

平成22年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

坂部 研究室	氏 名	大 井 一 展
卒業研究題目	部分項基準判定アルゴリズムの提案と実装	

単純型付き項書換え系 (Simply-Typed Term Rewriting System; STRS) とは、項の書換えで計算を表す高階の関数型言語の計算モデルである。書換え系の重要な研究分野の1つに停止性証明があり、停止性が証明されたプログラムは暴走しないことが保証される。代表的な停止性証明手法に依存対法があり、この手法では再帰成分と呼ばれる依存対の集合を求める。依存対とは書換え規則の局所的な依存関係に着目した項の対である。さらに依存対間同士の依存関係から再帰成分を求める。再帰成分の非循環性を示すことで依存対法は停止性証明を行う。

再帰成分の非循環性を示す手法の1つとして部分項基準判定法が提案されている。部分項基準判定法で非循環性を示す際には、再帰成分中の各関数記号に対し部分項基準を満たす位置を割り当てる必要がある。ここで部分項基準を満たす位置とは、各依存対において右辺の割り当てられた位置にある部分項が左辺の割り当てられた位置にある部分項の部分項となるような位置である。一般的な再帰関数の再帰成分は部分項基準を満たすことが多く、部分項基準判定は再帰関数を使うプログラムの停止性証明を効率よく行うことが期待できる。

本研究では STRS 上での部分項基準判定アルゴリズムを提案し、HOPSYS(Higher Order Proving System) に実装する。HOPSYSとは我々のグループが開発している定理自動証明システムであり、その中に停止性証明ライブラリが含まれている。本研究の実装により HOPSYS の証明能力の向上を図る。

本研究で提案するアルゴリズムは、各依存対に対し局所的な部分割り当てを全て求める段階とそれらから再帰成分全体に対する割り当てを求める段階の2段階で構成される。

第1段階では各依存対に対し局所的な部分割り当てを全て求める。この部分割り当てを得る際には、依存対の両辺に出現する全ての記号を比較する必要がある。しかし、単純に依存対の部分項を全て再帰的に比較すると、重複して比較を行う記号が現れ計算量が増えてしまう。そこで、本アルゴリズムでは全ての記号の比較が一度で済む手法を提案する。具体的にはまず、右辺の葉に出現する記号に対し、左辺中で一致する記号の出現位置情報と、その位置に至るまでの関数記号やその引数の数などの情報を収集する。左辺に対して行う走査はこの時のみである。その後、得られた情報に基づき右辺の葉から根まで一度処理することで、その規則に対する全ての局所的な部分割り当てを求める。この方法により、全ての記号の比較を一度で抑えつつ全ての局所的な部分割り当てを求めることが出来る。

第2段階では前段階で求めた局所的な部分割り当てから再帰成分全体に対する割り当てを求める。割り当てを求めるには、ある部分割り当てを確定させたり、ある部分割り当ては消去するといった操作などを行う必要がある。本アルゴリズムでは効率的な充足可能性判定法で知られる DPLL アルゴリズムの考え方を参考にして、局所的な部分割り当てから再帰成分全体に対する割り当てを得る方法を提案する。