

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 場 康 司
卒業研究題目	木準同型写像に基づく制約付き書換え系の等価性証明における SAT ソルバの利用	
<p>2つのプログラムの等価性を検証するにあたって、各プログラムを制約付き項書換え系（制約付き TRS）へと変換し、それらの等価性を判定するための木準同型写像を用いた十分条件が高桑らによって提案されている。この条件では木準同型写像を利用して、2つの関数やそれらがもつ引数の対応関係を与え、また引数の切り落としや関数記号の変更を行うことで、2つの制約付き TRS のメインにあたる関数の等価性を検証している。しかし、この手法では引数の個数が多い場合、引数の組み合わせを試す回数が多くなるため時間がかかるという問題がある。</p> <p>一方、近年、与えられた論理式を真にできる真理値割り当てが存在するか、という充足可能性問題を解くツールである SAT ソルバの性能が飛躍的に向上し、非常に大きな論理式でも短時間で判定することが可能となった。このため、SAT ソルバを利用した充足可能性判定は、様々な分野で利用されている。</p> <p>本研究では、2つの関数の等価性を保証する木準同型写像が存在するか否かを判定する問題を、論理式に変換し充足可能性問題に帰着させることで、SAT ソルバを利用して判定する手法を提案、実装と評価を行った。</p> <p>具体的には、まず前処理として関数の等価性を保証する十分条件の一部について、それを満たしているかをチェックする。2番目のステップとして、2つの制約付き TRS から制約を取り除いた項書換え系（TRS）について、等価性を保証する木準同型写像を発見する。3番目のステップとして、発見された木準同型写像が、制約も含めた TRS の等価性を保証するかを検査する。2番目のステップと3番目のステップを求めたい木準同型写像が発見されるまで繰り返す。最後に引数の切り落としを行った場合の、関数の等価性を保証する十分条件を満たしているかをチェックする。2番目のステップについては、各 TRS に現れる関数やその引数、規則やそれが持つ変数について、それらの対応関係を表す論理変数を定義することで、2つの関数の等価性を保証する木準同型写像が存在したときに真となるような論理式を生成する。論理式は、関数や規則が一对一で対応しているか否か、関数の引数や規則に現れる変数の対応を表す条件、等価性を検証したい関数の引数が一致しているか否かなどを表現している。SAT ソルバは論理式が充足可能であるときにそれが真となるような真理値割り当てを一つ返すので、この論理式を SAT ソルバに入力することで充足可能の際に上述の条件を満たす木準同型写像を得る。多くの SAT ソルバは入力として論理積標準形論理式（CNF）をとるため、生成した論理式を CNF へ変換する必要がある。そのため本手法では、効率的な CNF への変換手法である SP 変換（Structure Preserving translation）を利用している。3番目のステップについては既存手法と同様に SMT ソルバを利用して判定する。</p> <p>評価実験では、第一に、各制約付き TRS に現れる関数の数や関数の引数の数、規則の数に関する実験を行った。第二に、同じ仕様に基づいた複数のプログラムを変換して得られた制約付き TRS を用いて等価性を判定した。これらについて既存手法と比較し、本手法の効率について考察する。</p>		