自然言語における空間描写の解析と情景の再構成

3S−1

山田 篤，網谷 勝俊，星野 泰一，西田 豊明，堂下 修司
京都大学工学部情報工学教室

1 はじめに

本研究では，日本語による空間描写を対象とした言語理解モデルを示す．我々は，言語理解とは言語表現から対象世界の状況を再現することであるという立場をとっている．これは空間描写理解の場合，空間描写から情景を再構成することに相当する．本研究ではタスクとして，情景描写から情景の幾何モデルを再構成する問題を取り上げ，実験システム *SPRINT (SPatial Representation INTerpreter)* (図1) をインプリメントし，手法の妥当性を検証した．

2 手法の概要

- テキストの言語的な構造から対象世界に関する制約を抽出．
- 定性的に異なるすべての状況を考慮．
- 対象間の関係に関する常識的解釈のための知識の利用．
- 情景はパラメータ化した対象 (object) の集まりとして記述．
- 自然言語表現の意味を対象のパラメータの組に関する数値的な制約 (constraint) として表現．
- 漠然性をポテンシャルエネルギー関数によって表現．
- 情景再現の手順に関する情報を自然言語表現から抽出．
- 情景は逐次組み立て，漸次修正．

3 実験システム *SPRINT* の構成

3.1 制約の抽出

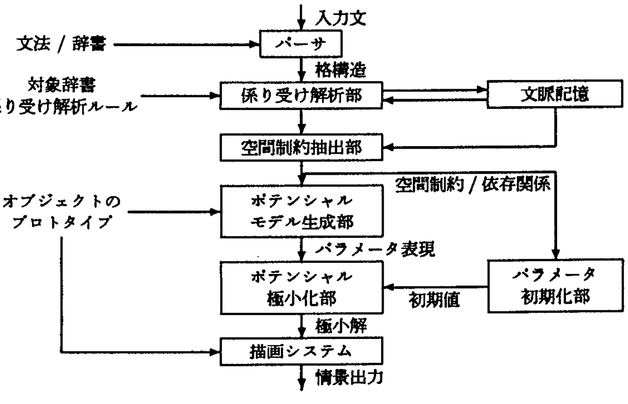

図 1: 実験システム *SPRINT* の概要

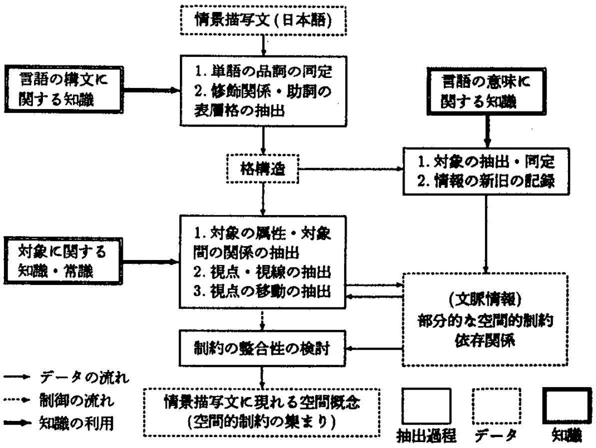

図 2: 空間概念の抽出過程

情景描写文から空間的制約を抽出する過程を図2に示す．言語表現において，各々の対象や空間概念を表す語句の関係付けは多く係り受けによって行われるので，抽出は表層格構造における係り受けをもとに行なっている．この際に，空間的な関係を表す語彙を空間語として扱い，これに関して我々が行なった分析結果を反映させている．また，「名詞＋の＋名詞」の型の名詞句に関して，前後の2つの名詞が表している対象のカテゴリ間の関係をルールとして与えておくことにより，空間的な関係の抽出に利用している．

文脈情報として，係り受け解析の中間結果，対象の提示順序，視点の移動等を，空間的制約と共に作業領域に逐次的に記録していく．

3.2 制約の解釈

定性的に表現された空間的な制約を，対象に対応付けられたプロトタイプのパラメータに関する数値的な制約として解釈していく．これは，あらかじめ用意されたパラメータに関するプリミティブな制約を組み合わせることによって表している．我々のコンピュータモデルでは，パラメータに関する制約として，漠然性をもつ制約，確定的な制約，禁止的な制約の3種を用意している．

● 漠然性をもつ制約

「だいたい〜」といった漠然性をもつ制約をポテンシャルエネルギー関数 [1],[2] によって表す．例えば，「銀閣寺は京都大学の東にある」という制約は図3のようになる．ポテンシャルエネルギー関数はある制約に関連するすべてのパラメータを引数としてとり，各解釈に対する

