

量的な判断常識を備えた人工知能
— 絶対的な量的判断のための知識表現 —

9D-3

熊本 陸 島田 茂夫 飯田 敏幸
NTT情報通信網研究所

1 はじめに

人間のように融通のきく柔軟な理解や判断を計算機に持たせることを目的として、量的な判断常識を備えた人工知能の研究を進めている^[1, 2]。量的判断には、与えられたデータの中で大小を判断する相対的判断^[1]と、世間一般の常識から大小を判断する絶対的判断があるが、本稿では後者を対象とする。絶対的判断の判断基準としては、対象が持つ常識的な量(常識値)、常識値間の大小関係(常識関係)があることは既に報告した^[3]。しかし、これらの判断基準は必ずしも獲得することができないため、判断基準を導出できることが重要になる。本稿では、概念関係、常識関係、常識規則(概念関係から常識関係を導出する規則)を利用して判断基準を導出する特徴を持つ概念知識モデルを提案し、どれだけの判断基準が導出できるかによりモデルを評価する。

2 概念知識モデル

概念知識は、概念と概念関係、判断基準、および、常識規則(後述)から構成する。

量に関する概念は6種類とし、異なる種類の概念間に対応関係をつける(図1a)。各概念には、上位/下位、全体/部分関係を、量属性については、さらに、「体積 = 長さ × 幅 × 高さ」等の関係をつける。

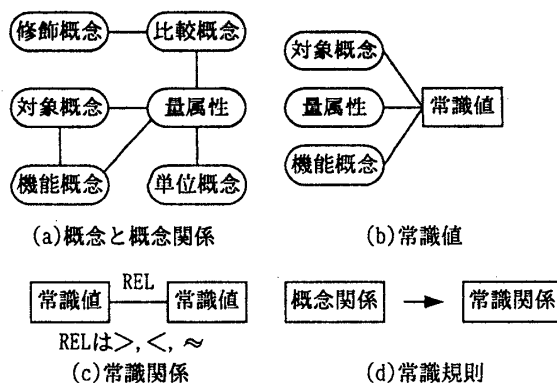
判断基準には、「人間の平均身長150cm」等の数値で表現される判断基準(常識値)と、「馬の体高は人間の身長にほぼ等しい」等の関係で表現される判断基準(常識関係)の2種類が考えられ、常識値と常識関係を組み合わせることで常識値を導出できる。これらの判断基準は、上記の概念と概念関係をもとにして次のように表現できる。

- (1) 常識値
対象概念、量属性、機能概念の組に関係づけられた統計値(最大値、平均値、最小値の組)で表現する(図1b)。
- (2) 常識関係
2つの常識値間の大小関係(大きい、小さい、ほぼ等しい)で表現する(図1c)。

常識規則は、前件部に概念関係¹、後件部に常識関係を持つ規則であり(図1d)、概念関係から常識関係を導出する。

本概念知識モデルの特徴は、判断基準を導出するために、概念関係、常識関係、常識規則を利用することである。それぞれを利用した判断基準の導出方法を次に示す。

- (1) 概念関係による導出
量属性間の関係式により常識値、常識関係を導出する。例えば、車の長さ、幅、高さの常識値の値が与えられている場合、量属性間の関係式「体積 = 長さ × 幅 × 高さ」により、車の体積の常識値を導出する(図2a)。また、同じ関係式



対象概念: 判断の対象となる具体物や抽象物を表す概念 (例: 自動車, 会社)
 量属性: 尺度に関する属性 (例: 距離, 時間)
 機能概念: 対象の状態, 作用, 動作を表す概念 (例: 通る, 積む)
 比較概念: 量の値の程度を表現する概念 (例: 長い, 短い)
 修飾概念: 比較概念を修飾する概念 (例: 非常に, やや)
 単位概念: 単位を表す概念 (例: m, kg)

