

日本語空間名詞の分類

徳永健伸[†] 小山智史[†] 齋藤豪[†]

[†] 東京工業大学 大学院情報理工学研究科
152-8552 目黒区大岡山 2-12-1
E-mail: †take@cl.cs.titech.ac.jp

あらまし 一般に空間名詞は空間的な位置を表わしていると考えられる。しかしながら、位置を表わす言語表現には漠然性がともなうことが多く、言語表現から特定の座標を決定することは一般に不可能である。我々は、各座標から表現がその座標を指示している尤もらしさへの写像を規定するポテンシャル関数によって空間的漠然性を扱うことを提案している。本稿では、ポテンシャル関数の設計の指針を得るために、まず日本語の空間名詞の分類をおこない、それぞれのクラスに適切なポテンシャル関数を設計した。まず、コーパスから「XのY」という表現を抽出し、空間名詞に相当するYを収集した。たとえば、「机の右」の例では、「机」が参照物、「右」が空間名詞となる。収集した空間名詞を内省により分類し、表現が参照物の一部を指す部分型と、参照物から離れた位置を指す分離型の2つのクラスを設けた。分離型はさらに方向性が重要である方向型と距離が重要である距離型に下位分類した。これらのクラスについて適切なポテンシャル関数を設計した。

キーワード 空間的漠然性, ポテンシャル関数, 空間名詞, 空間表現, 日本語

Classification of Japanese spatial nouns

Takenobu TOKUNAGA[†], Tomofumi KOYAMA[†], and Suguru SAITÔ[†]

[†] Department of Computer Science
Tokyo Institute of Technology
Meguro Ōokayama 2-12-1
E-mail: †take@cl.cs.titech.ac.jp

Abstract We have already proposed a framework to represent a location in terms of both symbolic and numeric aspects. In order to deal with vague linguistic expressions of a location, the representation adopts a potential function mapping a location to its plausibility. This paper proposes classification of Japanese spatial nouns and potential functions corresponding to each class. We focused on a common Japanese spatial expression “*X no Y* (Y of X)” where *X* is a reference object and *Y* is a spatial noun. For example, “*tukue no migi* (the right of the desk)” denotes a location with reference to the desk. This expression was collected from corpora, and spatial nouns appearing in the *Y* position were classified into two major classes; designating a part of the reference object and designating a location apart from the reference object. And the latter class were further classified into two sub-classes; direction-oriented and distance-oriented. For each class, a potential function were designed for providing meaning of spatial nouns.

Key words spatial vagueness, potential function, spatial nouns, spatial expressions, Japanese

1. はじめに

知能における身体性が重要視され、自然言語対話においても擬似エージェントとの対話が盛んに研究されるようになっていく[1]~[3]。我々も人間の音声入力によってエージェントの行動を制御するシステムを通して言語と行動の関係について研究を

おこなっている[4]。このシステムでは、音声による人間の指示にしたがってエージェントが仮想世界中で行動し、世界の状態を変化させる。エージェントの行動および世界の変化はアニメーションによって人間にフィードバックされる。現在のシステムは、「机の前まで歩け」、「もっと前」などような断片的な発話も受けつける。

このようなシステムでは、適切なアニメーションを生成するために言語の漠然性を扱う必要がある。たとえば、「机の前まで歩け」という発話に対し、アニメーションを生成するためには具体的な「机の前」の座標を計算する必要がある。本稿では、このような位置に関する空間的漠然性を扱う。

これまでも空間に関する知識や推論に関する研究は多くおこなわれてきたが[5]~[11]，このような動的な環境で空間的漠然性を扱った研究は少ない。我々は、このような状況を扱うために、記号的なプランニングと数値的なプランニングの2つのレベルのプランナを備えたアーキテクチャとそれらの間を橋渡しする記号的/数値的の両側面を備えた位置の表現形式を用いる枠組を提案している[4]。この枠組では、位置を記号として扱うと同時に数値的な座標として扱うことができる。また、位置を単に座標値として表現するのではなく、座標から尤もらしさへの写像を表わすポテンシャル関数として表現することによって空間的漠然性を扱うことを可能にしている。

