4W－9

汎用前向き帰結演算システムEnCalのインタフェースの開発

中田 光治　程 京徳
九州大学大学院 システム情報科学研究科 情報工学専攻

1. 研究の背景

我々は、前向き帰結演算に基づいて推論規則の自動生成と検証、知識自動獲得および自動定理発見を支援するために汎用前向き帰結演算システムEnCal の開発を行っている[1]。帰結演算とは、既知の事実や帰結関係といった前提から、推論規則を適用し、新たな帰結関係を導くことである。

EnCal は、論理的帰結演算と経験的帰結演算という二つの機能を利用者に提供する。論理的帰結演算とは、ある論理体系L の公理図式を与えると、L の論理定理図式を導くものである。経験的帰結演算とは、ある論理体系L の論理定理図式と、ある領域固有の公理の集合P を与えると、P を前提として、L に基づいて経験的定理を導くものである。

EnCal の利用対象としているのは、知識処理システムの開発者と、知識処理の研究者、論理学者、数学者、法律家、医者などの知識処理の利用者である。これらの利用者は、計算機の扱いに慣れている人から、計算機にほとんど触ったことのない人までいる。また、論理学の知識がある人から、そうでない人までいる。こういった様々な利用者のためにはインタフェースが重要になる。

EnCal のインタフェースへの要求には以下のようなものがある。

- EnCal を簡単に起動できる。これは、計算機の扱いに慣れていない人は、複雑な操作を敬遠するからである。
- 論理式の入力の文法ミスを減らすことができる。これは、論理式の入力ではかっこの対応などの文法ミスを起こしやすいからである。
- EnCal を利用する時の作業をまとめて行うことができる。これは、エディタやEnCal 本体、ページャなどをいちいち起動するのは面倒だからである。
- 論理式を理解しやすい形で表現することができる。これは、専門家でも論理式をそのままの形で理解することは難しいからである。
- 定理の証明過程や集合演算といった出力結果の解析ができる。これは、推論エンジンだけでなく、解析ツールもユーザに提供するためである。
- 自然言語に近い形で論理式を処理する。これは、ユーザの論理式の入力、理解を支援するためである。

Development of an interface for EnCal - an automated forword deduct ion system for general-purpose entailment calculus
Kouji NAKATA and Jingde CHENG
Department of Computer Science and Comm. Eng.
Kyushu University

2. 研究の目的

現在のEnCal は、起動時に複雑なオプション指定や操作をしなければならない。また、推論エンジンのみであるため、EnCal を利用する際の操作性については考慮されていない。つまり、EnCal のインタフェースは前述したような要求を満足していない。そこで、本研究の目的は、そういったEnCal のインタフェースへの要求を満足するようなインタフェースを開発することである。

3. インタフェースの機能と構成

EnCal に関連する作業には、入力ファイルの編集、EnCal の起動、演繹結果の解析といったものがある。これらを統合し、1つのエディタの上で作業できるようにする。それぞれの作業に合わせて、EnCal のインタフェースは、入力編集部、EnCal 実行部、出力解析部という3つの部分で構成する。また、これらを関連づけ、編集した入力ファイルを直接EnCal の入力としてEnCal を起動し、その演繹結果の解析をすぐに始められるといった統合化も行う。

3.1 入力編集部

入力編集部では、入力ファイル編集と論理式入力を行う。

入力ファイル編集は、EnCal に入力として与えるファイルの編集を行うものである。入力ファイル編集に入ると、エディタのウィンドウが3つに分割される。そして、ディレクトリバッファと、参照ファイルバッファ、入力メインバッファが表示される。ディレクトリバッファは、あるディレクトリの中に存在する公理ファイル(拡張子.axm) の名前を表示し、参照ファイルバッファは、ディレクトリバッファで選択した公理ファイルの中身を表示する。入力メインバッファは、EnCal に与える入力ファイルを表示する。参照バッファを利用して他の公理ファイルの論理式をコピーしてくることができる。