図1: 概念知識モデル

により、車と船の間の長さ、幅、高さの常識関係から、車と船の間の体積の常識関係を導出する(図2b)。

- (2) 常識関係(ほぼ等しい)による導出
常識値を導出する。例えば、人間の身長常識値の値が与えられている場合、常識関係「人間の身長と馬の体高がほぼ等しい」により、馬の体高の常識値を導出する(図2c)。
- (3) 常識規則による導出
常識関係を導出する。例えば、常識規則「XがYを通るならばXの幅はYの幅より小さい」と、「車が道路を通る」という概念関係から、常識関係「車の幅は道路の幅より小さい」を導出する(図2d)。

3 概念知識モデルの評価

前節に示したように、本概念知識モデルは、既存の判断基準から新たな判断基準を導出するモデル、すなわち、判断基準を拡張するモデルである。本節では、判断基準の拡張率を定義し、これにより、モデルにおける判断基準の拡張能力を評価する。

3.1 拡張率の定義と計算方法

1つの常識値(常識関係)を加えた場合に、導出される常識値(常識関係)の数を常識値(常識関係)の拡張率と定義する。また、1つの常識規則によって導出される常識関係の数を常識規則による常識関係の拡張率と定義する。それぞれの拡張率は次のように求まる。

- (1) 常識値の拡張率

¹2個の概念間の関係だけでなく、3個以上の概念間の関係(例えば、「車」、「道路」、「通る」の間の「車が道路を通る」という関係)も含む。

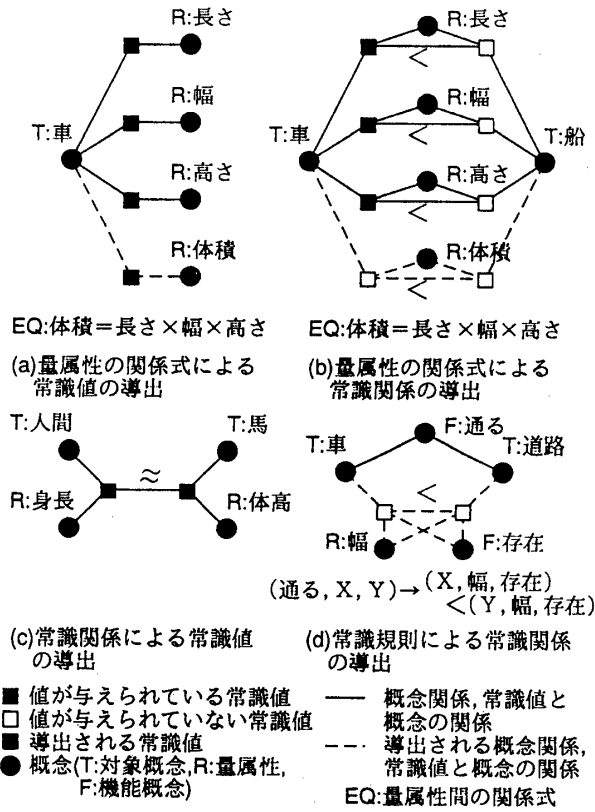


図 2: 判断基準の導出²

(a) 量属性間の関係式による常識値の拡張率 $EX_{V_{EQ}}$
 拡張率 $EX_{V_{EQ}}$ は、常識値 V と関係する各式による拡張率の和となるので、

$$EX_{V_{EQ}} = \sum EX_{V_{EQn}} \quad (1)$$

となる。ただし、 $EX_{V_{EQn}}$ は量属性 n 個の間の関係式による拡張率である。関係式は $n-1$ 個の常識値から 1 個の常識値を導出するので、

$$EX_{V_{EQn}} = n/(n-1) \quad (2)$$

となる。

(b) 常識関係による常識値の拡張率 $EX_{V_{Rel}}$
 常識値 V と関係している常識関係 (ほぼ等しい) の個数を Rel_{\approx} とすると、拡張率 $EX_{V_{Rel}}$ は、

