

## 平成 26 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	長 尾 貴 浩
卒業研究題目	制約によるパターン照合記述が可能な制約付き項書換え系の書換え完全性の判定法	
<p>制約付き項書換え系とは、書換え規則に付随した制約が真となるときにその書換え規則を適用して項の書換えを行う計算モデルである。関数型言語あるいは手続き型言語で書かれたプログラムを制約付き項書換え系として表現し、プログラムの性質を検証する研究が、近年盛んに行われている。その研究の一つに、プログラムの関数の等価性の検証がある。プログラムの関数の等価性は、制約付き項書換え系における帰納的定理の証明に帰着できる。これを背景として、様々な枠組みの制約付き項書換え系において、帰納的定理を自動的に証明するための方法がこれまでに研究されている。</p> <p>制約付き項書換え系における帰納的定理の証明法の一つに書換え帰納法がある。書換え帰納法を構成する推論規則の一つに、その適用条件として、項の位置に関する性質である書換え完全性と呼ばれる性質が用いられている。ここで、与えられた項の位置が書換え完全であるとは、その項に任意の基底正規形を代入した項が、その位置で書換え可能であることをいう。制約のない項書換え系においては書換え完全性の有効な判定法が知られているが、制約付き項書換え系の場合には自明な十分条件を用いた方法しか知られていない。そのため、帰納的定理の証明を自動化するにあたり、書換え完全性の判定法を確立することは従来からの課題である。</p> <p>本論文では、ある制約付き項書換え系のクラスにおいて適用可能な書換え完全性の判定法を提案する。ここで考えるクラスは、解釈領域が整数集合であり、任意の正規形が後者関数または前者関数の一方と零定数で構成される、左線形な制約付き項書換え系からなるものである。全域関数のみからなる整数上のプログラムに古市らの変換を適用して得られる制約付き項書換え系は、このクラスに属する。本手法では、このクラスの制約付き項書換え系がパターン照合に相当する条件を制約として記述できることを利用して、書換え完全性と等価な制約を生成しその制約の恒真性の判定を行う。本論文ではさらに、ソートを導入した制約付き多ソート項書換え系においても、整数に解釈される正規形が前述の構造的条件を満たせば、同様の判定が可能であることを示す。</p> <p>本論文で提案する書換え完全性の判定法は、解釈項に関する書換え完全性の判定にも利用できる。ここで、解釈項に関する書換え完全性とは、部分関数を利用して定義された関数の等価性検証のための解釈項に関する書換え帰納法において、書換え完全性の代わりに判定が必要とされる性質である。本手法によるこの性質の判定が可能なクラスは、部分関数を含む整数上のプログラムに対応する制約付き項書換え系を包含する。よって、解釈項に関する書換え帰納法による関数の等価性検証に、本手法を応用できる。</p> <p>本手法のアプローチは、書換え帰納法に関連する他の重要な性質の一つである、解釈項に関する十分完全性の判定にも応用できる。この性質の判定法については、制約付き木オートマトンを用いた手法が既に中野らにより提案されているものの関数の引数個数によって計算時間が著しく増加してしまうという欠点を持つ。本論文では、特定の条件を満たす制約付き項書換え系において、書換え完全性の判定法と同様のアプローチによって、解釈項に関する十分完全性が判定可能であることを示す。本手法は、汎用性の面では従来の手法に劣るが、実用的な例に対しては適用可能である。また、評価実験によって、本手法が従来の手法と比較して高速であることを示す。</p>		