

Title	直観主義論理に対する図を用いた推論システムの構築
Author(s)	石田, 泰三
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1465
Rights	
Description	Supervisor: 東条 敏, 情報科学研究科, 修士

直観主義論理に対する図を用いた推論システムの構築

石田泰三

北陸先端科学技術大学院大学 北陸先端科学技術大学院大学

2001年2月14日

キーワード: 直観主義論理, 図による推論, Hasse 図, Venn 図.

人間は問題解決において,しばしば図を利用する.それは図を用いることによって複雑な状況を理解しやすくしたり,明示的には与えられていない情報が得られたりするなどといった利点があるからである.推論や問題解決における図の役割についての考察は,人間の知的活動を明らかにする上で興味深いだけでなく,効果的なインターフェイスを実現する上でも重要である.図を有効利用して論理体系を記述しようとする試みは古くから存在し,Venn 図, Euler 図, Pierce 図などがこれにあたる.しかしながら,数学や論理学において図を用いて問題解決を行ったり,証明を行うことは曖昧で過ちが生じやすいとされていた.そのため数学や論理学における図の立場は漠然としたイメージをつかむための教育用インターフェイスでしかなかった.

しかし近年,図を用いて論理体系を記述し,それを用いて推論を行おうとする研究がなされている.その際,間違いが生じないように図も厳密な定義がなされている.しかし今までの研究では,対象とする論理体系が多くの場合,古典論理であり,直観主義論理などの非古典論理を対象として図形を定義する研究は十分に考慮されていないと思われる.

直観主義論理は近年,構成的プログラミングへの対応から重要視されている.しかし,そのセマンティクスの取り扱いが容易ではなく,それを容易に理解することができる図形が望まれる.直観主義論理のクリプキ・セマンティクスを表す図形として Hasse 図が存在するが,Hasse 図の記述は,各可能世界の到達可能関係を表現するのには優れているが,各可能世界における付値を十分わかりやすく表現しているとはいえない.直観主義論理においては可能世界における付値が同様であっても,その位置によって可能世界の内部状態は異なる.

そこで本研究では直観主義命題論理を対象として Hasse 図の改良・拡張をおこなう.直観主義論理のクリプキ・モデルの情報をより明示的に表現することができ,学習者にとつ

て直観主義論理のセマンティクスの理解を促進させる図形を提案する．具体的には2次元的な図形である Hasse 図を3次元化する．この3D-Hasse 図によって各可能世界における付値の関係を明示的に示すことができる．また各可能世界における付値が図形化しているので，論理式を導く操作を図形操作としてスムーズに行うことができる．しかしこの図形の問題点として，多くの論理式を描かなければならないときに非常に複雑なものになってしまうことがある．

その問題点を解決する図形として，Venn 図と Hasse 図を組み合わせた図形を提案する．通常 Venn 図は古典論理で使用される図形なので，直観主義論理を表すことができる Venn 図に改良する．その Venn 図によって，直観主義論理の各可能世界を表現する．可能世界である Venn 図を可能世界の到達可能関係を表現する Hasse 図と組み合わせることによってクリプキ・モデルの全体を表す．Venn 図はシンプルな記述で，可能世界における命題および論理式の付値を同時にいくつも表すことができる．よって複雑な論理式でも Venn 図ならば簡単に見やすく記述することができる．しかし Venn 図の問題点として，命題が高々3つのものまでしか表現できないということがあげられる．

我々はこの Venn 図と Hasse 図を組み合わせた図形 (I-Venn+Hasse 図) をモデルとして，直観主義論理のクリプキ・モデルを表すシステムを作成した．このシステムはテキストデータによるクリプキ・モデルおよび論理式を入力とし，それに対応した Hasse 図および I-Venn+Hasse 図を出力する．よって入力に応じて，通常の Hasse 図と本研究で提案した I-Venn+Hasse 図の違いを確かめることができる．システムの出力である Hasse 図では各可能世界に対する情報は，そこで成り立つ付値と位置関係のみである．しかし I-Venn+Hasse 図の出力では各可能世界の内部状態を表している．よって入力された論理式がどうして各可能世界において成り立つのか，成り立たないのかを視覚的に判別することが可能となる．