

Title	型階層論理における推論のダイアグラム化
Author(s)	吉岡, 卓
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1460
Rights	
Description	Supervisor:東条 敏, 情報科学研究科, 修士

型階層論理における推論のダイアグラム化

吉岡 卓

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2001 年 2 月 15 日

キーワード: 型階層論理, 図による推論, 双ラティス, セル, 演繹, 問題解決.

通常人間が問題解決をするとき, 言語的表現以外の様々な表現形態の情報のなかから, 適切な表現を選択し変換しながら行っていると考えられる. 本研究では, 知識表現の一手法として, 型階層論理に対するダイアグラムを用いた表現を提案する.

型階層論理とは, 計算機上で知識を記述し推論させるために, 知識表現に階層構造を持たせたものである. 型階層論理における階層構造とは, オブジェクトの集合をソートとし, そのソート間に階層を与えたものである. これにより構造的に知識を表現することができ, 人工知能の分野では知識表現の目的で広く応用されている. しかし, 名詞であれば名詞に関するソート階層, 動詞であれば動詞に関するソート階層などというように, ソートをつくる集合ごとに上位下位の関係を考察しなければならない. このように対象とする世界を広げるほど異なるソートを複数扱わねばならず, 推論の手間は増大していく. また, このままの形では計算機内に表現することは困難である.

一方, 複雑さを解消したり容易に理解するための手法として, 人間は図を用いることがある. それは言葉や数値を用いるよりも分かり易いことが多いからである. 図形を用いた表現は詳細に事象を記述するのには向かないが, 直感的にその事象の概要を表すことに優れているためである. そのため, 視覚的情報を用いた問題解決の方法は古くから研究されてきた. 最近では, このような図による推論の有効的な特徴に着目し, 計算機による推論を記号だけでなく図形を用いて行うことが最近注目されている. また, 図が持つ特性により演繹ステップ数が減少するという研究もなされている.

そこで本研究においては, 型階層論理における推論の手間が増大するという問題に対して, 異なる形態の知識を同時に扱えるようなダイアグラムの考察を特色とする. 本研究では特に, 項の性質における抽象度と述語の性質における抽象度といった異なる部分に対するラティスの双対性を考察し, まとめて扱えるセルによる表現を提示する. セルを用いた表現の特色は, 各ソートに $\top$ から $\perp$ までの道 (*path*) に応じた素数の積を割り当てること

にあり，この方法によってセル上のソートが一意に定まるようにした．また，素数を割り当てることによって，割り算によるサブソート関係の判断が可能となり，サブソート関係にあるか否かを即座に判断できることが分かる．次にセルを用いたダイアグラムにおける描画規則と演繹規則を定義し，ダイアグラムの変形による推論を提案する．ここでセルにおける領域の概念に注目する．特に本稿では，以下のような推論規則を定義した．

- Dual lattice Coupling
- Insertion of Predicate Subsumption
- Insertion of Sort Subsumption
- Propagation of Negation
- Conjunctive Unification
- Disjunctive Unification
- Totality
- Weakening
- Predicate Negation as Totality
- Sort Negation as Totality

これらの規則は型階層論理の推論規則に対応するものであり，well-formed な形式化を与えるものである．これらの定義により，双ラティスを用いるよりも構造化された演繹が行えた．また，ラティス上の離れた位置にある記号がサブソート関係にあるか否かを容易に推論できることも示せた．

最後に，本研究で示すダイアグラムを実装しその優位性を検証した．特に本稿では，演繹ステップ数に関して次の検証を行った．

- 自然演繹法とセルによる表現
- 双ラティスを用いる表現とセルによる表現

また，新たなソート宣言が与えられた際の手間について，以下の表現による違いを検証した．

- 言語を用いた表現
- 単純なテーブル表現
- セルによる表現

これらの検証により，本稿で提案したセルによる表現の有意性が示せた．しかし，実際に計算機上にインプリメントするには，素数の積が非常に大きな数となってしまう困難なものとなる．そこで，素数の代わりに扱えるような新しいシンボルの定義を与えることが必要となる．また，より抽象的な表現である閉曲線を用いることにより，更にソートの意味が付加されると考える．これらの点に関しては今後の課題としてあげられる．