており、また、各建造物は次のような色が塗られている。
  - AlphaE ... 黒色 , BetaE ... 白色 , AlphaW ... 赤色 , BetaW ... 青色
  - FooE ... 黒色 , BarE ... 白色 , FooW ... 赤色 , BarW ... 青色
  - East ... 白色 , West ... 黒色

  発話者には、建造物の名前が特定できるか、発話者は「白い寺院」、「黒い神殿」と言った表現をするものとする。(すなわち、建造物の外見によって、「これは AlphaE 寺院である」と判別できるものとする。)

以上の仮定に基づき、発話者の自然言語による問い合わせによって、発話者の現在位置を特定、図示する実験システムを構築する。

4.2 実験システムの全体の外観

実験システムに入力された自然言語文は、京都大学の長尾研究室などによる形態素解析プログラム juman (後述)で、単語毎に分解した後、awk スクリプトで動作する framize というプログラムで格フレーム構造 (後述)に変換した後、中京大学の白井氏による cu-Prolog で動作する nltosl プログラム群によって、空間言語表現に変換される。空間言語表現から、発話者の存在確率関数のパラメータを抽出して、 Tcl+Tk スクリプトで動作する disp_city プログラム群によって発話者の位置を決定して、画面に表示する。

実験システムの全体の外観を図に示すと、図 5 となる。ここで、実験システムとして構築したプログラムは、破線で囲んである。

4.3 空間言語の仕様

第 2.2 節で述べた空間言語の外観を踏まえて、空間言語を次の形式で定義する。

```
<sl> := sl( <id> , <obj_frame> , <prob> ,
           <sl_list> )
<obj_frame> := [<id> , <obj>]
<obj> := polis || alphaE || betaE ||
         alphaW || betaW || fooE ||
         barE || fooW || barW ||
         east || west || you
<prob> := prob( <O_obj> , <A_Obj> ,
                <r_range> , <th_range> )
```

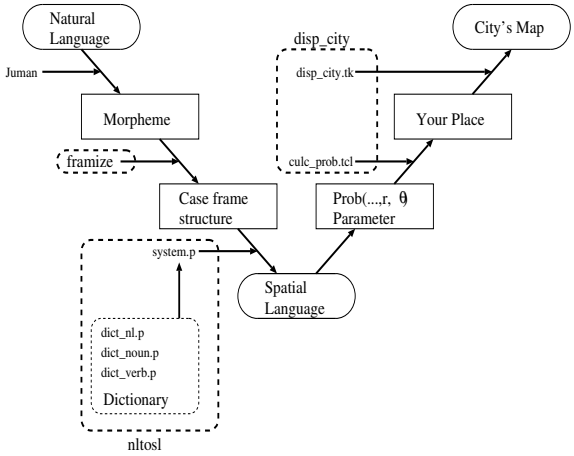


図 5: 実験システムの全体の外観図

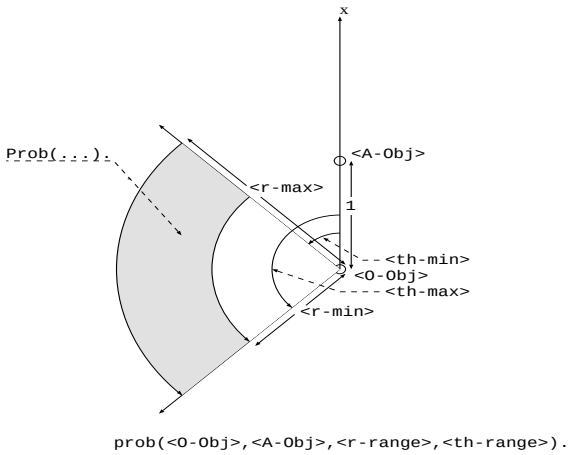


図 6: 存在確率関数

```
          || root
<O_obj> := <obj_frame>
<A_Obj> := <obj_frame> || [north_vec]
           || [south_vec]
<r_range> := [ <r_max> , <r_min> ]
<th_range> := [ <th_max> , <th_min> ]
<r_max> := { 0 以上の実数 }
<r_min> := { 0 以上の実数 }
<th_max> := { -180 以上 180 以下の実数 }
<th_min> := { -180 以上 180 以下の実数 }
<sl_list> := [ <sl> | <sl_list> ] || []
```

