

量的な判断常識を備えた人工知能

1P-7

— 事例に基づく知識修正手法 —

牧野 俊朗

NTTコミュニケーション科学研究所

1 はじめに

我々は人間のよう柔軟な判断や処理を行なうことができるシステムの実現を目指して、人間の持つ常識的な知識や判断能力をコンピュータに持たす試みの第1歩として、「量的な判断常識を備えた人工知能」の研究を行っている[1]。人間が持つ知識の一つとして物の概念に関する知識がある。「量的な判断常識を備えた人工知能」では、この物の概念を量的な判断対象を表す概念として対象概念と呼ぶ。概念の定義の仕方には様々なものがあるが、我々は対象概念を各種の属性で定義することを考えており、その属性の一つとして量の尺度に関する属性(量属性)を取り扱っている。対象概念と量属性の組合せは膨大な数となるので、人手で全ての対象概念について関連する量属性を記述するには多大な作業を要する。そこでコンピュータを利用して機械的に、対象概念と量属性の間の関係の有無に関する知識(対量関係知識)を獲得する方法を検討している。本稿では、人手によって作成された事例を入力し、入力事例に適合するように対量関係知識を自動的に修正する手法について述べる。

2 対量関係知識の獲得

対量関係知識とは、「ある対象概念がある量を持っている」ということを表す知識であり、例えば、「対象概念の1つの山と量属性の1つの標高の間に対量関係が存在する」とは、「山には標高という量が存在する」ことを意味する。対象概念の数は非常に多いので、対量関係知識は膨大な数となるため、全てを人手で構築することは困難である。そこでコンピュータを用いた自動獲得技術が必要になる。「標高3000mの山」のような対象概念と量属性の両方を含むテキストからの自動獲得が試みたが、このようなテキストから得られる対量関係知識の数は少ない[2]。このため、他の知識と組み合わせることによって、直接的に獲得できない対量関係を推測する手段が必要となる。

Artificial Intelligence with Quantitative Common Sense
— A Knowledge Modification Method Based on Examples —
Toshiro MAKINO
NTT Communication Science Laboratories

3 事例に基づく対量関係知識修正手法

3.1 手法の概要

本手法では、前節で述べた他の知識として、対象概念のシソーラスを利用している。逐次的に入力された正事例(対量関係が存在する対象概念と量属性の組)または、負事例(対量関係が存在しない対象概念と量属性の組)と、事例ベースに記録されたその時点までに入力された全ての事例に合致するように、このシソーラス上で一般化や特殊化を行ない、対量関係知識を修正する。対量関係知識は、対量関係が存在する対象概念と量属性の組で表現されるが、シソーラスによる知識の継承により、ある対象概念とある量属性の間に対量関係が存在する場合、シソーラスにおいてその対象概念の下位にあるすべての対象概念もその量属性との間に対量関係が存在するものと見なす。

ここで、対象概念シソーラスは新たに構築するのは多大な手間が必要となるので既存のものを流用し、事例は人手で作成する。この際に問題となるのは、既存シソーラスが対量関係知識の継承を目的としてつくられていないことである。このため、例えば正事例(車、排気量)と負事例(自転車、排気量)があり、対象概念シソーラス上で、自転車が車の下位概念になっていると継承知識に関して矛盾を生じてしまう。そこで本手法では、事例に基づく一般化及び特殊化のみならず、矛盾が生じた場合に自動的に無矛盾性を維持し、矛盾のない知識の継承が可能となるようにシソーラスを変更する。このシソーラス変更の際にも、その時点までに入力されたすべての事例との無矛盾性を維持するために、事例ベースを参照する。

3.2 事例の記録法

事例は、正事例と負事例に分けて記録する。負事例はそのまま記録するが、正事例は現状の知識でその正事例を説明するために、対量関係知識の継承経路を付加して記録する。例えば、対象概念Oと量属性Rの間に対量関係があるという知識が存在し、AがOの下位概念でBがAの下位概念である場合、対象概念Bと量属性Rの間に対量関係が存在するという正事例は、

$$(B, R) \ R \leftarrow O \leftarrow A \leftarrow B$$

のように記録する。この正事例の説明は、知識修正の際に、その時点の知識に適合するように随時修正される。記録された事例は、知識の一般化及び特殊化に用いられ、正事例の説明はシソーラスを変更した場合に、知識の継承に影響のある事例を特定するために用いられる。例えば、シソーラス変更において概念AとBの間の上位下位リンクが切断された場合は、対象概念Oの対量関係知識がBに継承できなくなるので、上記の正事例は説明できなくなることが判定できる。

