

項書換え系における再帰経路順序の視覚化

河 口 信 夫

大 橋 達 哉

坂 部 俊 樹

稲 垣 康 善 (名古屋大学)

1 項書換え系 (TRS) の停止性判定は完備化手続きなどに必須な手続きであり, 一般に規則の左辺と右辺の間に整礎な順序を定めて証明する. 再帰経路順序 (RPO) [2] は適用範囲の広い順序であることが知られているが, 関数記号間に先行 (Precedence) 順序と呼ばれる半順序を必要とし, この順序は計算により求めることができないため, 適切な先行順序を与えることが必要である. 我々は項の視覚化 [4] を拡張し, RPO の直観的理解を可能にする視覚化手法を提案する. また, それに基づき先行順序を定めることを支援するユーザインタフェースを作成した.

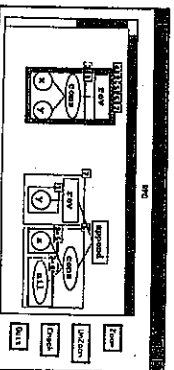


図 1: RPO の視覚化

2 再帰経路順序 (RPO) 図 1: RPO の視覚化
TRS については [1] 等を参照されたい. RPO についてもここでは重要な定義のみを挙げ, 多重集合順序等は文献 [2] を参照されたい.

[定義 2.1] *Recursive Path Ordering* (RPO) (Dershowitz 82):

関数記号の集合 F に半順序 \succ が与えられた時, $RPO \succ_{rpo}$ は次のように定義される.

$$s = f(s_1, \dots, s_m) \succ_{rpo} t = g(t_1, \dots, t_n) \iff$$

(1) $s_i \succeq t_j$ となる $i (= 1, \dots, m)$ が存在する.

(2) $f \succ g$ かつ $s \succ_{rpo} t_j$ がすべての $j (= 1, \dots, n)$ で成り立つ.

(3) $f = g$ かつ $s \succ_{rpo} t_j$ がすべての $j (= 1, \dots, n)$ で成り立つ. □

3 再帰経路順序の視覚化

RPO は先行順序ならびに多重集合順序を用いて定められ, その上, 順序が成立する場合は 3通りあるため, 直観的に理解することが非常に困難である. 我々の提案する RPO の視覚化は (1) 順序付けを行う 2項を同時に視覚化, (2) 個々の部分項の比較を項を囲む枠で表示, (3) 枠の対応を数字で表す, (4) 順序が成立した場合 (3通り) のいずれかを枠の色で区別すること直観的理解を深めることに成功している. 図 1 は RPO の視覚化例である.

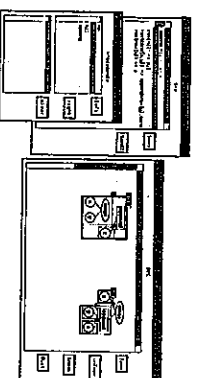


図 2: 先行順序決定支援システム

4 先行順序決定支援システム

図 2 は我々が作成した先行順序を定めるシステムであり, (1) 規則の選択, (2) 先行順序の決定 (3) RPO の視覚化, の 3つのウィンドウを持つ. このシステムにより, 関数記号間の先行順序を定め, 規則を個々に視覚化して RPO で順序づけがなされることを確認し, TRS の停止性の証明を行うことができる. 先行順序の決定は, 特にマウスによるユーザインタフェースを採用したため, RPO の視覚化を確認しつつ試行錯誤が容易におよび *exXene* ライブラリを用いている.

まとめ

項の視覚化を拡張して再帰経路順序の視覚化手法を提案した. この RPO の視覚化により, 順序が成立する場合の直観的理解が可能になり, 先行順序の決定の支援システムが作成できた. 今後の課題としては, 現在は順序付けに成功した部分をすべて同時に表示しているが, 問題のある場所のみを表示したり, 階層的な表示を行うなどの拡張が考えられる. また, より強力な順序である Path Ordering [3] も RPO と同様に先行順序を必要とするため同様の視覚化による支援が可能であろう.

参考文献

- [1] Baer, G.: "Confluent Reductions: Abstract Properties and Applications to Term Rewriting Systems", JACM, Vol.27, No.4, pp.797-821 (1980).
- [2] Dershowitz, N.: "Termination of Rewriting", J. Symbolic Computation, Vol.3, pp.69-116 (1989).
- [3] Kapur, D., Narasimhan, P., Sivakumar, G.: "A path ordering for proving termination of term rewriting systems", LNCS 183, pp.173-187 (1980).
- [4] 河口, 俊樹, 稲垣, 康善: "グラフィカルユーザインタフェースを持つ項書換え系の解析・変換支援環境", 信学技報, SS93-44 (1994).