

意味ネットワークを用いた 3 次元マップの

3H-1

自動生成に関する研究*

仲村哲明 小高明夫†

東海大学大学院工学研究科‡

1 はじめに

言葉によってロボットに命令を与えるためには、ロボットが自然言語を理解する必要があるが、自然言語処理技術をロボットの行動制御に用いるという試みは少なく、文献[4]に於いても、周囲の環境に関する視覚的な情報を主として利用するため、人間が日常的に使用しているような、知識を組み込んだ高度な命令には対応できないというのが現状である。

また、ロボットに周囲の環境を認識させようとする従来の自律移動型の知能ロボットの研究に於いても、ロボットの周囲にある物体の情報は、その形状や色といった表面的な情報に限られており、さらに、多くの場合、ロボットは周囲の物体を単なる障害物として認識するだけであり、やはり、物体の外見的情報のみを利用する方法では、ロボットに対して与えることの出来る命令に限られてしまう。

しかし、ロボットが人間と同じように出来事に関する知識を用いて周囲の物体を認識することができれば、「昨日買ってきた物を取って来い」といった、我々が日常的に使うような指示をすることができ、ロボットに与える命令の幅が広がると考えられる。

この課題に対し、ロボットが人間から与えられた知識を基に自ら仮想空間を生成することができれば、仮想空間上で、ある物体を形成する基になった知識を参照することで、その物体の知識を引き出すことができると考えられ、このことはロボットが仮想空間上の物体を知識と関連付けて認識していることを意味する。

ただし、知識によって生成された仮想空間はロボットが行動する時に用いる仮想空間の原型であり、ロボット自身が実際に自らの行動で利用するためには、実空間の計測結果から、この原型を実空間に近い仮想空間に修正する必要がある。そうすることによって、ロボットは実空間の物体を知識と関連付けて認識することが出来るようになると思われる。

本研究は以上のことを実現するため、人間が言葉によって与えた知識からロボットが実際に利用する仮想空間の原型を自動生成するシステムの一手法を提案するものである。

2 システム概要

本研究で提案するシステムは、図 1 の手順に沿って、

*Research on auto-making of 3-dementional map with semantic network

†Tetsuaki Nakamura, Akio Odaka

‡Course of Electronics, Graduate School of Engineering, Tokai University

与えられた知識から仮想空間を生成するものである。

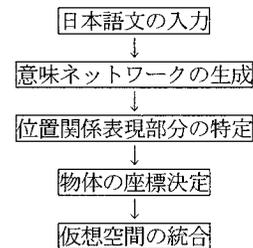


図 1 システムの処理手順

2.1 意味ネットワークの生成

本研究では言葉によって与えられる知識を、意味ネットワークに変換し、変換された意味ネットワークを与えられた知識として扱う。これは、言葉すなわちテキストを知識として定義したとき、内容が同じでも語順が違うと別の知識として認識してしまう可能性があり、知識を概念として表現することで、そのような問題を避けることが出来ると考えた為である。

本システムに於ける意味ネットワークは、

- 動作主格：動詞に対する動作主を示す
- 動作対象格：動詞に対する動作対象を示す
- 動作目標格：動作が作用する方向を示す
- 等価格：互いに等しいことを示す
- 属性格：物体の色や形状を示す
- 存在格：物体が存在する場所を示す
- 所有格：所有者を示す
- 道具格：動作を行う際に用いられる道具を示す
- 場所格：物体同士の位置関係、または、動作が行われる場所を示す
- 場所起点格：位置関係の基準となる物体を示す

という 10 種類の格構造を定義し、それらの格構造を用いて形成されるものであり、一つの入力文に対して一つの意味ネットワークを生成する。生成された意味ネットワークは知識として蓄えておく。

また本研究では、語彙として登録した単語に番号を割り当て、その番号を行および列とする正方行列一つを、一つの意味ネットワークとした。即ち、 n 個の単語が登録されている時に生成される意味ネットワークは $n \times n$ の正方行列となり、知識を蓄えるというのは、この行列を記録するということである。

