

# 自然言語による図形データの管理について

福山 将史 弘中 大介 寺田 栄男 横田 将生  
(福岡工業大学)

心像意味論 (MIDST: Mental Image Directed Semantic Theory) に基づいた人間とコンピュータとのコミュニケーションの実現を目的としている。心像意味論では人間の自然言語理解の本質を心像 (イメージ) に基づくとし、コンピュータにとって取り扱いやすい意味記述を提案している。本研究では静止図形を心像の軌跡パターンに変換することにより言語的理解及び図形を自然言語で管理するシステムの構築を目指す。心像意味論によって図形及びそれに関する自然言語文は論理的に記述され、相互に変換が可能となる。図形管理システムによって諸作業は極めて明確かつ容易に行なうことができ、心像意味論に基づいた人間とコンピュータとの自然言語と図形によるコミュニケーションを行なうことが可能となった。

## On Pictorial Data Management by Natural Language

Masafumi FUKUYAMA Daisuke HIRONAKA Hideo TERADA  
Masao YOKOTA  
Fukuoka Institute of Technology

The authors aim at realization of communication between people and computers based on MIDST (Mental Image Directed Semantic Theory). MIDST proposes a methodology to simulate human process of natural language understanding based on mental image, including a meaning representation method easy to compute. In this study, the authors try to construct a system which understands still pictures and enables people to have an access to them by natural language. Basing on MIDST pictures and texts are converted into logical formulas and come to be translatable each other. The processes within the system can be performed very simply and easily, which implies the good possibility of human computer communication using natural language and picture.

### 1. はじめに

人間が言語を理解するに於いて、言語的要素のみでその事物を的確に理解するのは困難である。これはつまり人間が言語を理解する際、非言語的な要素 (視覚、聴覚など) の影響を多分に受け、また関連付けを行なっているということであろう。このような理解過程を考慮に入れると、人間の高度な自然言語理解処理を計算機に模倣させ、計算機に人間との円滑なコミュニケーションを取らせる場合、自然言語理解過程は言語

知識と非言語知識とで相互に関連付けを行なうようなものが理想的であるといえる。そこで自然言語を表現するに当たって最も自然な意味解釈を与える目的で心像意味論 (MIDST: Mental Image Directed Semantic Theory)[1] と呼ばれる自然言語意味論が提案されている。心像意味論では人間の自然言語理解の本質を人間の脳における心像 (イメージ) に基づくものとしており、心像のモデルを与えることにより自然言語意味記述および理解処理の方法を提案している。

本研究では、“視覚”に関する心像として静止図形 [4][5](以後図形とする) を対象にし、図形を知覚認識した際に人間が抱く心像を心像意味論に従い、原子軌跡式の結合列として論理式 [2][3] に変換する。そして自然言語においても論理式に変換することで推論を行ない、心像意味論に基づいた計算機と人間との自然言語と図形によるコミュニケーション(マルチメディア・コミュニケーション)の実現を目指す。また、このコミュニケーションを実現するにあたっての諸作業(図形や自然言語の入力、変更等)を行なう図形を管理するシステムの構築を目指す。

## 2. 図形について

本研究では心像の対象として図形を用いる。これは構造が単純で特徴が取りやすく、心像が扱いやすい点、つまり心像の軌跡を抽出し易い点を考慮しているためである。

本研究で用いる図形は、点(point)とその点を両端で結ぶ直線(Line)の二つの要素図形から成るとしている。Pointには座標、幅、色、名称等さまざまなデータが付与されるが、これは心像意味論における属性と関係づけられる。Lineも同様に両端のPointデータや、長さ、幅、色、名称等のデータを持っている。Lineは一端を始点、もう一端を終点として方向性を持たせている。この二つの要素図形によって図形は構成される。

