

## 平成 19 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	近 藤 公 康
卒業研究題目	行列への変換に基づく文字列書換え系の停止性証明に関する研究	
<p>文字列書換え系 (String Rewriting System; SRS) は与えられた文字の列に対して書換え規則を繰り返し適用させて文字列全体を書換えていく計算モデルである。SRS の重要な性質として停止性がある。これは与えられた任意の文字列に対して必ず有限回で書換えが終了することを保障する性質である。しかし SRS の停止性は一般的には決定不可能であるため、停止性を示す手法に関する研究が行われている。</p> <p>近年その手法の 1 つとして行列への変換に基づく停止性証明方法が提案された。その方法は、文字から正整数行列への準同型かつ接続について単調な写像のうちで、文字列の書換えによって対応する行列が小さくなるようなものが発見できれば SRS の停止性が示されるというものである。</p> <p>本研究ではこの写像が存在する場合に充足可能となるような論理式を導き、それを充足可能性問題として解くことにした。その際には変換後の行列の次数、要素のとり得る値を制限し有限にする必要があり、また書き出す論理式は全てのステップにおいて CNF 式である必要がある。このような論理式の生成方法を 2 パターン考えた。</p> <p>1 つ目の論理式の生成方法は、まず行列の各要素に対して有限の数値を割り当て、それと同数の変数を用意する。そして加算、乗算の演算に対して新たな変数を生成し、その変数が演算を満たすような論理式を書き出す。このとき、論理式の集合の補集合の否定をとることで CNF 式として書き出した。全ての演算に対して繰り返しその処理を施し、最終的に文字列の書換えによって対応する行列が小さくなる場合に充足可能となるような論理式を追加する。</p> <p>2 つ目の方法は、行列の要素を有限ビットの 2 進数で表記しその演算を順序回路として考える。そして演算の結果を満たすような変数を、Tseitin の手法により内部回路を変数で置き換えることで生成する。そしてそれらが演算を満たすような論理式を書き出す。1 つ目の方法と同様に全ての演算に対して繰り返しこの処理を施し、文字列の書換えによって対応する行列が小さくなる場合に充足可能となるような論理式を追加する。</p> <p>実際に停止性証明ツールを実装し実験を行った。2 種類の論理式の生成には Standard ML を用いてプログラミングをし、充足可能性の判定には minisat とよばれるツールを用いた。作成したツールを用いて“ Termination Problem Data Base; TPDB ”に含まれる SRS 部門の問題により実験し、他の自動証明ツールと比較した。</p> <p>2 つの方法を比較すると、多くの問題に対しては 2 つ目の方法が優れていることがわかった。さらに停止性を証明できた問題のうち、対象形の SRS に関して特有の形の行列が得られた。また他のツールと比較した場合、本ツールで証明できた問題は少ないが、制限時間内に証明が終了しないような問題のうち行列のサイズや数値の幅を増やすことで証明ができるものが含まれている可能性もある。そのような問題は論理式の生成手法によって高速化できると考えられる。よって論理式の効率化が今後の課題である。</p>		