<id> は、空間言語、又は <obj> ごとに unique な id コード (例 :slxxxx , idobjxxxx) である。

<prob>

において prob(<O_obj> , <A_Obj> , <r_range> , <th_range>) は存在確率関数を表しているが、簡単のため、存在確率関数は、極座標表示で示される領域内における一様分布とする。各引数の意味は次の通りである。

- <O_obj> ... 参照物体、被参照物体の位置関係を示す極座標表示において、原点となる物体を表す。極座標表示において、<O_obj> の基底点が極座標の原点となる。 (図 6)
- <A_obj> ... 参照物体、被参照物体の位置関係を示す極座標表示において、 x 軸方向を示す物体を表す。極座標表示において、<O_obj> の基底点と <A_obj> の基底点を結ぶ半直線が極座標の x 軸となる。 (図 6)

[north_vec] , [south_vec] は、原点となる位置から、それぞれ北方向、南方向へ、道路区画 1 個分進んだ所にある交差点を表す。

- <r_range> , <th_range> ... 参照物体が存在する領域を原点からの距離の最大値、最小値、偏角の最大値、最小値で示す。参照物体の地図上の各点での存在確率は、図 6 の斜線部で示してある領域において、一様分布をなしているものとする。なお、原点からの距離は、<O_obj> から <A_obj> までの距離を 1 とし、偏角は角度法 (単位は度) を用いて表すものとする。

<prob> における root は、その節点が、空間言語の木構造の根であることを示す。

4.4 自然言語処理

本節では、入力された自然言語文 (日本語文) の解析手法について述べる。

4.4.1 形態素解析

入力された自然言語文は単語毎に分かち書きがされている英語文と違って単語がすべて繋がって書かれている日本語の文であるので、単語 (名詞、動詞、形容詞といった自立語の他、助詞、助動詞などの付属語も含む。) を単位として、文を単語毎に分割する必要がある。動詞、形容詞など、活用のある単語については、活用を取り除き、原形を示す必要がある。

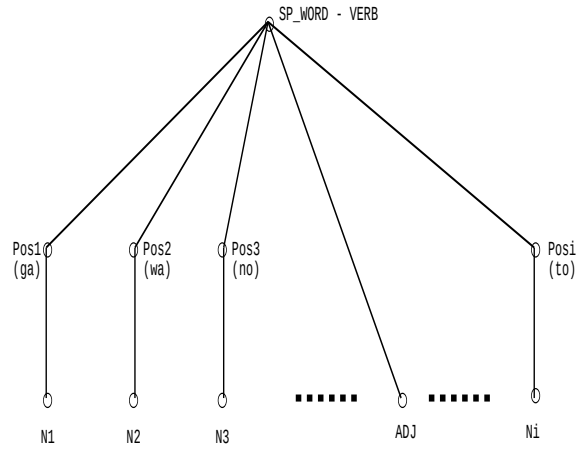


図 7: 自然言語文の構造

文を単語毎に分割し、動詞などの活用を取り除く処理を形態素解析というが、形態素解析には、京都大学の長尾研究室および、奈良先端科学技術大学院大学の松本研究室らが開発した形態素解析プログラム juman を使用した。

4.4.2 文解析

入力された自然言語文および、データベースとする例文の自然言語文において、空間認識を考える上においては、次の文の要素にのみ注目すれば良い。

- 「右、左、北、南」などと言った、空間を表すキーワード。(以下、空間語)
- 述語動詞。
- 述語動詞にかかる名詞 + 格助詞。
- 名詞 + 「の」
- 「少し、相当」などの程度副詞。

上に掲げた以外の単語については、空間認識を考える上においては、それほど重要にはならない。

自然言語文の構造は、空間を表すキーワード (以下、空間語) と述語動詞の 2 つ組を親節点とし、格助詞とそれにかかる名詞のすべてを子節点とするような平板な木構造と考えることが出来る。この構造を図に表すと次の図 7 のようになる。図 7 において、 N1 , N2 , ... Ni は、名詞を、 Pos1 , Pos2 , ... Posi は格助詞および「の」助詞を、ADJ は程度副詞を、 SP_WORD , VERB は、それぞれ空間語および、述語動詞を表す。また、空間語は、文献 [3] の表 1 によった。