更に取り扱いを容易にするために、これらの要素図形を用い基本となる図形パターンを定義する。これを基本形態と呼び、次の三つの図形にわけける。それぞれ蛇型(Snake)、蜘蛛型(Spider)、多角型(Polygon)とし、Snakeは、両端がつながらず、分岐点を持たない図形、Spiderは、三つ以上の線が放射状にのびた図形、Polygonは、空間を囲んでいる図形と捉えることにする。基本形態のデータも同様に心像意味論における属性として用いられる。

図1に基本形態の例を示す。

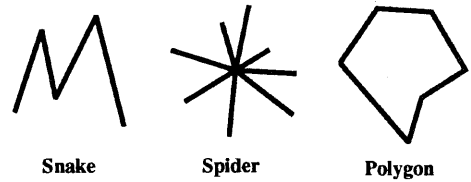


図1 基本形態

## 3. 図形管理システム

図形管理システムは図形処理部、自然言語処理部、推論処理部の三つに分けられる。図形処理部では、図形の入出力・加工や、ウィンドウ管理、図形データから軌跡式への変換などといった図形とユーザーインターフェイスに関する処理を、自然言語処理部では自然言語文の解析、軌跡式への変換といった処理を、推論処理部は両者のから渡された軌跡式を推論する処理を行なう。図形管理システムの構成を図2に示す。

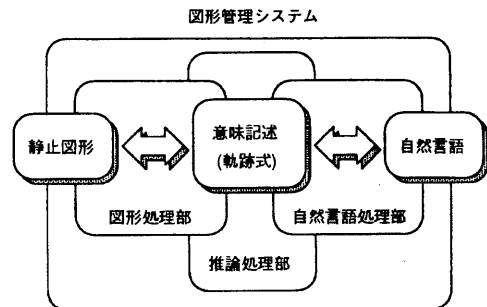


図2 図形管理システムの構成

この図形管理システムを用いて図形及び自然言語文を入力する。

## 4. 図形データから軌跡式への変換

入力した図形を人間が知覚認識した際に抱く心像を心像意味論に基づいて論理式に変換したものを軌跡式と呼ぶ。

図形データを軌跡式へ変換する手順を、図3の“国道”を用いて示す。

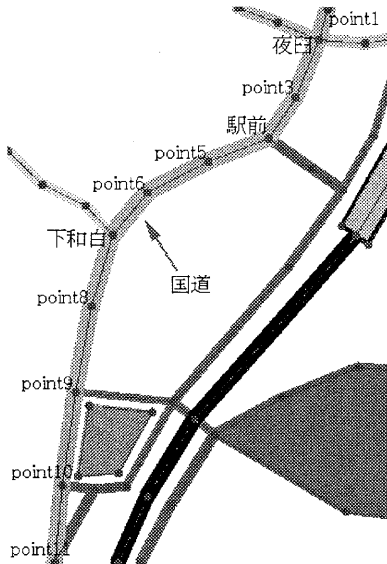


図3 国道の拡大図

まず、各 Point を特徴点として捉える。特徴点とは属性値が急激に変化する点を意味する。この地図の入力を例にとれば、人間の注意(視線)が集中しやすい“交差点”や“曲り角”などが特徴点となる。特徴点から人間が受ける心像を軌跡式に変換する。

locus(phi, 駅前,16,16,a02).  
locus(phi, 駅前,16,16,a04).  
locus(phi, 駅前,[233,117],[233,117],a12).

#### 軌跡式 1: 駅前の軌跡式表現

次に各特徴点を結び新たに小規模な部分空間をつくりだす。これが Line に相当する。この部分空間から人間が受ける心像を軌跡式に変換する。

locus(phi, 国道 3, 国道, 国道,a01).  
locus(phi, 国道 3,44,44,a02).  
locus(phi, 国道 3,16,16,a04).  
locus(phi, 国道 3,point3, 駅前,a12).  
locus(phi, 国道 3  
,[0.544,-0.839],[0.544,-0.839],a14).