本稿では、日本語の空間表現がどのようなポテンシャル関数で表現できるかについて議論する。そのために、まず空間名詞をコーパスから収集し、それらを分類する。そして、各クラスに適切なポテンシャル関数を設計する。以下、2.節では空間名詞の収集について述べ、3.節でそれらを分類する。4.節では各クラスに対応するポテンシャル関数について述べる。

2. 日本語空間名詞の収集

本稿では「XのY」という日本語空間表現に着目する。ここでXは参照物、Yは空間名詞である。たとえば、「机の右」という表現では「机」が参照物、「右」が空間名詞である。この空間表現は机の右の方向のある位置を表わしていると考えられる。

まず、空間名詞とその参照物を収集するために、5年分の新聞記事から簡単なパターンマッチによって「XのY」という表現を収集した。ただし、助詞「の」にはさまざまな意味があり[12]、すべての「XのY」が位置を表わすわけではない。収集した例から位置を表わす表現のみを抽出するために以下の2つの制約によってフィルタリングをおこなった。

- Yの位置の語が日本語語彙体系[13]の「場(2610)」に分類されていること。
 - 表現「XのY」が助詞「へ」をともなっていること。
- 助詞「へ」以外にも「で」、「から」、「まで」などの助詞のように場所を示唆するものもあるが、「へ」がもつとも場所を示唆する性質があるので[14]、今回は「へ」のみを用いた。

このフィルタリングの結果、Yの位置に出現する269の名詞を収集できた。これをさらに人手によって精査し、59の名詞を得た。さらに、コーパス中に現われなかった反意語を補い、最終的に70の名詞を収集した。

3. 空間名詞の分類

分類の基準のひとつとして、空間表現「XのY」が指示する位置が参照物Xの一部であるか、Xから離れた位置であるかという基準が考えられる。たとえば、「机の端」は机の一部(端の方)を指していると考えられるが、「机の近く」が指するのは机

の一部ではありえず、机から離れたある近くの位置を指している。ここでは、前者を部分型、後者を分離型と呼ぶことにする。

この基準に照らして「XのY」が曖昧になることもある。たとえば、「テレビの正面」は、「テレビの正面を拭く」という文脈ではテレビの一部を指すが、「テレビの正面に座る」という文脈ではテレビから離れた位置を指す。この例では、動詞(拭く/立つ)や格助詞(ヲ/ニ)の情報によって曖昧性を解消できようである。この種の曖昧性を解消する手掛りを与える情報がどのようなものであるかは興味深い問題だが本稿ではもっぱら空間名詞の分類に注目し、曖昧性解消についてはこれ以上ふれない。

分離型の名詞はさらに方向が意味を持つものと距離が意味を持つものに分類できる。ここでは、前者を方向型、後者を距離型と呼ぶ。方向型は、「Xの右」や「Xの手前」などのように参照物に対する方向が重要となる名詞である。方向型の名詞を含む表現の指示する位置を同定するためには、まず、適切な参照枠を設定する必要があるが[10]、ここでは、参照枠の設定は空間名詞の分類とは独立に考えられると仮定している。

距離型の名詞は参照物からの距離が重要となる名詞である。参照物からの距離は参照物の重心からの距離と考えることができるが、必ずしもこれが適切でない場合もある。たとえば、「机の近く」という表現は机の近くのある位置を示すが、その距離は机の重心から測るよりも机の輪郭(外形)から測ったほうが適切であろう。

分離型およびその下位分類の方向型、距離型は英語の空間前置詞の分類[15]のLocative, Topological, Projectiveにそれぞれ対応すると考えられる(図1参照)。Lyonsの分類は前置詞の分類であるから部分型に対応するものはない。