この構造を計算機上に表すと次のような書式になる。

```
<nl> := nl( <id> , <sp_word> , <verb_frame> ,
           <frame_list> )
<verb_frame> := [ <id> , <verb> ]
<frame_list> := [ <frame> | <frame_list> ]
                || []
<frame> := [ <id> , <adj> ]
          || [ <id> , <pos> , <noun> ]
<sp_word> := { 日本語での空間語 例) 「右、左、
               北、南」}
<verb> := { 日本語での動詞 例) 「ある、見え
            る」 }
<adj> := { 日本語での程度副詞 例) 「少し、
           相当」 }
<pos> := { 日本語での格助詞および 「の」
           例) 「は、が、の」 }
<noun> := { 日本語での名詞 }
```

<id> は、自然言語の木構造および、格フレームに unique な id コードとする。(例 : nltxxxx , nlvxxxx , nlfxxxx など) なお、前述した自然言語文を格フレーム構造に変換するプログラムの出力は、<nl> , <verb_frame> , <frame> の項が次のようになる。

```
<nl> := nl( <sp_word> , <verb_frame> ,
<frame_list> )
<verb_frame> := <verb>
<frame> := [ <adj> ] || [ <pos> , <noun> ]
```

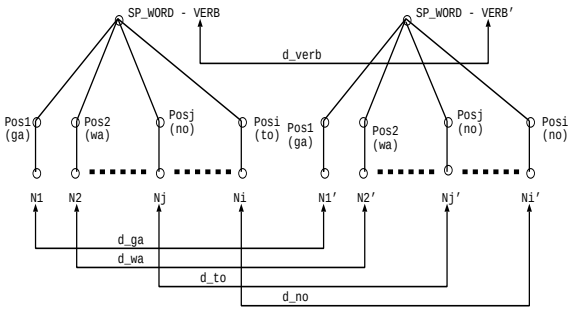
上記のような書式で表された構造は、木構造と言うより、むしろ、格フレーム (格スロット) の構造と見ることが出来る。以下、上記のような書式で表される自然言語文の構造を格フレーム構造と呼ぶことにする。

4.5 自然言語から空間言語への変換

本節では、文構造の解析が完了した自然言語文を、空間言語表現に変換する手法について述べる。

4.5.1 変換辞書

自然言語文から空間言語表現への変換に用いる辞書およびデータベースについて述べる。




```
D=(d_verb,d_ga,d_wa,...d_to,...d_no)
    *(w_verb,w_ga,w_wa,...w_to,...w_no)
 = d_verb*w_verb+d_ga*w_ga+...+d_to*w_to
   +...+d_no*w_no
```

図 8: 意味的距離

- 自然言語文辞書 ... すでに格フレームの構造に解析した自然言語文を蓄積したデータベースである。
- 空間言語表現辞書 ... 空間言語表現の実例を蓄積したデータベースである。
- 対応辞書 ... 自然言語文の実例と、空間言語表現の実例、および、自然言語の単語 (名詞) と空間言語表現の対象物の対応を示すデータベースである。
- 自然言語単語辞書 ... 自然言語の単語を蓄積した辞書である。
- 空間言語表現対象物辞書 ... 空間言語表現での対象物 (<obj>) を蓄積した辞書である。

4.5.2 意味的距離

2 個の自然言語文の格フレーム構造の意味的距離を次の様に定義する。

格フレーム構造の意味的距離は空間語とすべての格フレームにおける格助詞が一致する 2 つの格フレーム構造において、述語動詞および、すべての格フレームの格助詞に係る名詞の意味的距離 (経験則に基づいて定義した) とそれぞれの意味的距離に対する重み係数との積の合計である。すなわち、述語動詞とすべての格フレームの格助詞に係る名詞の意味的距離からなるベクトルと、それぞれの意味的距離に対する重み係数からなるベクトルとの内積で定義される。 (図 9)

