

平成 16 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	三 浦 浩 一
卒業研究題目	依存グラフを用いたナローイング計算の停止性に関する研究	
<p>関数型言語プログラムでは，決定的に値が定まる変数しかその関数定義部で利用することができない．しかしそれまでに現れていない自由な変数によって特定のデータを表現したい場合がある．例えば，あるプログラムの逆計算をするプログラムでは，消失されたデータを表現するためにそのような変数が役立つ．プログラムの逆計算とは，もとのプログラムの出力データから入力されたデータを求めるものである．そのような自由な変数の利用は意味的には正しいが，現実のプログラミング言語ではまだ実現されていない．</p> <p>しかし，関数型言語プログラムをモデル化した項書換え系 (TRS) では，そのような変数を扱ってプログラムを表現することができる．計算を定義している書換え規則の左辺で定義されずに右辺にのみ現れる自由な変数を余剰変数といい，余剰変数を持つことを許した項書換え系を余剰変数付き項書換え系 (EV-TRS) という．ある TRS の逆計算 TRS は，一般に EV-TRS となるが，余剰変数には任意の項を代入できるので，1 回の書換え計算で無限個の項が得られることになる．このような無限個の項を扱うことは事実上不可能であり，また余剰変数による書換え計算は停止性をもたない．しかし，余剰変数に代入される全ての項を新しい変数として表現することで，その書換え計算を模倣できることがこれまでに示されている．これには，変数を持たない項からのナローイング計算を用いる．ナローイング計算とは，変数を最小限で具体化して計算を進めるものであり，EV-TRS の書換え計算を模倣するためのナローイング計算は停止することが少なくない．</p> <p>本研究では，EV-TRS のナローイング計算が停止するための十分条件を明らかにし，EV-TRS の停止性を自動的に証明するツールを実現する．</p> <p>本手法では，関数記号ごとにその引数を減らす切り落とし関数を EV-TRS とその依存対に用いて，それらに含まれるすべての余剰変数を削除することで，ナローイングの停止性証明を TRS の停止性証明に帰着させる．TRS の停止性証明法として代表的な依存対法を適用する．このとき，これまでの制約である，切り落とし関数の単純性を取り除くことにより，TRS における手法をそのまま適用可能にした．次に提案手法を依存グラフ上へ拡張した．依存グラフとは，関数の呼び出し関係をグラフで示したものである．この手法は全ての依存対を判定するのではなく，無限の書換えに対応する依存対のみを対象とするので，証明の能力が強力になった．</p> <p>上述の定理に基づいて EV-TRS の停止性を自動証明するツール “NETT” を，プログラミング言語 Standard ML of New Jersey で実装した．EV-TRS と適当な関数記号の順序を記述したファイルを入力し，入力した EV-TRS が停止する場合には停止する，そうでない場合は証明失敗と出力し，同時に証明に用いた切り落とし関数を出力する．ツールの内部で，EV-TRS とその依存対に含まれる全ての余剰変数を削除する任意の切り落とし関数を生成する．そのような切り落とし関数は，余剰変数の出現位置と関数の引数の数により組合せの数が爆発し，それらをすべて試すことは，非効率的である．そこで，それらすべてを被覆する切り落とし関数の完全集合のみを試す点が本ツールの特徴である．</p>		