$$EX_{V_{Rel}} = Rel_{\approx} + 1 \quad (3)$$

となる。

以上から、(a),(b)の両方による拡張率 EX_V は、

$$EX_V = EX_{V_{EQ}} \times EX_{V_{Rel}} \quad (4)$$

となる。

(2) 常識関係の拡張率

(c) 量属性間の関係式による常識関係の拡張率 $EX_{Rel_{EQ}}$
 拡張率 $EX_{Rel_{EQ}}$ は、常識関係 Rel と関係する各式による拡張率の和となるので、

$$EX_{Rel_{EQ}} = \sum EX_{Rel_{EQn}} \quad (5)$$

となる。ただし、 $EX_{Rel_{EQn}}$ は、量属性 n 個の間の関係式による拡張率で、

$$EX_{Rel_{EQn}} = 2(n=2), 1.4(n=3), 1.2(n=4), \dots \quad (6)$$

²(a),(b),(c)では、常識値と機能概念「存在」の間の関係を省略している。

となる。

(d) 常識規則による常識関係の拡張率 EX_{Rule}
 常識規則 $Rule$ により導出される常識関係の個数を N_{Rule} とする。導出された常識関係がさらに (c) により拡張されるから、拡張率 EX_{Rule} は、

$$EX_{Rule} = N_{Rule} \times EX_{Rel_{EQ}} \quad (7)$$

となる。

3.2 拡張率の計算結果

本概念知識モデルに基づく実際の知識での拡張効果を知るために、表1のような自動車に関連する小規模な知識に対して、拡張率を計算した。その結果を表2に示す。ただし、 $\overline{EX_{V_{EQ}}}$, $\overline{EX_{V_{Rel}}}$, $\overline{EX_V}$ は、それぞれ、各常識値について式(1),(3),(4)により拡張率を計算した結果の平均であり、 $\overline{EX_{Rel_{EQ}}}$, $\overline{EX_{Rule}}$ は、それぞれ、各常識関係について式(5)により、各常識規則について式(7)により拡張率を計算した結果の平均である。

また、常識値の拡張と常識関係の拡張の相乗効果があるので、判断基準の数は拡張前の数倍程度になると考えられる。

表 1: 拡張率計算に用いた知識の規模と内容

知識	数	内容
対象概念	24	自動車, 船, 飛行機, ハンドル, ...
量属性	30	長さ, 幅, 高さ, 速度, 重量, ...
機能概念	8	通る, 走る, 飛ぶ, 存在, ...
常識値	14	(自動車, 速度, 走る), ...
常識関係 (\approx)	8	(ハンドル, 直径, 存在) \approx (人間, 幅, 存在), ...
	($<$, $>$)	9 (自動車, 速度, 走る) $<$ (飛行機, 速度, 飛ぶ), ...
常識規則	8	(通る, X, Y) \rightarrow (X, 幅, 存在) $<$ (Y, 幅, 存在), ...

表 2: 拡張率の計算結果

(a) 常識値の拡張率		(b) 常識関係の拡張率	
$\overline{EX_{V_{EQ}}}$	約 1.7	$\overline{EX_{Rel_{EQ}}}$	約 1.7
$\overline{EX_{V_{Rel}}}$	約 1.6	$\overline{EX_{Rule}}$	約 3.4
$\overline{EX_V}$	約 2.5		

4 おわりに

絶対的な量的判断のために、概念関係、常識関係、常識規則を利用して判断基準を導出する特徴を持つ概念知識モデルを提案し、そのモデルにおける判断基準の拡張能力を、判断基準の拡張率で評価した。本モデルに基づく小規模な知識において、判断基準の拡張率は数倍になることが分かった。今後は、大規模な知識において拡張率を計算し、本モデルの有効性を検証する予定である。

参考文献

[1] 飯田他: 量的な判断常識を備えた人工知能 — 概要 —, 情報処理学会第 43 回全国大会, 5E-8, 1991.
 [2] 飯田他: 量的な判断常識を備えた人工知能 — 知識と能力 —, 情報処理学会第 45 回全国大会, 1H-11, 1992.
 [3] 熊本他: 量的な判断常識を備えた人工知能 — 常識値を用いた量的判断 —, 情報処理学会第 45 回全国大会, 1H-13, 1992.