新たに論理式を入力したい場合は、コマンドを呼び出すことで、論理式入力バッファが開くので、その中で入力を行う。論理式の入力は文法ミスをおかしやすい。そこで、論理式入力バッファでは、利用者が論理結合子を指定すると、そのバッファに括弧と論理結合子が文法的構造に則して挿入され、利用者は命題のみを入力するようにする。このように、文法的な誤りをおかしやすい部分をエディタが行なうことで論理式の入力を支援する。また、論理式の入力と同時に入力中の論理式を二分木で表示し、利用者は論理式の構造を二分木で確認しながら入力ができる。

また、論理式を構成する論理記号は、論理学の知識がある者以外には馴染みがないものであるため、自然言語に近い形で論理式の入力を行う機能を提供する。これは、論理結合子の含意 (⇒) は「ならば」という言葉に対応するというテンプレートを決めておくことで、利用者が日本語に近い形で入力し、内部で論理結合子を変換し、構造を解析して論理式の形に直すというものである。

3.2 EnCal 実行部

EnCal 実行部では、利用者は入力編集部で作成した入力ファイルを使用するか、すでにある公理ファイルを使用するかを設定し、degree 制限という論理式の爆発的な生成を抑える条件を設定する。それらの設定はすべて対話式に行われ、また、デフォルトの設定をすることも可能である。それらの設定がすべてなされれば、起動コマンドを実行するだけで、EnCal が実行する。そのとき、内部で EnCal に入出力などの引数を渡して実行する。

3.3 出力解析部

出力解析部では、結果バッファと作業バッファを用意する。結果バッファには、EnCal 実行部で実行した EnCal の演繹結果か、既にある出力ファイルを選択して表示する。作業バッファは、証明木や二分木などの結果の解析用のバッファである。EnCal の出力には、演繹の履歴が残っているので、それを再帰的に辿ることで証明木を生成する。また、２つの結果ファイルの和や差などを取る集合演算の機能を付加する。

また、論理式はそのままの形では理解しにくいので、論理式の構造を解析して、論理式を二分木の形で表示したり、日本語テンプレートを使用して、日本語に近い形に変換して表示するなどして、論理式の理解を支援する。

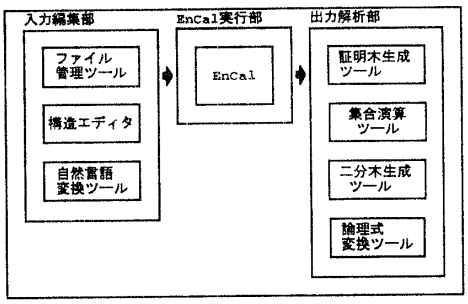

図 1: EnCal のインタフェースの構成図

4. 実装

EnCal のインタフェースとして、mule というエディタを利用する。利用者は、mule 上で全ての作業を行なうことが出来るようにする。mule は、それ自身が Emacs-Lisp という強力なプログラミング言語を持っているので、実装が行いやすいという利点がある。

Emacs-Lisp には、モードという機能がある。モードとは、mule をカスタマイズするための定義のセットのことで、キー入力とコマンドをバインドするキーマップや、文字の構文上の働きを記述する構文テーブルなどをそれぞれ定義し、モードを呼び出すことで、ある環境を提供するものである。このモードという機能を利用して、入力ファイル編集モード、論理式入力モード、EnCal 起動モード、出力解析モードを作成した。

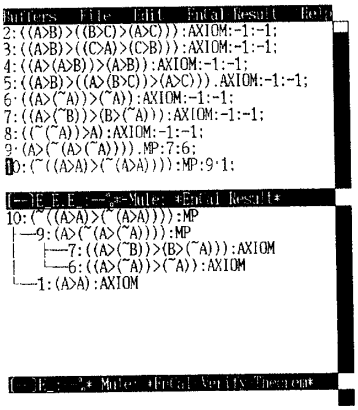

図 2: EnCal のインタフェースの実行例 (証明木の生成)

参考文献

[1] J. Cheng, " EnCal: An Automated Forward Deduction System for General-Purpose Entailment Calculus," in N. Terashima and E. Altman (Eds.), "Advanced IT Tools, IFIP World Conference on Advanced IT Tools, IFIP96 - 14th World Computer Congress," pp. 507-514, Chapman & Hall, 1996.