なお、単語番号が i および j の単語が、図 2 に示すよ

うな R という関係にあるとき、意味ネットワークを表す行列を S とすれば、 S の i 行 j 列要素 $S(i, j)$ および j 行 i 列要素 $S(j, i)$ を、

$$S(i, j) = -R, \quad S(j, i) = R$$

と定義することで、矢印の方向も認識できるようにしている。



図2 2単語の関係

2.2 位置関係表現の特定

本研究のシステムに於いて、2物体の位置関係を表現するには図3に示すような場所格とその基準となる場所起点格が必要である。即ち、生成された意味ネットワーク中の位置関係を表現している部分とは、場所格とその対となる場所起点格で構成される部分であり、生成された意味ネットワークに、このような位置関係を示す部分がある場合、その内容に沿って、この部分を構成する物体の座標を決定することで、一つの意味ネットワーク、即ち一つの知識から単純な仮想空間を生成することができる。

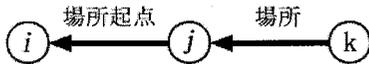


図3 物体の位置関係の表現

例えば、図3に於いて、単語 i を「机」、単語 j を「上」、単語 k を「本」とすると、意味ネットワークが表現する空間的なイメージは図4に示すようなものになる。

ただし本研究に於ける仮想空間上の物体は単なる質点であり、領域を持たない。

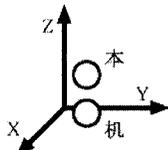


図4 単純な仮想空間

2.3 仮想空間の統合

一つの知識から生成される仮想空間は極めて単純なものであり、当然、これが周囲の環境の仮想空間として扱われるわけではないため、これらの単純な仮想空間とは別に、ロボットが最終的に周囲の環境を認識するために用いる複雑な仮想空間を生成する必要がある。

そこで、与えられた各々の知識に関する単純な仮想空間を統合することで、複雑な空間の表現が可能となり、様々な物体同士の位置関係を把握することが出来ると考えられる。

例えば図5に於いて、机と本からなる仮想空間(a)と机とテレビからなる仮想空間(b)の2つの単純な仮想空間があった場合、(a)の机と(b)の机が同一の物体であれば、この2つの仮想空間は統合することが出来るので、

(a)の机を基準として2つの仮想空間を統合すると(c)となり、より複雑な仮想空間を作ることができる。

なお本研究では、与えられた全ての知識を用いて可能な限り統合された仮想空間を仮想環境空間と呼ぶことにしている。

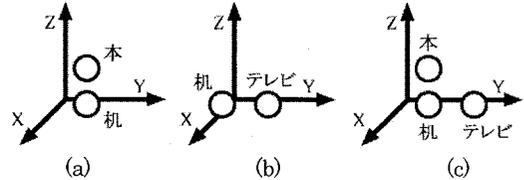


図5 仮想空間の総合

3 仮想環境空間に対する考察

ロボットが周囲の物体を知識と関連付けて認識するという事は、ただ単にロボットに与えられる命令の幅が広がるだけではなく、仮想環境空間が複数の知識から形成されるため、図6に示すように、仮想環境空間を介して、ある知識から別の知識を参照することが可能であるということの意味する。



図6 仮想環境空間による複数知識の連結

4 今後の課題

本研究で開発したシステムは、仮想空間上での物体を質点として扱っているため、物体の大きさや形状は表現できない。よって、ある物体に対して同一方向に複数の物体がある場合、それらの物体が全て同座標に配置されてしまい、座標が重複している複数の物体のうち、特定の一つを指定することが出来ないという問題点がある。

よって、仮想空間上の物体に領域を持たせることで、大きさや形状も表現できるようにし、複数の物体の領域が重複するのを回避できるようにすることが今後の課題として考えられる。その具体的な解決方法については、現在検討中である。

5 参考文献

- [1] 上野晴樹, 石塚満, 知識の表現と利用, オーム社, 1987
- [2] Fillmore C.J.(著), 田中晴美, 船城道雄(訳), 格文法の原理, 三省堂, 1975
- [3] Herskovits A.(著), 堂下修司, 西田豊明, 山田篤(訳), 空間認知と言語理解, オーム社, 1991
- [4] 新山祐介, 秋山英久, 鈴木泰山, 徳永健伸, 田中穂積, 自然言語を理解するアニメテッドエージェントのための3次元仮想空間における位置の表現と処理, 人工知能学会全国大会, 1999, Jun