4.5.3 照合表現

2 つの自然言語文の文の格フレーム構造の間で、それぞれの格フレームの名詞の部分において、入れ替わっている部分をＭＢＴ２ (文献 [6]) で使用されているものを参考にした照合表現を用いて表す。ここで使用する照合表現の書式は次のようなものである。

```
<NL_ME> := [<id_nl>|<NL_ME_list>]
<NL_ME_list> :=
           [ [r , <id_word1> , <id_word2>] |
                  <NL_ME_list> ] || []
<SL_ME> := [<id_sl>|<SL_ME_list>]
<SL_ME_list> :=
           [ [r , <id_obj1> , <id_obj2>] |
                  <SL_ME_list> ] || []
```

<id_nl> , <id_word1> , <id_word2> はそれぞれ、自然言語文に unique な id コードと単語に unique な id コードを、<id_sl> , <id_obj1> , <id_obj2> はそれぞれ、空間言語表現に unique な id コードと対象物に unique な id コードを表す。

照合表現で、[idnl0001, [r, idn0003, idn0005]] とあるのは、idnl0001 の id が振られている自然言語文の格フレーム構造において、idn0003 の id が振られている単語を idn0003 の id が振られている単語に置き換えることを表す。

4.5.4 変換の手順

入力された自然言語から空間言語への変換は次の手順によって行われる。

- 入力された自然言語文の格フレーム構造において、空間語とすべての格フレームにおける格助詞が一致するものを自然言語文辞書から検索する。
- 入力文と検索により取り出された辞書中の文の格フレーム構造の間で、前述の意味的距離を求め、それぞれの格フレームの名詞の部分において、入れ替わっている部分を照合表現を用いて表す。
- 以上で求めた複数の自然言語側の照合表現の中で、意味的距離が最小になるものに対して、空間言語側の照合表現に変換し、(4.5.1 節で述べた id の対応辞書による。) 空間言語側の照合表現に基づき、空間言語を出力する。

4.6　存在確率の計算

ここでは、空間言語表現をもとに、地図上の各点における存在確率を計算する手法について述べる。

自然言語文から変換の完了した空間言語表現において、発話者に関する存在確率関数のパラメータを抽出し、存在確率計算プログラムに渡す。

存在確率の計算プログラムに渡される存在確率関数のパラメータは空間言語表現の仕様のところで述べた、存在確率の <prob> の項のうち、 <O-obj> ，<A-obj> の存在位置 $(x\ ,\ y)$ 座標、極座標表示で示された原点からの距離と偏角の範囲 (<r_min> ，<r_max> と <th_min>，<th_max>) である。

空間言語表現から確率計算プログラムに渡された発話者の存在確率関数のパラメータより、プログラムはまず、極座標表示によって示された領域内に存在する交差点の集合を求める。

すべての交差点の座標 $(x\ ,\ y)$ (これは、都市政庁を原点、そこから東西南北方向に伸びる道路を $x\ ,\ y$軸とする直交座標で $-5 \leq x \leq 5\ ,\ 0 \leq x \leq 10$) において、与えられたパラメータより、<O-obj> の存在位置を原点、原点と <A-obj> を結ぶ半直線を x 軸とする極座標表示の座標に変換する。

極座標表示で表したすべての交差点において、原点からの距離と偏角の範囲 (<r_min> ，<r_max> と <th_min>，<th_max>) 内に入っているかどうかを判定し、発話者の存在確率にパラメータで与えられた領域内にあるものに対しては、$\frac{1}{n}$ を、領域外にあるものに対しては、0 を、それぞれ割り当てる。 (ここに、n : 領域内に存在する交差点の数)

これらの計算をすべての空間表現から抽出されたパラメータについて行う。交差点 $(x\ ,\ y)$ においてすべてのパラメータの条件を満たすような発話者の存在確率 $Prob(x\ ,\ y)$ は、すべてのパラメータの条件が同時に起こる確率だからすべてのパラメータについて計算された交差点 $(x\ ,\ y)$ における発話者の存在確率 $prob_1(x\ ,\ y)\ ,\ prob_2(x\ ,\ y) \ldots prob_m(x\ ,\ y)$ の積関数で表される。

この関数も、ある一定の領域で一様な分布となるので、すべての確率の総和が 1 となるように標準化すると、発話者の存在確率 $Prob(x\ ,\ y)$ は、あるパラメータについて $prob_i(x\ ,\ y)$ が 0 となるとき 0 , それ以外は、$\frac{1}{N_p}$ (ここに、N_p : 発話者の存在確率が 0 とならない交差点の個数) の値を取る。 (図 9)

