

公式データベースによる不定積分の求解パッケージ

豊橋技術科学大学 高橋 岳之 (Takeyuki TAKAHASHI)
" 長野 英二 (Eiji CHONO)
" 斉藤 制海 (Osami SAITO)

1. はじめに

数式処理研究においては解析的手法(アルゴリズムによる解法)が主流となっており、大きな成果をあげている。不定積分に関しても、有理関数などに対し解析的手法は有効である。しかし、式の形が複雑なものや、結果が特殊関数になるような積分の中には、現在のアルゴリズムでは解くことができないものも存在する。このような現状を打開する方法として、公式データベースを用いて不定積分を解くことが考えられる。今回我々は、公式と数式とのパターンマッチャと公式運用モジュールを作成し、特に積分データベースの自動運用に焦点を当ててシステムの開発を行なった。

2. 概要

本システムは、不定積分を解くために公式を使用するというもので、GAL (*General Algebraic Language/Laboratory*) という数式処理システム上で開発した。システムの構成は、データベース部と公式運用モジュール部とに分かれている。今回は研究の初期段階ということもあり、公式データベースは初等関数の不定積分のみを対象とした。公式運用モジュールは、データベース検索部と公式運用部及び、公式を検索、適用するためのパターンマッチング部よりなる。実際に公式データベースを用いて不定積分を解く手順は次のようになる。

1. 適用可能な公式をすべて検索する
2. 使用する公式を1つ決定する
3. 公式を適用して解を求める

以下に、パターンマッチと公式の運用について述べる。

3. パターンマッチ

一般に、数式のパターンマッチングは複雑で、一意に定まらないものも少なくない。しかし、パターンマッチングの対象を積分公式に限定した場合は事情が変わってくる。以下に、その特徴を示す。

1. 公式は、積分変数を主変数とした初等関数の形に表されており、パターン変数(定数 a, b 等)は係数とベキの部分にしか出現しない
2. パターン変数には定数のみがマッチングする
3. 積分変数以外の変数および関数は定数とみなすことができる

従って、本システムにおけるパターンマッチングは、積分変数に着目して係数とベキのマッチングを行えば良いことになり、手順が簡素化された。

4. 公式の運用

公式を検索した段階で適用可能な公式が1個ならば、それをそのまま使用すればよいが、複数個あった場合、そのうちのどれを使用するかを選択する必要がある。その方法としては、以下のものが挙げられる。

ユーザが選択 システムが検索したすべての公式に対して、公式とその適用結果を表示し、ユーザが望む公式を選択してもらう。

システムが一定の基準に基づいて選択 公式を適用した結果、項数が一番少なくなるもの、というような基準に従って、システムが自動的に選択する。

5. 今後の課題

公式データベースを用いて不定積分を解く方法について述べた。この方法によって、解析的手法で解けなかった問題に対してもある程度解を与えることができた。

今後の課題としては、特殊関数を取り扱えるようにすることや、統合化したインタフェース上での操作が行なえるようにすることなどがあげられる。

参 考 文 献

- [1] 三枝義典. 数式処理システム GAL における数学公式データベースの研究・開発. 図書館情報大学修士論文, 1989, 茨城, 51p.
- [2] 森口繁一, 宇田川佳久, 一松信. 数学公式1, 微分積分・平面曲線. 岩波書店, 1956, 東京, 318p.