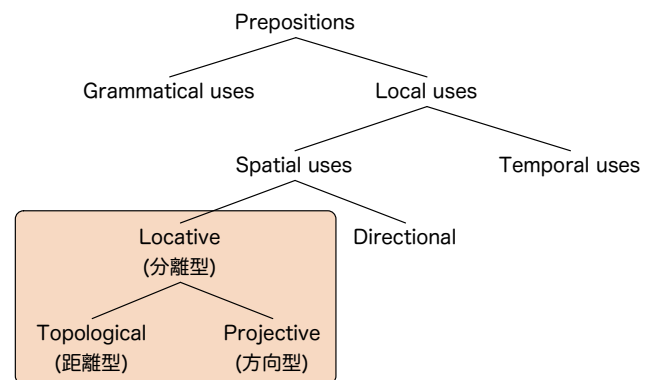


図1 Lyonsの英語の前置詞の分類

以上、まとめると日本語の空間名詞は2つの主要な型(部分型、分離型)に分類でき、分離型はさらに方向型と距離型の下位分類に分類できる。表1に分類結果を示す。

表1から、少なくとも今回収集した名詞に関しては、多くの名詞が部分型と分離型の両方の読みを持つことがわかる。特にこの傾向は方向型の名詞に顕著である。これに対して分離型の中の方向型と距離型は相互排他的に分類できる。

また、方向型の名詞では、反意語の分類は同じであるのに対

名詞	反意語	部分型	分離型	
			方向型	距離型
右辺	左辺	○		
前部	後部	○		
内側	(外側)	○		
内	(外)	○		
中心	(周り)	○		
内部	(外部)	○		
隅		○		
端		○		
縁		○		
上	下	○	○	
前	後	○	○	
右	左	○	○	
手前	奥	○	○	
面		○	○	
前面	後面	○	○	
正面	背面	○	○	
表面	裏面	○	○	
側面		○	○	
側		○	○	
向こう側		○	○	
右側	左側	○	○	
東側	西側	○	○	
南側	北側	○	○	
表面	裏	○	○	
横		○	○	
両側		○	○	
前方	後方	○	○	
東	西	○	○	
南	北	○	○	
こちら	向こう	○	○	
先		○		○
外	(内)	○		○
外側	(内側)	○		○
外部	(内部)	○		○
周り	中心	○		○
方			○	
方向			○	
元				○
足元				○
手元				○
近く	遠く			○
辺				○
辺り				○
そば				○
かたわら				○
所				○

表 1 空間名詞の分類

して、距離型の名詞では、反意語の分類が異なる場合が見られる。表 1 において、括弧内に記述された反意語は、反意語であるという情報を表わしているだけで、その行に記述された分類となるわけではない。たとえば、「内」と「外」は互いに反意語であるが、これらは異なる分類となっている。すなわち「内」は本質的に参照物の一部しか指しえない^(注1)のに対して、「外」は参照物の一部を指すことも、参照物から離れた位置を指すこともできる。

4. ポテンシャル関数の設計

前節で分類した各クラスについてポテンシャル関数を設計した。ポテンシャル関数を設計するにあたり、以下の基本的な性質を持つように注意した。

- 全定義域で微分可能であること。
- 値域が $[0, 1]$ におさまること。

ポテンシャル関数は、位置の座標からその座標の尤もらしさを規定するものであるが、最終的にアニメーションを生成する時にはユニークな座標を計算する必要がある。このために現在のシステムでは、最急降下法を用いているが、最初の性質は最急降下法を用いるための技術的な要件である。

値域を $[0, 1]$ に限定することにより、位置の論理的関係をポテンシャル関数の値の算術演算に容易に変換することができる [4]。2 つの位置の連言は 2 つの位置を表わすポテンシャル関数の積で計算できる。たとえば、「A の右かつ B の左」が指す位置は「A の右」に対応するポテンシャル関数と「B の左」に対応するポテンシャル関数の積によって与えることができる。

同様に位置の論理的否定は $(1 - f)$ によって与えることができる。ここで f は否定される位置に対応するポテンシャル関数である。

以下、各型について設計したポテンシャル関数の概要について述べる。

4.1 部分型名詞

部分型名詞のポテンシャルは、参照物の基準からの距離 l をパラメタとして持つ、式 (1) のようなガウス関数で定義する。ここでパラメタ a は減衰率を表わす定数である。ここで、基準はその名詞が典型的に指示していると考えられる参照物の部分であり、ポテンシャル関数の値は、その基準からの距離に応じて単調に減少する。

$$f = e^{-al^2} \quad (1)$$

距離の基準は、名詞の幾何学的な性質によって (a) 基準点、(b) 基準線、(c) 基準面になる場合がある。たとえば、「箱の隅」という表現では箱の頂点がもっとも「隅」らしいと考えられるので、この点が基準点となる。一方、「箱の縁」では、箱の辺が基準線となり、そこからの距離に応じて「縁」のもっともらしさが減少する。「箱の前部」のように基準が面となる場合もある。図 2 は、これらの場合についてポテンシャル場を图示したもの