#### 軌跡式 2: 国道 3 の軌跡式表現

ここで軌跡式中の記号 a01,a02,a04, a12,a14 は心像意味論の属性空間における属性と対応付けられる。表 1 にそれを示す。

表 1: 属性空間における属性

記号	属性
A01	PLACE (事物の存在場所)
A02	LENGTH (物の長さ)
A04	WIDTH (物の幅)
A12	POSITION (物の物理空間での位置)
A14	ORIENTATION (物の配置方向)

また、“phi”は“φ”であり“don't care”を意味する。これは人間が事象を認知する際に注意が払われていない原因事物を指示している。なお、属性 a14 の属性値は単位ベクトルで記述される。  
point1 から point2、point2 から point3 と“国道”の軌跡式の変換を繰り返して行ない、導出される軌跡式を加えていくことで、部分空間“国道”を軌跡式に変換することができる。これらの処理は図形処理部で行なう。

## 5. 自然言語文から軌跡式への変換

図形データと同様に、自然言語文も軌跡式で表現することで、図形に対し人間と計算機との自然言語による質疑応答を、図形と自然言語文の軌跡式による推論として取り扱うことが可能となる。軌跡式への変換は自然言語処理部で行なう。

まず、地図上の単語を用いて標準的な日本語文を入力する。これを最良優先探索法により形態素解析を行ない、それを Prolog で扱える形式に変換する。次に Prolog において語群分割を行ない語群内依存関係を調べる。これにより語群間依存構造を構築する。これを意味解析し、原始軌跡式の列を出力する。例文を用いて解析の過程を示す。

例文：新宮線と国道は出会う。

#### 形態素解析部

入力された日本語文を辞書とのマッチングを行ないながら各単語に分割する。これに重み付けされた文法辞書を用いてコスト順に出力する。

#### 形態素解析結果

```
morp-ans([[ '新宮線',nc],[ 'と',jc]
, [ '国道',nc],[ 'は',jr]
, [ '出会う',vi]]).
```

## 構文解析部

形態素解析された結果を語群形成規則をもとに語群分割を行ない、これらから語群間依存規則をもとに語群間依存構造を出力する。

### 語群分割結果

```
grpdivd-ans([[ng,['新宮線',nc],['と',jc]]
             ,[ng,['国道',nc],['は',jr]]
             ,[vg,['出会う',vi]])).
```

### 語群内依存関係解析結果

```
ingrpd-ans([[ng,['新宮線',nc],['と',jc]]
            ,[ng,['国道',nc],['は',jr]]
            ,[vg,['出会う',vi]])).
```

### 語群間依存関係解析結果

```
btgrpd-ans([[vg,['出会う',vi]]
            ,[[ng,['国道',nc],['は',jr]]
            ,[[ng,['新宮線',nc],['と',jc]])]).
```

## 意味解析

語群間依存構造をもとに意味辞書を用いて原始軌跡式を出力する。

### 意味解析結果

```
locus(phi,A,新宮線,新宮線,a01).
locus(phi,A,C,D,a12).
locus(phi,B,国道,国道,a01).
locus(phi,B,C,D,a12).
```

以上のようにして導出された軌跡式を用いて推論処理を行なう。

## 6. 推論処理

図4の入力図形(地図)を例に意味辞書によって導出される自然言語質問文の軌跡式表現を示す。

### “通る”の場合

質問文1:「国道は駅前を通りますか。」  
質問文1の軌跡式は次のように表現される。

```
locus(phi,A,国道,国道,a01).
locus(phi,A,駅前,B,a12).
```

軌跡式3: 質問文1の軌跡式表現

この軌跡式の意味するところは、“国道”が“駅前”を“通る”のであれば、属性a1(事物の存在場所)において属性値(国道)をとる事物“A”が、属性a12(物の物理空間での位置)において属性値(駅前)をとるということである。この軌跡式と図形の軌跡式表現との間で単一化を行なう。上記の軌跡式の条件を満たす軌跡式が存在するならば、質問文1は“真”であり、「国道は駅前を通ります。」ということができる。存在しないのならば“偽”であり、「国道は駅前を通りません。」となる。

