

平成 17 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

坂部 研究室	氏 名	村 田 俊 樹
卒業研究題目	部分関数の逆計算への所属制約付き項書換え系の 応用	
<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。関数型言語の分野では、逆計算コンパイラに関する様々な研究が行われている。関数型言語の計算モデルである項書換え系 (TRS) について、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 TRS に変換する。逆計算 CTRS の生成の段階では、元の構成子 TRS のそれぞれの書換え規則に対応する逆計算を表す 1 つの条件付き書換え規則を生成し、逆計算の基本的性質 $f^{-1}(f(x)) = x$ を意味する逆計算性質規則が追加される。元の構成子 TRS が定義する関数 f が部分関数であるとき、この逆計算性質規則がないと、逆計算が成立しない場合が生じる。</p> <p>TRS 上での逆計算では全解探索が要求される場合もある。それは、TRS は非決定的な計算も自然に表現できるので、多対一関数の逆計算のように解が複数個存在する場合、そのすべての解への書換えが存在するからである。これらの解は全解探索によりすべて得られるが、単純な全解探索は効率が悪い。しかし、オーバーレイ性を満たす場合には解の探索を効率化できる結果が知られている。オーバーレイ性とは、規則どうしがどちらの内側でも重なっていないという性質である。規則の重なりは TRS の性質を大きく左右する条件の一つであり、計算の一意性を表す合流性を保証するための十分条件で大きな影響を与えていることなどが知られている。しかし、前述した逆計算プログラムを生成する手法では、元の構成子 TRS と生成された逆計算 TRS とを組み合わせたプログラムは、逆計算性質規則の存在が原因でオーバーレイ性を満たさない。</p> <p>本研究ではまず、逆計算性質規則の必要性について議論する。前述したように、この問題は関数が部分関数であるかどうかと関連付けることができる。項書換えでは、出力が未定義である入力を引数に取った関数適用を表現する項が書換え系列に出現しても書換えを続けることが許されている。そのため、TRS が表す直観的な部分関数と書換え系列から定められる部分関数には差異がある。本研究では書換え系列から関数の部分定義の概念を与え、その条件を明らかにする。</p> <p>書き換える項の部分項の属する集合を規則に付加できる所属制約付き CTRS (M-CTRS) がすでに提案されている。本研究では、M-CTRS のオーバーレイ性を定義し、逆計算 CTRS に逆計算性質規則が必要となる場合、その逆計算性質規則に所属制約を導入することで、元の構成子 TRS と逆計算プログラムとを組み合わせたプログラムにオーバーレイ性を持たせる。さらに、CTRS から TRS への変換を、M-CTRS から M-TRS へ拡張する。</p> <p>前述した解の探索を効率化できる結果は TRS にのみ利用できる。そこで、この定理を M-TRS 上でも成り立つことを証明する。この証明は、元の TRS での証明とほぼ同様に行えることを示す。これは、TRS でのオーバーレイに関する他の結果が M-TRS 上でも成り立つことを期待させる。</p> <p>最後に、構成子 TRS が定義する関数が部分関数であるかという問題は、簡約オートマトンを利用することで、変数を含む項の書換えは考えないという条件の下では決定可能であることを示す。これは、その関数が逆計算性質規則を必要とするかという問題と等価である。</p>		