

平成 21 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	服 部 達 哉
卒業研究題目	制約付き項書換え系における非停止性の十分条件	
<p>制約付き項書換え系とは各書換え規則に対して適用条件を制約として付随させた項書換え系であり、項の書換えによって計算を表現する計算モデルの一つである。計算が必ず停止する性質を停止性という。停止性はプログラムの重要な性質の一つである。項書換え系の停止性は一般に決定不能である。項書換え系の停止性を自動的に検証するツールの研究が盛んである。制約付き項書換え系の定理自動証明では辞書式経路順序などの簡約化順序の代わりに停止性証明ツールを用いることが多い。この定理自動証明では等式の方向付けの操作の中で、複数の制約付き項書換え系に対して停止性検証を何度も行うが、その中には停止性を持たない制約付き項書換え系も少なくない。制約付き項書換え系の停止性証明ツールに非停止性検証を組み込むことで、定理自動証明にかかる時間の短縮が期待できる。しかし、制約付き項書換え系の停止性検証ツールにおいて、非停止性を証明する十分条件はまだ明らかにされていない。</p> <p>本論文では、制約付き項書換え系の非停止性の十分条件となる単一の規則に関する条件を明らかにする。項書換え系では、右辺項の部分項が左辺項のインスタンスであるような規則が存在するならば非停止性を持つことが知られている。制約付き項書換え系ではこの十分条件をそのまま使うことができない。そこで、そのような制約付き書換え規則が非停止性を引き起こす制約の条件を、制約付き項書換え系における非停止性の十分条件として与える。また、この十分条件を満たす制約を発見するアルゴリズムを提案する。具体的には、制約を積和標準形に変形し、積和標準形の各積項を頂点としたグラフを作成する。ある条件を満たす頂点間に辺を引き、グラフに強連結成分が存在するならば非停止性を保証する制約を発見することができることを示す。非停止性の十分条件を制約付き項書換え系の停止性判定ツールに実装し、非停止性証明の導入によるオーバーヘッドを計測する。</p> <p>さらに本論文では、DP フレームワークと呼ばれる停止性証明法で使われるナローイングプロセッサを拡張する。ナローイングプロセッサは DP 問題と呼ばれる項書換え系の対を入力とし、依存対と呼ばれる項の対の集合をナローイングを用いて変換する。まず、ナローイングプロセッサが対象とする依存対の右辺項が、いずれかの依存対の左辺項と単一化可能であるときに、依存対とのナローイングを行えるよう拡張する。ただし、自分自身の左辺が対象に含まれる場合は何もしない。次に、DP フレームワークを制約付き項書換え系に拡張するとともに、項書換え系で定義されているナローイングを制約付き項書換え系に拡張した上で、ナローイングプロセッサを制約付き項書換え系に拡張する。</p> <p>提案した非停止性の十分条件は単一の規則による書換え系列しか考慮していないため、複数の規則を繰り返すことで生じる非停止性を証明することはできない。しかし、拡張したナローイングプロセッサと組み合わせることで、複数の規則を用いる無限の書換え系列を、単一の依存対に変換できた場合には、非停止性の十分条件を判定できる。ナローイングプロセッサで生成された依存対に対して、十分条件を満たす制約を発見するアルゴリズムを実行することで、非停止性の十分条件の有効性を高められることが期待できる。</p>		