

1 F-5 フレーム表現で実現したアナロジー推論の一手法

伊藤 央海、小谷 善行、西村 恕彦
東京農工大学 工学部 電子情報工学科

1. はじめに

知識処理システムは、多くの場合特定アプリケーション向けに開発されている。それぞれのアプリケーションはその用途に適した推論規則を持ち、システム毎に構築し直されているのが現状である。高度でかつ汎用な推論機構をシステムの基本に組込んでおけば、この手間が軽減されることになる。本システムは、アナロジーを推論機構として組込むことで、この手助けをする。

アナロジー推論は、直感的で馴染みやすいものであるが、その実現方法はそれほど単純ではない。この機能を知識処理システムが備えていれば手軽にアプリケーションに応用できる。本稿では、フレーム表現を用いた知識処理システムに推論機構として、汎用性のあるアナロジー推論を導入する方法を示す。

2. フレーム表現へのアナロジー推論の導入

本知識処理システムは、基本的なフレーム表現にアナロジーによる推論を利用した検索機能を追加した形になっている。通常、フレームにスロット値の検索を依頼すると、そのフレーム内のスロットを探し、値を得る。必要ならばデモンを起動して値を得る。値が得られなければ、上位クラスのフレームに同じ検索を依頼する。それに加えて、本システムではアナロジー推論を用いて値を推測することが出来る。この時、依頼されたフレームとそれに関係するフレーム群をひとつの概念として、その概念に類似した別の概念を知識より探し、依頼されたフレームに相当するフレームに同じ検索を依頼する。

3. アナロジー推論の方法

例を示しながら本システムのアナロジー推論法を説明する。まず、(1)で依頼されたフレームとそれに関係するフレームをひとつの概念とすることについて述べる。(2)では、類似した概念の探索法と何を類似しているかを見なすかを、(3)で結果を得る方法を述べる。

例は、図1のような知識をシステムが記憶しているとき、フレーム「蝶」に対して「属性」スロット値の検索を扱っている。

(1) 検索依頼フレームの関連知識の取り出し

あるフレームのスロット値として記述されているフレームを関連フレームとし、さらに関連フレームに対する関連フレームも探す。そして、それらの結び付きをネットワークとして表す。このネットワークを関連ネットワークと呼ぶことにする。特に検索を依頼されたフレームを中心にした関連ネットワークを対象ネットワークと呼び、ひとつの概念を表す。この時、対象ネットワークの範囲が意味のある中で収まり、大きくならないように限定する必要がある。

現システムでは、対象ネットワークは検索時に与えてやる必要がある。しかし、フレーム表現においては、ひとつのフレームがひとつの概念を表している事を利用すればこれは容易に行えると考えられる。

例において、対象フレームは図1で囲んだ部分になる。

(2) 類似ネットワークの探索

対象ネットワークと類似するものを類似ネットワークと呼ぶ。類似ネットワークは、対象ネットワークより少ないか等しい数のノードを持ち、その各ノードの枝は対象ネットワーク上の対応するノードの枝に存在しないものであってはならない。このような類似ネットワークを全知識の中から探索し、切り出すことは大変な手間になる。知識が多くなれば、組合せ爆発が起きる。そこで、

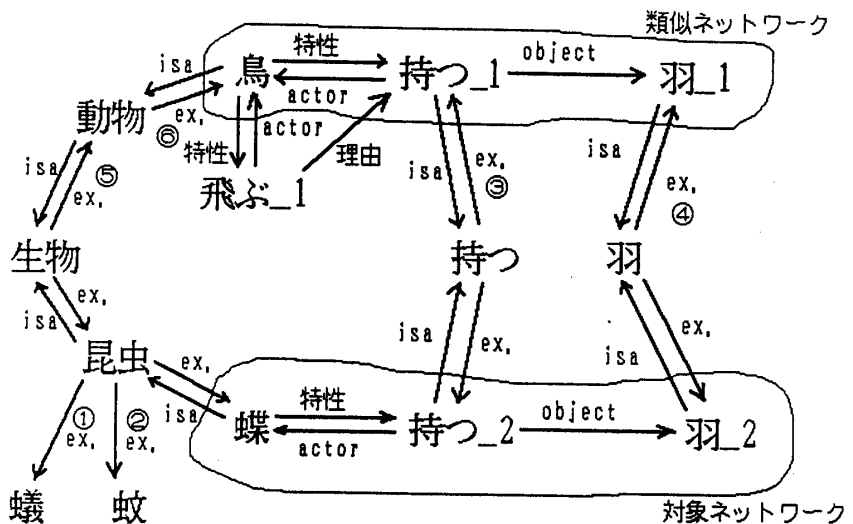


図1. 例の知識 ノードがフレームに、枝がスロットに対応する。枝の横の数字は探索順序である。

探索は類似度が高い可能性のあるものから探索できるのが好ましい。この探索では、類似度が高い可能性の尺度として上位クラスを利用している。探索は横型で、次のような手順になる。

