

平成 20 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	鈴 木 翔
卒業研究題目	単純型付き項上の辞書式経路順序の改良	
<p>単純型付き項書換え系 (Simply-Typed Term Rewriting System; STRS) と呼ばれる項の書き換えの繰り返しによって計算を表現する計算モデルがある。STRS は関数型プログラミング言語の計算モデルや定理自動証明などに利用されている。STRS の重要な性質の一つに停止性がある。STRS が停止性を持つとは、STRS における無限の書換え系列が存在しないということである。これは計算がその過程によらず必ず停止して値を返すという意味でありプログラムが暴走しないことを意味する。代表的な STRS の停止性判定法として、簡約化順序を用いるものや依存対法などが知られている。</p> <p>簡約化順序とは文脈と代入に閉じ整礎な狭義の半順序のことである。一階の項書換え系の簡約化順序として、1982 年に Dershowitz により辞書式経路順序 (Lexicographic Path Ordering; LPO) が提案された。これを Jouannaud らが強計算性という概念を用いて高階項書換え系上に拡張させ、さらに草刈が STRS 上に移植した。本研究の目的は、この STRS 上に移植された LPO を改良することである。</p> <p>他方、依存対法分野では 2007 年に草刈らにより静的依存対法という強力な停止性証明法が STRS 上に提案されている。この手法も強計算性を用いているが、強計算性が部分項に閉じていないために発生する問題により任意の STRS に適用できなかった。そこで 2009 年に草刈らは、強計算性を持つと保障できる部分項を極力多く確保するために、剥離順序と剥離型という概念を提案した。これらを用いて定義する被剥離部分項という概念により、静的依存対法はより広いクラスに適用可能となった。</p> <p>本研究では剥離順序と剥離型の概念を強計算性の定義に組み込み、被剥離部分項を LPO に導入する。強計算性の議論をする場合、比較する 2 つの項の型が一致しなければならない。本研究では項 t の型を型関数と呼ばれる関数 τ を用い $\tau(t)$ で表す。しかし LPO をより強力にするため、従来の研究ではより多くの項の型が一致するように τ の近似として全ての非関数型を同一視する τ_* を導入し、$\tau(t) = \tau(s)$ という条件を $\tau(t)_* = \tau(s)_*$ に緩和していた。しかし τ_* では剥離型の情報までも欠落してしまうため、鍵となる被剥離部分項をうまく利用できない。そのため本研究では τ と τ_* の中間にあたる τ' という型関数を新たに定義し問題を解決している。また剥離型と剥離順序を適切に設定することで従来の LPO を表現できることと、既存の定義では順序付けられない項でも順序付けられる例を示し、本論文で提案する LPO が従来のものより真に強力になっていることを示す。</p> <p>本論文で提案する LPO は推移性を持たないため推移閉包が簡約化順序であることを示す。文脈と代入に閉じることは LPO の定義から直接証明できるため比較的容易である。しかし整礎性については従来と同様に証明することは出来ない。強計算性の定義に剥離型と剥離順序を組み込んだことで定義が複雑になり、従来は比較的容易に示されていた「強計算性を持つ項は強正規性を持つ」などのいくつかの性質の証明が難しくなったためであるが、複数の補題を追加することにより整礎性を証明する。</p>		