

平成 17 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	星 野 由 美
卒業研究題目	関数プログラムの停止性証明のための 辞書式経路順序	

項書き換え系 (TRS) は、書き換え規則の集合で表現される関数プログラムの計算モデルであり、定理自動証明やプログラム検証などに利用されている。TRS の停止性判定問題は一般的には決定不能であるが、応用上欠かせない性質であるので様々な証明法が存在する。そのうちの 하나가、簡約化順序によって書き換え規則の両辺を順序付ける方法であり、すべての書き換え規則を順序付けることができれば、その TRS の停止性を示すことができる。簡約化順序の代表的なものに、経路順序と呼ばれる関数記号上の順序を項上に拡張したものがあり、特に再帰経路順序や辞書式経路順序はよく知られている。また、経路順序の整礎性は単純化順序の概念を用いて保証される。

一方、高階関数は関数型言語の特徴の一つであるが、TRS では高階関数を直接扱うことができないため、単純型項書き換え系 (STRS) という高階項書き換え系が提案されている。上記 2 つの経路順序のうち、再帰経路順序は STRS 上に拡張されているので高階関数を扱うことができるが、数学的に重要な結合律 $f(f(x, y), z) = f(x, f(y, z))$ を順序付けることができない。これに対して辞書式経路順序は、結合律の順序付けが可能なることに加えて実装が比較的容易であるという利点を持つ。しかし、これまでに拡張された辞書式経路順序は強計算性に基づくもので、項の順序付けには有効だが、項の型情報に依存するため応用しにくいのが問題である。

そこで本論文では、単純化順序に基づく手法で辞書式経路順序を拡張する。なお、1 つの順序であらゆる項を扱うのは困難であるため、今後の比較検証も視野に入れて 3 種類の拡張辞書式経路順序を提案する。また、3 つの順序が共通して持つ性質を解析し、表 1 に示すように (i) 引数個数を定めた項の集合上では簡約化順序、(ii) 引数個数の上限を定めた項の集合上では準簡約化順序であることを明らかにする。また (i)(ii) の結果を用いて、より実用的な (iii) 単純型項の集合上でも準簡約化順序であることを示し、これらの順序が STRS の停止性証明に利用可能であることを明らかにする。なお、本論文の辞書式経路順序は項の型情報に影響されないという利点を持ち、その分応用範囲が広がると考えられるので、強計算依存対法など他の停止性証明法への応用も期待できる。

表 1：本論文で提案する辞書式経路順序の性質

	簡約化順序	準簡約化順序	単純化順序
型無し項の集合上	×	×	×
引数個数の上限を定めた項の集合上	×	(ii)	×
単純型項の集合上	×	(iii)	×
引数個数を定めた項の集合上	(i)		

発表実績

- 星野 由美, 草刈 圭一朗, 酒井 正彦, 坂部 俊樹, 西田 直樹:
“ 関数プログラムの停止性証明のための辞書式経路順序 ”,
電子情報通信学会 ソフトウェアサイエンス研究会, 2006 年 2 月