①対象ネットワーク中のフレームの上位クラスを探す。

②そのサブクラス、インスタンスを類似ネットワークの一部かどうか調べる。

③対象ネットワークの全てのフレームのクラスを探索したら、更に上位を探索し同じ事を繰り返す。つまり、対象ネットワークと類似ネットワークは、両方のあるフレームが同じクラスに属していると考えている。そして、共通クラスが近い程、類似度の確かさが増すという考えを基にしている。例で探索を行うと、図1において枝の横に記した数字の順になる。

ここで大切なことは、何をフレームで表現するかということである。図2のaとbはどちらも「鳥は羽があるから飛ぶ」という知識を表している。どちらも同じ事を表しているのだが、aの方がより丁寧に記述されている。bでは、鳥と羽の関係「持つ」がスロットとして記述されてしまっているため、探索対象とはされない。類似ネットワークを素早く得るためには、こうした物と物との関係や状態を表すフレームが存在するのが好ましい。何故なら、似ているということは具象そのものではなく、具象の状態や関係が同じという事だからである。

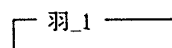
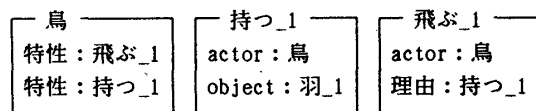
実際に二つのネットワークが類似していると判断するには次のようなことを示す必要がある。

- ・多くの枝が一致する。
- ・対応するノードが同じクラスに属しているものが多い。

ノードが同じクラスに属している場合、そのクラスが近い関係であることが類似度を増す要因になる。しかし、クラスが遠いからといって類似度が減少するわけではない。

例は単純な知識しかないため類似を判断するのはたやすい。図1の①と②の探索では、得られたノードは枝を持たないため類似度が低く失敗する。③の探索では全てのノードが一致し、クラスの共有度も高いため高い類似度で成功する。こうして図1で囲ったように類似ネットワークが得られる。

a.



b.

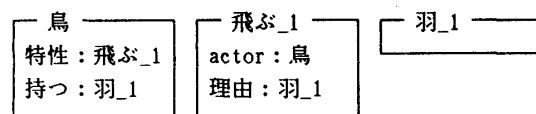


図2. 「鳥は羽があるから飛ぶ」という知識

(3)答えを得る

類似ネットワークが得られたならば、対象ネットワーク上の検索を依頼しているフレームに対応する、類似ネットワーク上のフレーム（仮にAとする）に同じ検索を依頼する。こうして検索されたフレーム（B）は、次のふたつの条件のどちらかを満たさなければならない。

①類似ネットワーク上に含まれていてかつ、フレーム（A）と直接結ばれていないこと。

②類似ネットワーク上に含まれておらず、類似ネットワーク上のフレーム（A）以外のフレームとも直接結ばれていること。

そして、この条件を満たしたフレーム（B）の上位クラスフレームのサブクラスである、つまり同じレベルのインスタンスフレームを作成し推論結果とする。ただし、ここで作成されたフレームは他のフレームとは区別され、通常の検索では参照されない。同じアナロジー推論による検索を再び依頼されたときに参照される。この推論で得たスロット値は必ずフレームである。

例題の類似ネットワーク上で、「蝶」に対応するノードは「鳥」フレームである。「鳥」フレームに「特性」スロット値を検索させると「持つ_1」と「飛ぶ_1」を得る。「持つ_1」は条件のどちらにも失敗し、「飛ぶ_1」は条件の②に当てはまるため、「飛ぶ_1」がフレーム（B）となる。そして「飛ぶ_1」のクラスフレーム「飛ぶ」のインスタンスとして作成されたフレームが類推結果となる。

4. おわりに

概略ではあるが、フレーム表現にアナロジー推論をどのように実現するかを示した。本システムのアナロジー推論を汎用のものとするには、3. (2)で述べたように、どのような表現方法でも良く対応するわけではないため完全ではない。しかし、逆にスロットの使い方など注意して知識を構築した方が一貫性のある表現になり、扱いやすくなるとも言える。

本システムは、全知識のクラス概念の構築法が適当で、対象ネットワークの与え方が確かならば、無駄を少なく類似ネットワークを捜し出すことができる。

現システムでは、対象ネットワークは人間が教えてやらなければならない。最適な対象ネットワークの切出し方法が今後の課題である。

謝辞

本稿執筆にあたり貴重なご意見を頂いた本学滝口伸雄助手、本学野瀬隆技官に感謝します。

参考文献

- [1]Winston, P.H.:Learning and reasoning by analogy, Communications of the ACM, vol. 23, No.12 pp. 689-703 (1980)
- [2]R. S. Michalski他編、電総研人工知能グループ訳：類推学習、共立出版 (1987)