

## 平成27年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

関 研究室	氏 名	中山 亮 太
卒業研究題目	オートマトンのクラス等価性証明のための制約付き項書換え系の構成法と補題等式の生成法の提案	
<p>等式などで表現される定理の証明法として、機械が証明を探索する自動証明や人間が証明器に証明を与えながら行う対話型証明がある。項上の等式の自動証明法として、項書換え系( TRS)において書換え帰納法に基づいた証明手法が開発されてきた。TRSによる計算の表現では整数の大小比較などの表現が複雑となり証明の失敗の原因となることが多い。そのような複雑さを回避するために、書換え帰納法に基づく証明法が制約付き TRS に拡張され、自動化のための研究がなされている。書換え帰納法に基づく証明法では適切な補題等式を与える必要がある場合が多いため、補題等式の生成法の研究も盛んである。しかし、これまでの研究は整数論上の定理証明のみを扱っており、汎用性についての検証や、整数論以外の定理証明に対する他の証明法との比較がなされていない。</p> <p>本研究では、書換え帰納法に基づく証明法の枠組みを、取り扱う理論、推論規則と補題生成の両方の側面から拡張し、汎用性を高めることを目指す。それに向けて、まずオートマトンのクラスの等価性の証明への応用を試みる。非決定性有限オートマトンのクラスと決定性有限オートマトンのクラスの等価性の証明などでは、等価性を表す定理を一般化した補題を帰納法で証明している。この定理の一般化に着目し、制約付き TRS における書換え帰納法のための補題等式の生成法を開発する。</p> <p>まず、文字列オートマトンのクラスの等価性の証明を基に、文字列オートマトンを表現する制約付き TRS を構成する。扱うオートマトンのクラスは、非決定性有限オートマトン、決定性有限オートマトン、<math>\varepsilon</math> 遷移付き非決定性有限オートマトンである。既存の証明では遷移関数の構造を用いないため、その構造を項で表現しないことで、制約付き TRS を簡潔にする。また、書換え帰納法による証明に必要な性質である完全性を持たせるために、遷移関数を表現する項が状態集合を表現する項に書き換わるように書換え規則を構成する。このとき、遷移関数の構造が項で表現されないため、右辺を新しい変数にして、制約により両辺の解釈を保存するように構成する。</p> <p>次に、文字列オートマトンクラスの等価性を示す定理を表現する制約付き等式を構成する。その等式から適切な補題等式を生成する方法を提案する。補題生成の手法としては、等式の各辺の部分項を抽出し、それらの項からなる等式のうち元の等式の十分条件となるような等式を見つけ出し、補題候補として生成する。この補題生成法を用いて、書換え帰納法に基づく証明法で文字列オートマトンのクラスの等価性証明を行えることを示す。</p> <p>さらに、木オートマトンに関しても同様に、制約付き項書換え系と制約付き等式を構成し、補題生成法の提案を行う。補題生成の手法としては、等式の各辺と相互再帰している関数を見つけ出し、その関数同士の等式を生成する。また、木オートマトンに関しては、書換え帰納法の際に項が書換え規則の左辺よりも一般的になることで証明が失敗する。そこで、一般的になる部分項をその型に基づいて具体化する推論規則を導入する。</p> <p>書換え帰納法に基づく証明法では書換え完全性や停止性を検証する必要がある。今回構成した制約付き TRS がこれらの性質を持つことは人間にとっては構成法より明らかであるが、既存の判定法で自動的に証明することはできない。また、適用する推論規則の選択、オートマトンに関する制約の恒真性判定についても自動化がなされていないので、これらの自動化は今後の課題である。</p>		