(注1)：参照物が容器のようなもの場合、内側の空間を容器の一部と考えるかどうかは異論のあるところだが、ここでは容器の一部として考えている。

である。図 2 において、メッシュで表わした面はポテンシャルの等高面を表わし、基準は赤い破線で示されている。

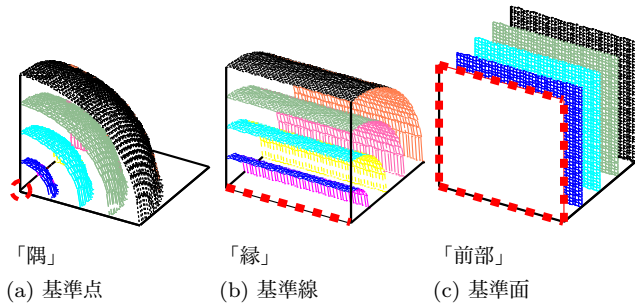


図 2 部分型名詞のポテンシャル関数の例

4.2 距離型名詞

距離型名詞のポテンシャル関数は参照物からの距離をパラメータ l とするガウス関数として式 (2) のように定義する。

$$f = e^{-b(l-d)^2} \quad (2)$$

ここで、 b は減衰率を表わす定数、 d はポテンシャル関数が参照物からどれくらい離れた位置で極大になるかを定める定数である。これらの定数は各空間名詞に依存する。

参照物からの距離 l は、参照物の含む凸包体の最近の表面から計測する。参照物の形状を凸包体で近似することによって計算コストを削減することができる。

図 3 は「箱のそば」が表わす位置をポテンシャル関数で図示したものである。中央の黒い物体が参照物の「箱」であり、そのまわりにポテンシャル場の等高面を表示している。ただし、等高面を示すために一部をカットしてある。ポテンシャル関数の値は参照物から離れるにつれ、単調に減少する。

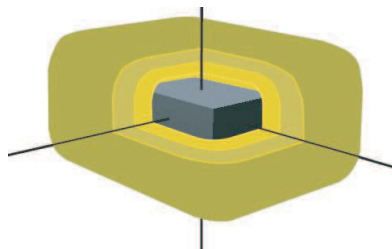


図 3 「箱のそば」に対応するポテンシャル場の例

4.3 方向型名詞

方向型名詞のポテンシャル関数は、以下の 2 つの条件を満たすように設計した。

- 指示する方向からずれる角度が大きくなるにしたがって値が減少すること

- たとえば、「前」と「右」のように隣り合う 2 つの方向型名詞のポテンシャル関数の値は各々の指示する方向のなす角を 2 分する面において同じ値を持つこと

このような要請を満たす関数の例を図 4 に示す。中央の黒いオブジェクトが参照物である。また、隣り合う半軸の方向に対応するポテンシャル関数の値は半透明の面で等しくなる。

このようなポテンシャル関数として式 (3) のような楕円関数

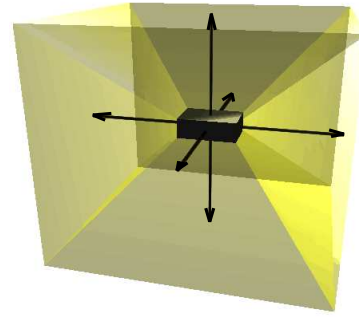


図 4 ポテンシャル間で等値になる面の表示

を設計した。

$$f = e^{-((\frac{x}{A+z-C})^2 + (\frac{y}{B+z-C})^2)} \cdot g(z) \quad (3)$$

$$g(z) = \begin{cases} 1 & (z \geq C) \\ e^{-c(z-C)^2} & (z < C) \end{cases}$$

ここで、図 (5) に示すように A, B, C は参照物を近似した直方体の各辺の半分の長さであり、 c は定数である。関数 $g(z)$ は、 $z = C$ の面より後で、 f の第 1 項を切り取るためのものである。

