

## 平成 28 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

関 研究室	氏 名	金 澤 慶 明
卒 業 研 究 題 目	項書換え系への変換による条件付き項書換え系の停止性証明法の有効性の評価	
<p>関数型言語の計算モデルの一つである項書換え系 (TRS) の書換え規則に書換えで再帰的に評価される条件を付随して拡張したモデルが条件付き項書換え系 (CTRS) である。TRS や CTRS の重要な性質として停止性がある。停止性とはどのような書換えも無限に続かないという性質であり、計算結果が常に求まることを保証する。その証明方法についてはこれまで多くの研究がされてきた。また、CTRS での停止性の検証として TRS の解析手法を CTRS に利用することを目的に、CTRS を条件のない TRS に変換する手法が研究されてきた。</p> <p>CTRS から TRS への代表的な変換の一つとして、Marchiori によって提案された紐解き変換があり、変換結果が直感的で解析しやすいことから多くの研究がされてきた。さらに Viry によって提案された変換の拡張として、Antoy らによって改良された変換 (ABH 変換) と、Șerbănuță と Roșu によって改良された変換 (SR 変換) がある。これらの変換は条件を並列に評価できることが利点としてあげられるが、紐解き変換に比べ変換結果の TRS が複雑である。これらの変換についてそれぞれ独自に研究されてきたものの、どの変換手法が停止性証明に有効であるかは調査されていない。</p> <p>本研究では、CTRS から TRS への代表的な 3 つの変換についてどの変換が停止性証明に有効であるかを評価する。そのために、各変換によって変換された TRS に対して既存の停止性証明ツールを用いて停止性証明を行い、その結果を比較する。さらに、ABH 変換後の TRS が停止性を失う例をもとに、停止性を失う十分条件を示す。</p> <p>まずは、CTRS から TRS への代表的な変換についてどの変換が停止性証明に有効なのかを評価する。合流性証明問題データベース Cops にある正規 1-CTRS と 3-DCTRS のクラスの CTRS 106 個について、それぞれ紐解き変換、SR 変換、ABH 変換を用いて TRS に変換しベンチマークを作成する。それらの TRS に対して停止性証明ツール AProVE、NaTT および合流性証明ツール CO3 の停止性証明機能を用いて停止性証明を行い、各変換の停止性証明に対する有効性を評価する。複数のツールを利用することでツールの特性に依存しない評価を行う。評価基準は証明もしくは反証できた問題数およびそれに要した実行時間とする。</p> <p>ABH 変換は、限られたクラスにおいて健全性を持つが、そのクラスにおいて変換後の TRS が停止性を失う例が比較実験から得られた。そのような例から変換により停止性を失う十分条件を 2 つ示す。これらの条件はどちらも、元の CTRS の書換えでは考慮する必要のない項で無限の書換えを引き起こす項の存在を特徴付けている。</p> <p>既存の合流性証明ツールである CO3 は前述の各変換を順番に試行することで停止性を証明しながら合流性証明を行なっている。ABH 変換後の TRS が停止性を失う十分条件および TRS への変換の停止性に対する有効性の評価にもとづいて CO3 を高速化できたことを報告する。</p>		