

平成 18 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

名大 研究室	氏 名	加 藤 輝 敏
卒業研究題目	単射関数の逆計算項書換え系の完備性に関する研究	
<p>プログラムの逆計算とは, そのプログラムの既知の出力から元の入力を求めることであり, 逆計算を行うプログラムを生成するツールを逆計算コンパイラという. また, 元のプログラム計算は順計算と言う. 互いに逆の計算を行うプログラムの例としてデータの圧縮, 解凍プログラムや暗号化, 複合化を行うプログラムがある. このことから逆計算プログラムには高信頼性が求められる. 関数型言語の計算モデルである項書換え系 (TRS) では, 構成子 TRS の逆計算プログラムを生成する手法が提案されている. この手法では, 与えられた構成子 TRS からその逆計算を行う条件付き項書換え系 (CTRS) を生成し, さらに, その CTRS を紐解き変換を用いて TRS に変換する. この手法では自動的にプログラムを生成するが, 元の計算の入力となった項以外にも解でない正規形が存在することがあり, 入力と出力が一對一に対応する単射関数でさえ正規形の一意性が保証されない.</p> <p>本研究では解でない正規形できるかぎり減らす, さらに, 完全に無くすことをめざす. 一般の関数についてこの無駄な正規形を無くす, つまり解の一意性を保証するために戦略を与えたり, 規則を改良することは, 書換えの途中で変数が消去されるなどの理由により難しい. そこで本研究では, 逆計算の対象とする関数を単射関数に限定し, 逆計算の解のみが正規形になるように, 解でない正規形をできる限り減らす方法について議論する. なお, 単射関数には完備性を仮定する. 完備性とは, 停止性, 計算結果の一意性を保証する合流性の両方の性質を満たすことであり, 計算を行う関数を持つべき性質である.</p> <p>まず, 定義する関数が単射関数になるために書換え規則が満たすべき形式を提案する. 具体的には, 順計算 TRS の書換え規則の全てが変数非消去であり, 相互再帰ではなく, 各規則の右辺が変数のみであるか, 項の先頭が構成子または左辺の先頭と異なる非定義記号になる場合に, その TRS は単射関数を定義していることを示す.</p> <p>次に, 順計算が単射であることを利用しながら, 逆計算コンパイラにより生成された CTRS が完備性と操作的停止性を満たすことを示す. 操作的停止性は, 従来の停止性に加え, CTRS の条件部の評価も有限時間で判定できることを保証する性質である. 完備性は, 逆計算 CTRS の規則の形式と元の TRS の単射性から示す. 逆計算 CTRS が操作的停止性を持つことを言うために, その十分条件である擬簡約性を満たすことを示す. それには逆関数を表す記号を最も大きいと定めた記号上順序で定まる辞書式経路順序が擬簡約性を保証することを用いる. なお, 逆計算 CTRS が操作的停止性を持つ元の TRS のクラスは, 最初に示した単射関数の右辺の最後の条件を除いたクラスに限定して証明を行う.</p> <p>次に, 逆計算 CTRS を紐解き変換して得られる TRS で生じる解でない正規形を本来到達すべき解へと書き換えられるための書換え規則の構成法を示す. この方法は本研究で明らかにした単射関数のクラスの内, ベースケースでは右辺がデータを表す項になり, 帰納的定義は 1 つの規則で表現されるような単射関数では成功する. 具体的に逆計算で計算が進まないデータのパターンを割り出し, そのような逆計算の可能性が生じる規則に関して, 本来選ばれるべき解への書換え規則を追加する. この作業が, 等式集合から完備性を持つ TRS を生成する完備化手続きにより, 成功する事例があることも議論する.</p> <p>最後に一般の関数についても規則の追加や変換によって, 有効でない正規形を減らすための方法を考察する. 具体的に乗算の TRS を例にして, 規則の追加によって解でない正規形を減らせることを示す.</p>		