3.3 一般化及び特殊化手法

入力された正事例がその時点の知識から説明できない場合は、知識を付加する必要があるが、その際に可能ならば一般化を行なう。具体的には入力された正事例の対象概念の上位概念であり、事例ベース中のその量属性に関する負事例の対象概念の上位概念でないもののうちで、最も上位の対象概念とその量属性の間に対量関係を持たせることによって一般化を行なう。また、現状の知識を用いてシソーラスによる継承を行なうと、入力された負事例の対象概念と量属性の間に対量関係が存在してしまう場合は、次節のシソーラス変更が必要な場合を除いて知識の特殊化を行なう。継承すると負事例に反してしまう知識を説明に用いている事例ベース中の正事例の知識の継承経路を、上位から順に負事例の上位概念でないところまでたどり、その対象概念のところまで対量関係知識を特殊化する。

3.4 シソーラス変更手法

入力された正事例の対象概念の下位に負事例の対象概念がある場合、及び、入力された負事例の上位に正事例がある場合は、継承した知識が矛盾を起こすのでシソーラスの変更を行なう。シソーラスの変更は問題の正事例と負事例の対象概念の間の上位下位リンクを切断し、切断したリンクのすぐ下の対象概念を正事例の対象概念の親の対象概念の子とすることによって行なう。この際、切断するリンクの候補は一般に複数あるので、以下に定義する影響度と変化量によって切断するリンクを決定する。影響度はそのリンクを切断することによって、説明ができなくなる事例ベース中の正事例の数で定義する。変化量は、任意の2つの対象概念の組において現在存在する上下関係が、リンクの繋ぎ替えによって存在しなくなる組の数で定義する。まず、影響度が最小のリンクを求め、複数個存在する場合は、その中で変化量が最小のリンクを求める。リンクの切断によって説明ができなくなった正事例に関しては、説明できるように切断したリ

nkのすぐ下の対象概念に対量関係知識を新たに付与して、それを用いて事例ベース中の説明部を修正する。

4 評価

自然言語処理用に開発されたシソーラス^[3]の部分木を利用して、人手により作成された事例を入力し、本手法により知識修正した結果の知識を評価した。事例は約6万個の対象概念から任意に選んだ対象概念と「質量」「金額」「視力」「速度」「電力」の5個の量属性から任意に選んだ量属性との組に関して、対量関係の有無を人間が判断して作成した。得られた対量関係の中から無作為に選んだ500の対象概念について真偽を人が判定し、対量関係の適合率と再現率を求めた。その結果を図1に示す。本手法で約95%の適合率、約80%の再現率が得られることがわかった。

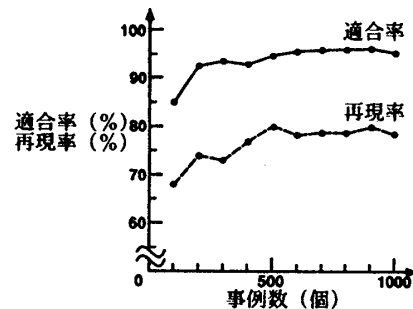


図1 入力事例数による適合率及び再現率の変化

5 おわりに

対量関係知識の自動獲得法の1つとして、既存シソーラスを利用した事例に基づく知識修正手法を用いたところ、適合率の高い知識が作成できた。今後、より詳細な評価を行なった上で、アルゴリズムの改造を行ない、更に、他の属性等へも適用したいと考えている。

参考文献

- [1] T. IIDA *et al.*: Artificial intelligence for semantic understanding, Proc. of the IFIP 13th World Computer Congress, Vol. 2, pp. 137-142, 1994.
- [2] 堀口他: 量的な判断常識を備えた人工知能 - 量的な属性の自動獲得手法 -, 情報処理学会第46回全国大会, 9D-04, 1994.
- [3] 池原他: 日英機械翻訳のための意味解析用の知識とその分解能, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 8, pp. 1692-1704, 1993.