

卒業研究概要

提出年月日 2018年1月31日

卒業研究課題 解答解説付き微積分ソルバの開発

学生番号 B14-019

氏名 大塚 基広

概要 (1000字程度)

指導教員

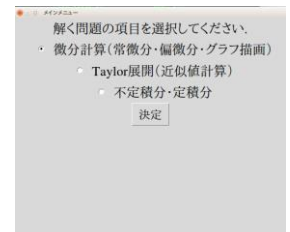
真貝 寿明

印

微積分などの代数計算を行うソフトウェアには Photomath, Mathematica や sympy などがある。しかし、いずれも、計算結果が表示されるだけである。そこで本研究では、解説が自動生成されるソルバの開発を行った。対象ユーザを本学部1年生の数学が苦手な学生とし、本学部一年生の授業「微積分学 I」の定期試験の合格答案作成を目指した。開発の過程では、より人間らしく解くという点に着眼して開発を行った。対応できる計算を表にまとめる。

図：画面の例

微分	べき関数, 指数関数, 対数関数, 三角関数, 有理関数, 積関数
積分	一変数のべき関数, 指数関数, 対数関数, 一部の定積分 周期関数を1つだけ含む積の関数, 汎用的な置換積分 簡単な有理関数, 部分分数分解



入力後、数式処理を行う前に、文字処理が必要となった。例えば、三角関数と対数関数の初めの一文目目を大文字にするルールを決め、文字自体に意味を持たせた。また、数式の処理は、意味のある塊ごとに、リストを区切り直し、項を一つのリストにまとめるようにした。また、Taylor 展開を計算する際に、階乗が自動計算されないように、後から文字列として付け足すなどの工夫が必要となった。

出力は、ヒント、解答答案例、答えの文章全部をリストに一時的に格納し、それを元に Tex ファイルを作成し、コンパイルと PDF の表示までを自動化した。

微分処理は、4つのタスク（合成関数への分離、変数と定数の把握、積の微分の適応結果、1つの演算単位での微分）を利用すれば解けることが分かった。一方で積分は、類似のタスク以外に、部分積分の順序決定や、特殊な置換積分などのテクニックを必要とする。現在、積分には解析的に解けないものもある。プログラムで計算不可と判断した場合は、予想される解法を示すようにした。予想ができない場合は、「解答不可」と表示するようにした。現在、解けない積分の多くは、置換が必要となる積分、三角関数を含む積の積分である。前者は、置換するロジックが多数にあることにより解けず、漸化式に持ちこむ解法には、対応が難しいためである。

また、人間は上記のような計算方法を瞬時に判断するが、本研究では、その処理論理に順づけて整理することができた。積分の計算には、別解が存在する問題があるが、より手順の少ないルートで解答を得ようとするのであれば、ディープラーニングが必要となると考えられる。

最後に、ソルバの解答の精度（得点率）について述べる。2017年のテストを例に挙げると、試験問題100点に対し、指導教員の採点結果は、76点（B判定）であった。一方、計算結果の意味で採点した場合81点であった。テストの答案として、より分かりやすく通用するような解答が書ける出力プログラムを改変していく予定である。