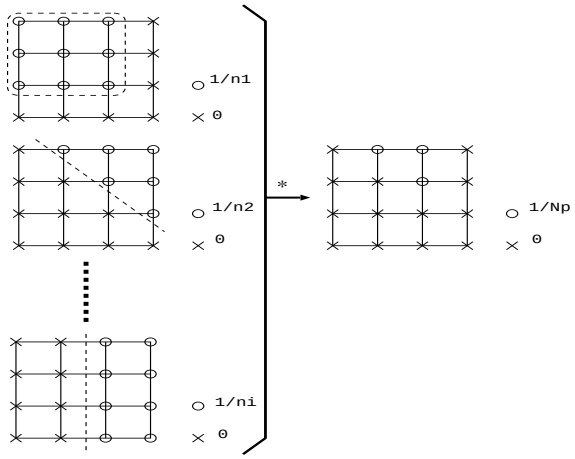


図 9: 存在確率の計算

4.7　発話者の位置決定

以上のようにして計算された各交差点上における発話者の存在確率をもとに、発話者の位置を決定する。ここで、本研究における実験システムにおいて、簡単のために、扱う存在確率関数は、一定の領域内 (極座標表示による) における一様分布のみを扱っているので、最終的に導き出される各交差点上における発話者の存在確率もまた、一様分布となる。すなわち、発話者の存在確率は、$0, \frac{1}{N_p}$ (ここに、N_p : 発話者の存在確率が 0 とならない交差点の個数) のいずれかの値を取る。

発話者の位置決定は、発話者の存在確率が 0 とならない交差点 (発話者の存在確率が最大値を取る交差点でもある。) の中から、乱数を発生させて、発話者の位置を決定すればいいということがわかる。

4.8　実験システムの動作例

「白い寺院が黒い神殿の左にある。白い神殿が黒い神殿の右にある。黒い寺院が白い寺院の少し左にある。」という文を入力し、実験システムの動作の様子を見た。実験結果は下のリストと図 10 である。

```
% cat test.txt
白い寺院が黒い神殿の左にある。
白い神殿が黒い神殿の右にある。
黒い寺院が白い寺院の少し左にある。
% citymap test.txt
nl(左，ある，[[が，白い寺院],[の，黒い神殿]])
```

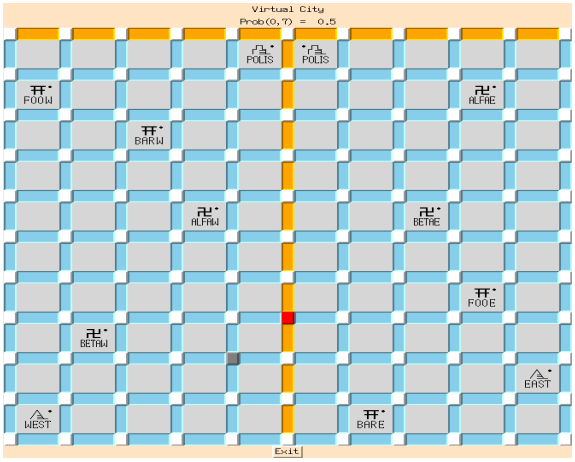


図 10: 実験システムの動作例 1

```
sl(idsl0004, [idobj0003,fooE], root, [sl(id
sl0005,[idobj0002,betaE] ,prob([idobj0003,f
ooE], [idobj0002,betaE], [1,1], [0,0]), [])
,sl(idsl0006, [idobj0050,you], prob([idobj
0003,fooE], [idobj0002,betaE], [1,999], [30
,150]), [])])
nl(右, ある, [[が, 白い神殿],[の, 黒い神殿]])
sl(idsl0001, [idobj0003,fooE], root, [sl(id
sl0002,[idobj0004,barE],prob([idobj0003,foo
E], [idobj0004,barE], [1,1], [0,0]), []),sl
(idsl0003, [idobj0050,you], prob([idobj0003
,fooE], [idobj0004,barE], [1,999], [-150,-3
0]), [])])
nl(左, ある, [[が, 黒い寺院],[の, 白い寺院],
[少し]])
sl(idsl0010, [idobj0002,betaE], root, [sl(i
dsl0011, [idobj0001,alphaE],prob([idobj0002
,betaE], [idobj0001,alphaE], [1,1], [0,0]),
[]),sl(idsl0012, [idobj0050,you], prob([ido
bj0002,betaE], [idobj0001,alphaE], [1,999],
[150,180]), [])])
```

