

氏名(本籍)	奥 ^{おく} 居 ^い 哲 ^{さとし} (滋賀県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第1,440号		
学位授与年月日	平成7年7月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	Lazy Narrowing Calculi (遅延ナローイング計算系)		
主査	筑波大学教授	理学博士	井田哲雄
副査	筑波大学教授	工学博士	五十嵐 滋
副査	筑波大学教授	理学博士	亀田 壽夫
副査	北陸先端科学技術大学院大学教授	工学博士	外山 芳人
副査	筑波大学助教授	Ph. D.	田中 二郎

論文の要旨

一般単一化手続きは計算機科学の様々な分野で必要とされる最も基本的な技法のひとつである。近年、宣言的プログラミングの分野においても、一般単一化手続きが関数プログラミングと論理プログラミングを融合するための計算モデルとして重要な役割を果たすことが次第に明らかになり、特に注目されている。本研究は、一般単一化手続きを宣言的プログラミング言語の計算モデルとして用いる際に生じる様々な問題について考察したものである。

関数・論理プログラミングの観点から一般単一化手続きをみたとき、特に大きな問題となるのは次の2点である。ひとつは、規則集合に基づく従来の一般単一化手続きの完全性が停止性もつ項書換え系にたいしてしか考察されていない点である。プログラミングの目的には、必ずしも停止性をもたない項書換え系を扱う必要があるため、従来の完全性の結果は、われわれの目的には不十分である。もうひとつは、規則集合に基づく従来の一般単一化手続きの効率は十分ではなく、逐次的な実装（特に翻訳系による実装）に適していないという点である。この原因は、従来の規則集合の非決定性の多さに帰着される。

本研究では、最終的により決定的な規則集合に基づく一般単一化手続きを与え、停止性を仮定することなしにその完全性を証明することで、これらの問題点を解決した。本研究は以下のようにおこなわれている。すなわち、従来の規則集合を出発点とし、その非決定性を段階的に除去した。各段階での結果は、出来る限り一般的に与えられた。このため、関数・論理プログラミングにおいて通常仮定される様々な仮定（正交系、構成子系、厳格等式などの仮定）が何故必要とされるのかが明らかになり、より幅広い応用に対応できるようになった。具体的には以下のように進められた。

第1章から第3章で必要な導入と準備をおこなった後に、第4章においてまず本研究の出発点となった規則集合が強完全性をもたないことが具体的な例を用いて示された。この結果は、文献において既に証明されていた強完全性定理が成り立たないことを明らかにした。さらに他の典型的な規則集合も、期待に反して、同様に強完全性を持たないことが明らかにされた。強完全性の欠如は効率上の深刻な問題を提起する。そこで、引き続き第5、6章において、強完全性を回復させるための種々の十分条件が考察された。この結果に基づいて等式選択に関する非決定は完全に除去された。

第7章では、規則選択の非決定性を除去する上で極めて重要な未解決問題である変数除去問題が考察された。最外ナローイング規則によって生成される引数渡しのための等式の子孫にたいして変数除去規則を優先的に適用する戦略が新たに導入された。そして、この戦略を導入しても規則集合の完全性が損なわれないことが、正交系の仮定の下で示され、変数除去問題にたいする部分的な回答が与えられた。

続いて、第8章において、変数除去問題に関する前章の考察をふまえて、規則選択の非決定性を完全に取り去るための十分条件が考察された。最終的に、正交構成子系と厳格等式とを仮定することによってこの非決定性が完全に除去できることが明らかになった。

第7章の証明中で新たに導入したOIナローイングに関する結果は、既に知られていた外ナローイング (You 1989) に関する結果を一般化した。さらに第9章においてOIナローイングに関してさらに考察がおこなわれ、正交かつ正規な第2類の条件付き項書換え系にたいするOIナローイングの完全性が示された。

本研究の考察の結果を最終的に総合することによって、新しい規則集合が与えられた。この規則集合は、従来の規則集合とは異なり、書換え規則の選択以外の非決定性を全くもたない。このため、従来の規則集合と比較して、その探索空間は大きく縮小される。各規則が極めて簡単な操作からなっており、その選択が決定的であることから、この計算系は計算機上での逐次的な実装、特に翻訳系を用いた実装、に適していると考えられる。また、この規則集合の完全性の結果は正交構成子系と厳格等式とを仮定しているが、停止性は仮定していない。このためこの規則集合は、実際的な関数・論理プログラミング言語を設計する際の計算モデルとして有効であると考えられる。

審 査 の 要 旨

本研究において得られた知見を生かし、さらに解決が困難な未解決問題を、今後とも、さらに一層深く研究し、新たな研究成果を得る努力を行うことが望まれる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。