### “出会う”の場合

質問文2:「新宮線と国道は出会いますか。」  
質問文2の軌跡式は以下のようになる。

```
locus(phi,A,新宮線,新宮線,a01).
locus(phi,A,C,D,a12).
locus(phi,B,国道,国道,a01).
locus(phi,B,C,E,a12).
```

### 軌跡式4: 質問文2の軌跡式表現

この軌跡式2の意味するところは、“新宮線”と“国道”が“出会う”のであれば、属性a1において属性値(新宮線)をとる事物“A”及び属性値(国道)をとる事物“B”が属性a12において互いに等しい属性値(C)を共有するというものである。同様にこの軌跡式と図形の軌跡式表現との間で単一化を行なう。図形の軌跡式との間で単一化を行ない真偽を判定することで応答が可能になる。

### “～沿いにある”の場合

質問文3:「学校通り沿いに福工大はありますか。」  
質問文3の軌跡式は次のようになる。

```
locus(phi,A,学校通り,学校通り,a01).
locus(phi,A,C,D,a12).
locus(phi,B,福工大,福工大,a01).
locus(phi,B,C,D,a12).
```

### 軌跡式5: 質問文3の軌跡式表現

この軌跡式の意味するところは、“学校通り”、“沿い”に“福工大”が“ある”のであれば、属性a1において属性値(学校通り)をとる事物

“A”及び属性値(福工大)をとる事物“B”が、属性a12において互いに等しい属性値(C)、(D)を共有するということである。

#### “交差する”の場合

質問文4:「新宮線と国道は交差しますか。」

質問文4の軌跡式は次のように表現される。

locus(phi,A,国道,国道,a01).

locus(phi,A,E,F,a12).

locus(phi,A,J,J,a14).

locus(phi,B,国道,国道,a01).

locus(phi,B,E,G,a12).

locus(phi,B,K,K,a14).

locus(phi,C,新宮線,新宮線,a01).

locus(phi,C,E,H,a12).

locus(phi,C,L,L,a14).

locus(phi,D,新宮線,新宮線,a01).

locus(phi,D,E,I,a12).

locus(phi,D,M,M,a14).

#### 軌跡式6: 質問文4についての軌跡式表現

この軌跡式において“国道”と“新宮線”が“交差する”のであれば、まず属性a1において属性値(国道)をとる事物“A”及び事物“B”が存在し、両者は属性a12における属性値(E)でつながっており、その属性a14はほぼ同方向を向いていなければならない。また同じく属性a1において属性値(新宮線)をとる事物“C”及び事物“D”が属性a12における属性値(E)でつながっており、この両者も属性a14においてはほぼ同方向の属性値をもっていなければならない。これらの条件を満たしてなおかつ両事物“A”、“B”及び“C”、“D”の配置方向の差がほぼ90度である場合に限り国道と新宮線は交差するということができる。以上から交差するに関しては、単一化の後に属性a14の単位ベクトルについての処理を行なっている。

これらの質問文の他にも“含む”、“分岐する”、“接する”、“横切る”等の質問文が軌跡式に変換できる。例えば、“含む”と“通る”、“～沿いにある”と“接する”、“交差する”と“横切る”はそれぞれ同一の軌跡式で表現できる。これはその自然言語表現の意味がほぼ類似したものであることで、その心像の軌跡が等しいために起こ

るものである。“出会う”と“分岐する”についてはその自然言語表現の意味も違うものであるが、同一の軌跡式で表現される。これは“出会う”を違う視点(逆の視点)から見ることで“分岐する”ということができるため、その心像の軌跡は等しくなる。これを“空間的事象パターンの可逆性”と呼ぶ。

