

② Knowledge Representation and Inference Based on First-Order Modal Logic

K. Iwanuma(山形大学, 日本)

発表要旨

一階の様相論理に基づいた知識表現系とその推論系を与える。ここで提案する様相論理は一階の dynamic logic の一種であり、構造化された知識とメタ知識の両方の表現に適している。様相論理の可能世界モデルは構造化された知識と見なすことができ、様相演算子は可能世界モデルの様々な性質を記述するための演算子とみることができる。知識構造を有効かつコンパクトに記述するために“viewpoints of modalities”という概念を導入する。また、この枠組みで使える論理式のスキーマが、属性の継承などのメタ知識の表現に有効であることを示す。このアイデアに基づいて知識表現系を我々の様相論理のある部分の上で構成する。ここでは、構文を definite modal clauses に制限し、SLD resolution と同程度に有効な完全な推論系を与える。この形式化は、フレームシステムの様なグラフ型の知識構造に対する理論的枠組みを与えている。

質疑応答

質問：この仕事に一言助言したいと思います。別の異なる観点から見直すと計算がもっと簡単になると思います。多ソートで部分タイプを持つような複数の継承を考えられる論理を使うと、あなたのされていることがもっと楽にできると思います。例えば、私とゴーギャンが1984年に作ったEQLOGに必要なものが揃っています。あなたの方法ではスキーマ公理やフレーム系など、計算が大変なものが必要で、タイプのあるシステムで考えると継承などが既に組み込まれていて、様相を導入する必要もないと思います。

回答：私の目的は知識構造をいかにコンパクトに表現するかということにあります。現実的な知識表現では、階層というのが大切だと思います。また、もう一つの目標はフレーム系に対する数学的理論を作ることです。例えば、知識が同値であるとはどういうことか、また、それを判定する方法や尺度はなにかということを与えることです。

質問：あなたの公理系はある特定のフレーム構造、あるいは可能世界モデルから出発して作られているようですが、健全性は分かるのですが、完全性がなぜ言えるのかが分かりません。また、この体系の様相論理としての強さはどうなっているのでしょうか。例えば、Horn節に制限すると古典論理と直観主義論理の区別がなくなります。ところが、様相が入ってくると異なるものがたくさんあります。この様相論理は伝統的に様相論理と言われている体系の何に対応するのでしょうか。

回答：あなたの質問は、どのようにして完全性を示すのかということと、この体系の様相論理としての強さは何かということだと思います。この体系は有限の可能世界モデルを対象としております。完全性を示す一つの方法は、知識表現を多ソートの一階述語論理、詳しく言うと多ソートのPROLOGのブ

ログラムに変換することです。それは可能です。

質問：つまり、あなたの体系は本当は多ソートの古典論理で、本当の様相論理ではないということですか。

回答：はい。この体系は多ソートの一階述語論理に直すことができます。しかし、表現の自然さが大切だと思います。

質問：私も同意見です。知識表現をするという観点からあなたは意味論、すなわち可能世界モデルに興味があって、伝統的な様相論理の枠組みに興味があるのではないと思います。また、そのような制限されたモデルを考えると多ソートの古典論理と対応がつくということで、それはよいことだと思います。しかし、様相論理としてどのくらい強いかが知りたいのです。

回答：この意味論では知識のモデルは組 (G_f, I_f) で、 G_f はフレームのモデルで I_f は Herbrand 基底の部分集合です。推論規則は有限可能世界モデルのスケルトンになっています。このようにすると有限可能世界モデルに対する完全性が言えます。

質問：すなわち、この体系はフレーム構造に依存するため体系としての強さについては何も言えないのですね。

回答：この体系の様相は、dynamic logicに対応しています。

質問：例について質問をしたいと思います。あなたの体系が良いという根拠は、modular formの知識を表現できることだと私には見えるのですが、それがこの体系の強さだと思ってよいですか。あなたのあげた例で、taroがmonkeyであるということは、monkeyのところに“すべての x について、monkey(x)”という知識があって、継承によってtaroがmonkeyであることがわかるというようになっていないので、とても不自然に見えるのですが、それは間違えたのかそれともその様にする必要があるのですか。

回答：これは1つの例にしか過ぎず、知識の表現の仕方はいろいろあると思います。