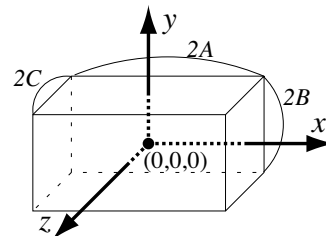


図 5 式 (3) で用いる座標系

図 6 は「箱の右」が表わす位置をポテンシャル関数で図示したものである。同心の各円錐面はポテンシャルの値の等高面を表わす。

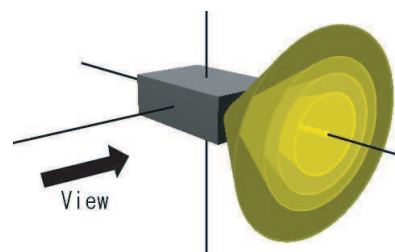


図 6 「箱の右」のポテンシャル場

図 6 からわかるように、ポテンシャル場の計算に先立って、我々は適切な座標系がすでに設定されていると仮定しているが、話者が意図した座標系を同定することは一般には困難である。この問題は、「参照枠」の設定問題として認知言語学や認知科学など多くの関連領域で研究されている [10]。本稿では参照枠をどのように適切に設定するかには立ち入らないが、参照枠の設定とポテンシャル場の計算は独立に処理可能であると仮定している。

5. 空間名詞の語構成 (分類再考)

表1を見ると、いくつかの名詞が同じ文字を共有しており、さらにその文字単独で空間名詞になりうることに気がつく。この傾向は後の文字でまとめると、以下のようになる。

部： 前部, 後部, 内部, 外部

方： 前方, 後方

元： 足元, 手元

側： 内側, 外側, 右側, 左側, ...

面： 前面, 後面, 表面, 背面, ...

これらが「右側」を「右の側」と言い換えることができることを考慮すると、本稿で分析の対象としている「XのY」の表現において、Xの位置に空間名詞が来る場合についても一般的な分析ができる可能性がある。表2は空間名詞に相当する文字どうしの組み合わせについて、その構成要素の分類と、組み合わせの結果できる語の分類の関係を表わしたものである。表2において括弧に囲まれているのは、その組み合わせが収集した空間名詞の中には含まれないが、岩波書店の広辞苑には見出しとして含まれていることを示す。括弧内に含まれる組み合わせが多いことから我々の収集した空間名詞は網羅性の面において必ずしも十分ではないことがわかる。

表2からいくつかの傾向が読み取れる。たとえば、「内/外」を左に持つ組み合わせは、右の文字にかかわらず「内/外」の分類が優先的に適用されるようである。これとは逆に「東/西/南/北」を左に持つ組み合わせは、必ず右の文字の分類が適用される。「部」を右に持つ組み合わせは部分型になる可能性が高いが、前述したとおり、「外」と組み合わせると「外」の持つ分類が優勢になる。複数の名詞が「の」で結ばれて空間表現を形成する場合に、このような分析が一般的に可能かどうかは興味深いところである。

6. おわりに

本稿では、「XのY」の形式の日本語の空間表現をコーパスから収集し、Yの位置に表われる空間名詞を分類することを試みた。分析の結果によれば、空間名詞は、その名詞が参照物(X)の一部を指す部分型と参照物から離れた位置を指す分離型に大きく大別できる。また、分離型は方向が重要になる方向型と距離のみが重要な距離型にさらに下位分類できることがわかった。この分類を基に、各分類に属する名詞が表わす位置のもっともらしさを示すポテンシャル関数を設計した。

この分析において、我々は空間表現の解釈に必要な参照枠の適切な設定が与えられていると仮定し、参照枠と空間表現の意味を表わすポテンシャル関数は独立に考えることができると仮定している。しかしながら、この仮定についてはさらに調査が必要である。

また、Coventryが指摘しているように[11]、位置関係を表わす英語の前置詞の解釈には幾何学的要素の他にも機能的な要素が重要となる場合もある。特に我々の対象領域では、エージェントの位置の計算をプランニングの中で利用しており、エージェントのゴールが何であるかによって適切な位置が影響を受