The analysis of the spatial descriptions in natural language and the reconstruction of the scene
Atsushi Yamada, Katsutoshi Amitani, Taiichi Hoshino, Toyoaki Nishida and Shuji Doshita
Kyoto University

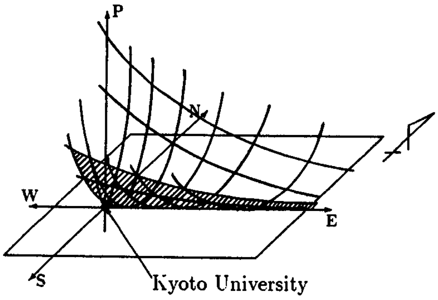

図 3: 「銀閣寺は京都大学の東にある」に対するポテンシャルエネルギー関数表示

コストを出力するような関数である．ポテンシャルエネルギー関数の値が小さいほど，そのときの幾何学的パラメータの組はもとの制約を満たす解釈として確からしくなる．

上の場合に銀閣寺に対して複数の制約があった場合には，それらのすべてに対応するポテンシャルエネルギー関数を重畳する．

● **確定的な制約**

何かと何かが接しているような場合には，両者の位置，向き，大きさの間には一定の関係が成り立っている．このような漠然性をもたず一意的に成り立たねばならない制約を固定関数によって表す．このグループの制約は，そのパラメータがもつべき値の計算式を与えることによって表す．

● **禁止的な制約**

なにかある剛体が存在している場所に別の剛体をおくことはできない．これはその剛体を表すパラメータ群において取り得ない組合せが存在することを意味する．このようにあるパラメータの定義域の中で取り得ない範囲を禁止領域として表す．ポテンシャルエネルギー極小化の過程で，ここからの脱出と再入阻止をはかる．

3.3 パラメータ値の計算

以上において問題は情景を構成する対象の全パラメータの数だけの次元をもつパラメータ空間内でのポテンシャルエネルギー最小化問題に帰着される．我々は現在，最急降下 (gradient descendent) 法に基づく数値的な極小解探索アルゴリズムを用いている．さらに，文章から得られる情報を対象間の空間的な関係を表す制約の単なる集まりとは考えずに，情景を再現するのを助ける情報として，パラメータ間の依存関係 (dependency) を考え，パラメータ値の決定をこの順序に従って行う．

4 詳細例

「山下公園の中央には噴水がある．噴水のところから公園の柵の向こうに氷川丸を見ることができる．氷川丸の右方にはマリンタワーがたっている．」

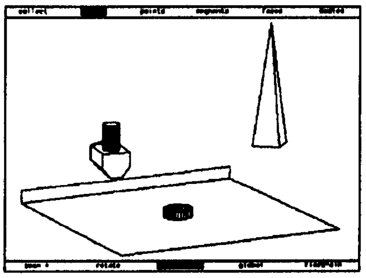

図 4: 例の解釈結果

に対して *SPRINT* は語の係り受けに基づいた解析を行ない，最終的に次のような空間的制約を抽出する．

対象：公園，噴水，柵，視線，船，タワー

関係：噴水の位置 = 公園の中央，公園の領域内
柵の位置 = 公園の境界上
視点の位置 = 噴水の近く，噴水の領域外
視線の向き = 視点から柵の方向
視線の目標点 = 視点を基準として柵の外側
視線の目標点 = 船
タワーの位置 = 船の近く，
視点を基準として船の右，
船の領域外

さらに，これらの制約を対象のパラメータに関する制約として表し，それらの値を決定していく．例えば，「公園」の「中央」を表すポテンシャルエネルギー関数によって「噴水」の位置が決められる．

5 おわりに

本研究では，深い言語理解モデルに基づいた言語解析を行ない，文章理解を表現内容の理解という観点から捉え，そこに対象世界の具体的な状況，特に位相構造を持ち込むことにより，表現と実体の関係，空間知覚への計算論的アプローチの手がかりを与えた．

今後の課題としては，以下の点があげられる．

(i) 作成したモデルの解釈過程での積極的な利用
(ii) ポテンシャルエネルギー関数の設定
(iii) 幾何的推論を用いた効率的な解釈
(iv) 一般的な概念の空間的アナロジーの分析

参考文献

[1] 山田，西田，堂下．2 次元平面におけるポテンシャルモデルを用いた位置関係の推定．情報処理学会論文誌, Vol. 29, No. 9, pp. 824–834, 1988.

[2] 山田，西田，堂下．漠然性を含む空間状況解釈のためのポテンシャル極小化アプローチ．情報処理学会知識工学と人工知能研究会, No. 58-3. 1988.