



Title	定理証明の効率化と論理的プログラム検証への応用に関する研究
Author(s)	淡, 誠一郎
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35900
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	だん 誠 一 郎
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 1 6 9 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	定理証明の効率化と論理的プログラム検証への応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 手塚 慶一 教 授 中西 義郎 教 授 倉蘭 貞夫 教 授 森永 規彦 教 授 北橋 忠宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、定理証明の効率化と論理的プログラム検証への応用に関する研究の成果をまとめたもので、次の6章から構成されている。

第1章は緒論であって、本研究の歴史的背景、関連諸研究の現状を概説し、本研究の位置付け及び意義について述べている。

第2章では、一階述語論理、導出原理、定理証明法の概説を行い、基礎概念、用語の定義を与えている。また、導出法の改善法、より高度な推論方法に関しても言及している。

第3章では、拡張導出法の一つとしてガード付導出法を提案している。ガード付導出法では、節を制約条件を表す部分（ガード部）とその制約上で成立する関係を表す部分（被ガード部）に分離し、ガード部が充足可能であるという制約の下で導出を進める。実験システムを実現し、最近の自動定理証明に対する試金石の問題とされているシューベルトのスティームローラ問題の証明を通して、本導出法の有効性を示している。

第4章と第5章では述語論理に基づく推論の応用として論理的プログラム検証をとりあげ、理論と現実の両面から検討を行っている。

第4章においては、プログラムの論理的検証で最も困難な問題とされる不変表明の生成法について理論的に考察している。等価論理プログラムの概念を導入することによって、プログラムの不変表明の生成を論理プログラムの不動点帰納問題へと帰着させ、不変表明の生成法に関する一般的枠組みを与えている。さらに、帰納推論を用いた不変表明の生成法を提案している。

第5章では、不変表明の生成支援機能をもつプログラム検証システムの構成について述べている。プ

プログラムの検証には不変表明の生成、検証条件の生成、およびその証明が必要である。従来、これらはそれぞれ独立に研究され、実現が試みられてきた。これに対し、本システムは、プログラム検証全般にわたる支援環境を与えることを特徴とする。実験により本システムが良好に動作することを確認するとともに、前章で提案した帰納推論による不変表明の生成が可能であることを示している。

第6章は結論であり、本研究で得られた諸結果について検討を加えるとともに今後の課題について述べている。

論文の審査結果の要旨

電子計算機による定理証明の自動化は、行動計画立案などの問題解決、プログラムの検証や生成などの知識情報処理の一つの基礎をなすものであり、具体的手法についても多くの研究がなされている。しかし、その効率については議論の余地が残され、実システムへの応用に関する知見も不十分である。本論文は、論理式表現に関する新たな提案を行い、これによって自動定理証明の効率化を可能にする方法と、プログラムの論理的検証への自動定理証明の応用について論じている。その成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 節形式の論理式表現の拡張として、節を使用するための前提条件を明示するガード付節形式を提案し、標準節形式、多類論理形式からの変換方法を示している。また、この形式で記述された節集合を対象とする定理証明法としてガード付導出法を提案し、その完全性を形式的に証明している。
- (2) ガード付導出法を実行する定理証明システムを計算機上に実現し、自動定理証明に対する難題として知られるシューベルトのスティームローラ問題の証明を行い、他の解決法と比較して効率面での有効性を実証している。
- (3) プログラムの性質と不変表明を、証明可能性という概念を用いて等価論理プログラム上で再定義することにより、不変表明の生成を含めたプログラム検証問題を二階述語論理の定理証明問題に還元し、不変表明生成法に理論的展開の基礎を与えている。
- (4) 不変表明の生成から検証条件の証明にいたるまでのプログラム検証全般にわたる総合的支援環境を実現し、不変表明生成を含めたプログラムの検証が可能であることを実証している。

以上のように、本論文は、述語論理型処理システムの基礎である定理証明法の効率化と、述語論理に基づくプログラム検証システムの構築法に関していくつかの新しい知見を与えており、情報工学の発展に寄与するところが大い。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。