図 10 において、 Virtual City と書かれたウインドウが仮想都市の地図である。

発話者の存在位置を見てみると、黒い神殿 (= fooE 神殿) の方へ向かって、左側の方向に、白い寺院 (= betaE 寺院) が見え、また、黒い神殿 (= fooE 神殿) の方へ向かって、右側の方向には、白い神殿 (= barE 神殿) が見えるような位置になっている。

白い寺院 (= betaE 寺院) に向かって、少しだけ左に振れたところに黒い寺院 (= alphaE 寺院) が見える。以上の実験結果は、最初に入力した自然言語文が示す内容と良く一致している。

4.9 問題点

本節では、実際に構築した実験システムにおいて、問題となった点や課題として残された点について述べる。

- 複文や並列の構造を持った文を扱えるよう、構文解析の部分でより細かく係り受けの解析を行い、頑強性の高い自然言語処理システムを導入することが課題である。
- 存在確率関数において、様々な確率関数を記述できるような表現や極座標、直交座標のいずれの座標表示も記述できるような表現といった空間言語表現が出来るかが課題となる。
- 実験システムでは、変換辞書の管理や辞書登録は、すべて手作業によって行った。新しい翻訳例の登録を行ったり、その id コードを管理したりするのを一括して行うような作業は、辞書登録システムによって行うのが望ましいと考えられる。
- 存在確率関数のパラメータの適切さも、システム全体の性能を大きく左右する。このパラメータの決定も、ヒューリスティックな手法で手作業によって決定していた。存在確率関数のパラメータ決定の自動化手法も検討する必要がある。

5 おわりに

本研究では、中間言語方式とＭＢＴ方式による自然言語文から図的表現への変換システムについて検討し、有効性を確認するため、実験システムを作成した。

実験システムを構築した結果、自然言語文による発話者の周囲の状況を示す表現から、発話者の現在の地図上の存在位置を示すことが可能になり、提案した手法の有効性が確認できた。

最後に、本研究に関して、今後の課題となることについて、 2 つの点について述べる。

(1) 本研究で提案した空間言語表現の他のシステムへの応用についてである。例えば、医療用の写真など

の画像を入力として、医療関連の知識データベースを基に、自然言語文により医療的な所見を出力させるようなシステムなどについても、空間言語表現の応用が出来ると考えられる。以上で述べた様々なシステムについて、空間言語表現をどのように導入していくかという議論が今後の課題となると考えられる。

(2) 空間言語表現における存在確率関数のパラメータの適切な決定の問題であるが、存在確率関数のパラメータの決定のためのシステムは、帰納的な学習システムと関連づけて議論するほうが望ましいと考えられる。空間言語表現から、空間言語表現を介して図的表現の形に変換したあと、実際の空間の状態と図的表現を比較し、その結果を、空間言語表現の存在確率関数のパラメータにフィードバックさせることにより、パラメータを適切なものに改善していくシステムが考えられる。

参考文献

[1] 山田篤, 西田豊明: 自然言語における図的表現の利用; 人工知能学会誌, Vol.9, No.2; 1994.

[2] Herskovits, A: Language and Sptial Cognition, Cambridge University ,1986

[3] 山田篤, 網谷勝俊, 星野泰一, 西田豊明, 堂下修司: 自然言語における空間描写の解析と情景の再構成; 情報処理, Vol.31, No.5; 1990.

[4] 崔鐘根, 小原啓義: 空間理解におけるイメージの有効性; 情処学研報, NL-100-1; 1994.

[5] 佐藤理史: ＭＢＴ１ :実例に基づく訳語選択; 人工知能学会誌, Vol.6, No.4; 1991

[6] 佐藤理史: ＭＢＴ２ :実例に基づく翻訳における複数翻訳例の組合せ利用; 人工知能学会誌, Vol.6, No.6; 1991

[7] 国立国語研究所: 分類語彙表 (フロッピー版); 秀英出版; 1989