ける場合がある。たとえば、ドアを開けるためにドアノブに手が届く位置まで移動する場合、移動すべき位置はドアの開閉方向によって影響を受ける。このような機能的な観点をポテンシャル関数で表現した空間関係とどのように統合するかは今後の課題である。

最後に、本稿では基本的な関数の型しか示さなかった。関数の定数パラメタが個々の名詞に対してどのように決まるのかについては、具体的な語彙項目の記述を通してさらに詳細化する必要がある。

謝 辞

本研究の一部は文部科学省の科学研究費補助金(学術創成研究)「言語理解と行動制御(13NP0301)」によっておこなわれた。

文 献

- [1] N. I. Badler, M. S. Palmer and R. Bindinganavale: "Animation control for realtime visual humans", *Communication of the ACM*, **42**, 8, pp. 65-73 (1999).
- [2] R. Bindinganavale, W. Schuler, J. Allbeck, N. Badler, A. Joshi and M. Palmer: "Dynamically altering agent behaviors using natural language instructions", *Autonomous Agents 2000*, pp. 293-300 (2000).
- [3] J. Cassell, J. Sullivan, S. Prevost and E. Churchill Eds.: "Embodied Conversational Agents", The MIT Press (2000).
- [4] T. Tokunaga, T. Koyama, S. Saitô and M. Okumura: "Bridging the gap between language and action", *Intelligent Virtual Agent - 4th International Workshop IVA 2003*, Vol. 2792 of LNAI, Springer, pp. 127-135 (2003).
- [5] P. Olivier, T. Maeda and J. Tsujii: "Automatic depiction of spatial descriptions", *AAAI 94*, pp. 1405-1410 (1994).
- [6] I. D. Horswill: "Visual routines and visual search", *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence* (1995).
- [7] A. Herskovits: "Language and Spatial Cognition. An Interdisciplinary Study of the Prepositions in English", Cambridge University Press (1986).
- [8] G. Retsz-Schmidt: "Various views on spatial prepositions", *AI Magazine*, **9**, 2, pp. 95-105 (1988).
- [9] W. Levelt: "Speaking: From Intention to Articulation", The MIT Press (1989).
- [10] S. C. Levinson: "Space in Language and Cognition", Cambridge University Press (2003).
- [11] K. R. Coventry and S. C. Garrod: "Saying, Seeing, and Acting: The Psychological Semantics of Spatial Prepositions", Psychology Press (2004).
- [12] 島津, 内藤, 野村: "助詞「の」が結ぶ名詞の意味関係の subcategorization", 自然言語処理研究会, **NL-53**, (1986).
- [13] S. Ikehara, M. Miyazaki, A. Yokoo, S. Shirai, H. Nakaiwa, K. Ogura, Y. Ooyama and Y. Hayashi: "Nihongo Goi Taikei - A Japanese Lexicon", Iwanami Syoten (1997). 5 volumes. (In Japanese).
- [14] S. Tanaka and Y. Matumoto: "*Kûkan to Idou no Hyôgen* (Expressions of Space and Movement)", Kenkyûsya (1997). (in Japanese).
- [15] J. Lyons: "Introduction to theoretical linguistics", Cambridge University Press (1968).

左の文字 \ 右の文字	部 部分	方 方向	元 距離	辺 距離	側 部分/方向	面 部分/方向
前/後	部分	部分/方向	—	—	—	部分/方向
左/右	—	(部分/方向)	—	—	部分/方向	(部分/方向)
上/下	(部分)	(部分/方向)	—	—	(部分/方向)	(部分/方向)
内	部分	(部分)	—	(部分)	部分	(部分)
外	部分/距離	(部分/距離)	—	(部分/距離)	部分/距離	(部分/距離)
表/裏	—	—	—	—	(部分/方向)	部分/方向
側	—	(部分/方向)	—	(部分/方向)	—	部分/方向
横	—	—	—	—	—	(部分/方向)
東/西/南/北 < 体の一部 >	(部分)	(方向)	—	—	部分/方向	部分/方向
< 自然物 >			距離	距離		
				距離		

表 2 文字の組み合わせによる分類