## 7. まとめ

本研究の目的は、心像の対象として静止図形を用いることで、図形を認識した際に人間が受ける心像(イメージ)を心像意味論を用いて論理式に変換し、図形に関する計算機と人間との自然言語と図形によるコミュニケーション(マルチメディア・コミュニケーション)を実現することである。またコミュニケーションにおける図形の管理をするシステムの構築を目指した。以下に本研究で明らかになったことを示す。

図形管理システムの構築によって心像意味論に基づいた図形の入力・変更といった作業が明確かつ容易になり、図形に対する質疑応答にいたる行程もスムーズに行なえるようになった。

心像意味論に基づき導出された図形の論理式記述は、簡素でかつ計算機による取り扱いも容易であるため、Prologにおいて“通る”、“出会う”、“～沿いにある”等の推論過程を定義する際の作業が軽減できた。また、単純な質問文によるものではあるが心像意味論に基づいて計算機と人間とのコミュニケーションを行なうことが可能となった。

今後の課題としては、より多くの属性をもたせること、より多くの語彙を登録することが挙げられる。これにより計算機との質疑応答をより広範囲な事象に対して処理を行なうことが可能になると思われる。また情報の増加によって3次元図形への拡張も考えられる。

このような課題を解決することで、より実用的なシステムの構築が可能になるであろう。また地図に関する応用例としては心像意味論を用いた“カー・ナビゲーション・システム”へと発展させていくことも可能であり、また音声認識の機能を加えることで音声によるコミュニケーションも実現可能と思われる。

### 参考文献

- [1] 横田将生: “視覚情報と言語”, 画像应用技术専門委員会サマーセミナー'95 Vol.4 (1995.9.1 ~2)
- [2] 橋本具隆, 横田将生: “線図形の言語的理解”, 電子情報通信学会学生会九州支部講演会論文集 (1995)
- [3] 橋本具隆, 横田将生, 福山将史: “線図形の言語的理解”, 電気関係学会九州支部連合大

### 会論文集 (1995)

- [4] 福山将史, 橋本具隆, 横田将生: “自然言語学習における線図形入力システムの試作”, 電気関係学会九州支部連合大会論文集 (1995)
- [5] 福山将史, 横田将生: “自然言語による線図形検索の試み”, 電気関係学会九州支部連合大会論文集 (1996)

### 付録

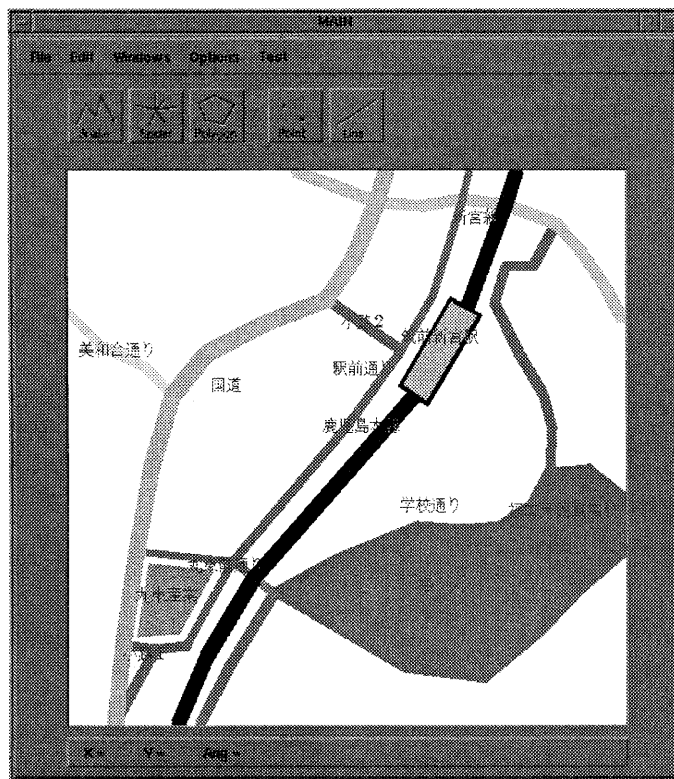


図4 入力図形(地図)の例