



Title	Model-based Improvement of Software Debugging Process
Author(s)	練, 林
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39810">https://hdl.handle.net/11094/39810</a>
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</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	れん 練	りん 林
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	
学位記番号	第 12534 号	
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日	
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻	
学位論文名	Model-based Improvement of Software Debugging Process (モデルに基づくソフトウェアデバッグプロセスの改善に関する研究)	
論文審査委員	(主査) 教授 菊野 亨 (副査) 教授 藤井 譲 教授 井上 克郎 奈良先端科学技術大学院大学教授 鳥居 宏次	

### 論文内容の要旨

ソフトウェアシステムの大規模化、複雑化にともないソフトウェア開発の生産性、および品質の向上はソフトウェア工学における研究の主要な目標に位置付けられてきている。特に最近では、その一つの有望なアプローチであるソフトウェア開発プロセスの改善に関する研究が活発に行われている。ソフトウェアの品質や生産性を向上させるためには、開発されたソフトウェアプロダクトだけでなく、そのソフトウェアを開発するプロセスを対象として作業の改善を行うことが必要である。

開発プロセスの改善は、通常、(1)開発プロセスの現状把握と分析、(2)分析結果に基づく改善策の作成と実行、に分けて実施される。更に、こうした改善を効果的に実施するためには、(1)を定量的かつ客観的に行うことが望ましい。その前提となるのが、いわゆる開発プロセスの計測である。

一方、現実のソフトウェアプロジェクトではソフトウェア開発コストの50~80%をテスト・デバッグに費やされているという報告がある。したがって、ソフトウェア開発プロセスの改善を行うためには、まず、テスト・デバッグプロセスの改善を行うのが効果的である。デバッグの方法は一般に演繹的なアプローチと帰納的なアプローチに分類される。これらのアプローチに基づくデバッグモデルが提案されているが、モデルが非常に抽象的であり現実のプロセスに適用するのは難しい。また、演繹的なアプローチに基づくモデルは、デバッグ作業の改善が最も必要と考えられる初心者プログラマにとって特にその適用が困難である。

本論文では、まず、帰納的なアプローチに基づく新しいソフトウェアデバッグプロセスモデルを提案する。また、モデルに基づきデバッグプロセスを定量的に把握するための評価尺度を提案する。提案するモデルではデバッグプロセスを、仮説の作成と検証という二つの基本作業の繰り返しとしてモデル化している。これらの基本作業はデバッグを構成する三つのサブプロセスである(1)故障の特定、(2)フォールトの特定、(3)フォールトの修正、に関してそれぞれ行われる。さらに、提案したモデルと評価尺度を二人の学生プログラマのデバッグプロセスに適用し、その有効性を評価した。その結果、提案したモデルで、実際のプログラムのデバッグプロセスを十分に表現することができた。さらに、評価尺度を用いることで、各プログラマのデバッグプロセスにおける弱点を定量的に把握することもできた。

次に、モデルと評価尺度に基づくデバッグプロセスの改善案の作成について検討した。具体的には、デバッグプロセスを支援するための手法やツールでこれまでに提案されているものについて調査を行い、その結果、フォールト特定作業を支援するための手法が不十分であることを明らかにした。

そこで、本論文では、フォワードトラッキングとプログラムスライス法を組み合わせた新しいフォールト特定手法を提案した。提案した手法では、まず、フォワードトラッキングを行い、プログラム内でフォールトが存在すると考えられる範囲を特定する。次に、特定された箇所に対してプログラムスライス法を適用することで、フォールトの存在範囲をさらにしづらりこむ。なお、フォワードトラッキングがプログラマの知識や経験に依存するという問題点が指摘されているので、提案する手法では標準的な設計仕様書を用いる方法を示すことで、この問題点の解消を試みた。最後に、提案法を実際のプログラムのフォールト特定作業に適用した結果、スライス法を単独で適用して得られた場合に比べ約10分の1にフォールトの存在範囲を狭めることができた。

### 論文審査の結果の要旨

ソフトウェアシステムの大規模化、複雑化に伴い、ソフトウェアプロダクトの品質及びソフトウェア開発生産性を向上させるための方法と技術開発へのニーズが益々高まりつつある。特に、デバッグプロセスにおける作業改善の必要性が指摘されており、活発な研究が行われてきている。

本論文では、デバッグプロセスの現状を把握するための帰納的アプローチに基づくモデルとそのモデルに基づく評価尺度を提案している。提案モデルでは、デバッグにおける主要な3つの作業（故障の特定、フォールトの特定、フォールトの修正）のそれぞれを仮説の作成と仮説の検証という基本作業に分解し、デバッグプロセス全体をそれら2種類の基本作業の繰り返しとしてモデル化している。また、提案モデルの有効性と評価尺度の有用性を確認する目的で、情報工学科における学生プログラマのデバッグプロセスを対象に適用実験を行った。実験の結果、学生プログラマの実際のデバッグプロセスの90%以上をモデルを用いて表現できることが確認できた。また、提案した評価尺度を用いることで、デバッグプロセスの各作業の作業効率を定量的に評価できることができた。

次に、モデルを用いた評価結果に基づき、デバッグプロセスの改善案を作成する方法と、その作成作業において利用できる従来技術の調査を行った。その結果、フォールトの特定作業を支援する手法の整備が必ずしも十分でないことが確認できた。そこで、フォワードトラッキングでまずフォールトの存在範囲をブロック単位で求めておいて、プログラムスライス法を適用して最終的にフォールトを含むスライスを求める新しい手法を提案した。フォワードトラッキングの適用時に、プログラマの知識や経験への依存度を少なくするために、標準的な設計仕様書を利用するところに本手法の特徴がある。提案法を情報工学科における実際のフォールト特定作業に適用した結果、単独でスライス法を適用して最終的に求まるスライスに比べ、提案法で求まるスライスを約10分の1の大きさにまで狭めることができた。

以上のように、本研究はソフトウェアデバッグプロセスの現状把握に大きく貢献すると共に、フォールトの特定作業が飛躍的に改善できる可能性を示唆しており、ソフトウェアデバッグプロセスの改善に貢献するところが多く、博士（工学）論文として価値あるものと認める。