

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Recovering a Summarized Sequence Diagram through Program Analysis
著者(和文)	野田訓広
Author(English)	Kunihiro Noda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11161号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小林 隆志,佐伯 元司,権藤 克彦,渡部 卓雄,林 晋平
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11161号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	野田 訓広	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	小林 隆志	准教授	林 晋平	准教授
	審査員	佐伯 元司	教授		
		榎藤 克彦	教授		
渡部 卓雄		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Recovering a Summarized Sequence Diagram through Program Analysis」と題し、英文7章より構成されている。

第1章「Introduction」では、本論文の研究背景と提案内容及び貢献点について述べている。プログラム理解の拠り所となる開発ドキュメントは、度重なるシステム変更の影響から、システムの最新状態を反映していないことが多くある。これに対し、実行履歴からシステムの振る舞いをUMLシーケンス図として復元する設計復元のアプローチが効果的とされている。しかし、実行履歴に含まれる情報が膨大であるため巨大で非実用的な図が復元されることが多い。そのため、復元する情報を取捨選択や抽象化し、実用的なサイズのシーケンス図を復元する手法の開発が必要である。本論文では、プログラム解析により実用サイズの要約シーケンス図を復元する手法を提案すること、特に、既存研究で十分に解決されていない復元シーケンス図の横方向の大きさとなるオブジェクト数の削減に焦点を当てた効果的な手法を開発することを述べている。

第2章「Background」では、提案手法に関する基礎理論として、プログラム解析技術の基礎およびその特性について説明している。それに加えて、提案手法の関連研究について広くまとめている。設計復元、重要クラス特定、アーキテクチャ復元などの既存手法を説明し、提案手法との差異について述べている。

第3章「Summarized Sequence Diagram Recovery」では、本論文の提案内容である、プログラム解析による要約シーケンス図の復元についての全体像および各構成要素の関係性を説明している。提案手法は4つの要素で構成されており、各構成要素の入出力と例を用いて第4章から第6章の内容の概要を述べている。

第4章「Modeling the Behavior of an Object-Oriented System for Behavioral Design Recovery」では、オブジェクト指向システムの振る舞いを表現するB-modelを提案している。動的解析を行う多くの既存研究では、実行履歴の形式と解析アルゴリズムがトレーサに依存しており汎用性がない。本論文では、プログラム解析・設計復元に必要な情報をB-modelとしてモデル化することで、実行時情報の定式化を行っている。B-modelを用いることで、プログラム解析を用いた設計復元のための各種アルゴリズムを、トレーサ非依存の形式で汎用的に定義できるようになる。B-model上にプログラム解析および設計復元のサンプルアプリケーションを実際に実装し動作を示すことで、B-modelに含まれる情報の十分性・汎用性を確認している。

第5章「Identifying Core Objects through Dynamic Analysis」では、動的特徴を解析することで、実行シナリオにおいて重要な役割を担う重要オブジェクトを特定する手法を提案している。提案手法では、まず、オブジェクトの参照関係・生存期間を解析することで、プログラム理解に重要でない一時オブジェクトを特定し除去する。その後、非一時オブジェクトに対し、各種アクセス頻度の高さに応じた重要度を割り当て、重要度が閾値を超えるものを重要オブジェクトとして特定する。様々なオープンソースソフトウェアを対象に提案手法の評価を行っている。既存手法では、全ての重要オブジェクトを特定するために平均して上位998個程度の重要要素の調査が必要であることに対し、提案手法では上位108個程度の調査で良いことから、提案手法の優位性を示している。

第6章「Abstracting Object Interactions at a Concept Level for Recovery of a Summarized Sequence Diagram」では、オブジェクト間の相互作用を抽象しグループ化する手法と要約シーケンス図の描画手法の2つを提案している。まず、プログラム中の設計パターンを検出し、同一パターンに関与するオブジェクト群をグループ化する。これによりオブジェクトが概念レベルに抽象化される。その後、グループ化結果と重要オブジェクト特定結果を入力に要約シーケンス図を描画する。要約シーケンス図の描画では、重要オブジェクトを含むグループを重要グループとして、重要グループ間の相互作用の

みを描画することで、システムの振る舞い概略が記載された要約シーケンス図を生成する。様々なオープンソースソフトウェアを対象に、グループ化の精度と要約シーケンス図の横サイズのトレードオフを評価指標として、手法の有用性を評価している。実用的な条件下で、平均してF1値が0.670, Recallが0.793の結果となり、既存手法からF1値が0.249, Recallが0.123の向上を達成していることをもって提案手法の優位性を示している。

第7章「Conclusion」では、本研究で得られた成果を要約し今後の展望を述べている。提案手法は、実行履歴から高い精度で重要オブジェクトを特定し、その重要オブジェクトを含むグループを設計レベルの概念として抽象化することで、プログラム理解に適した要約シーケンス図を高い精度で復元できるという優れた解決法であると結論付けている。

以上を要するに本論文では、設計復元における復元情報が膨大という問題の解決策として、要約シーケンス図の復元手法を提案している。提案手法は復元の質が高く、解析に伴う実行時オーバーヘッドも実用上許容できるもので、その適用性、有用性が高く、その成果は工学上貢献するところが大きい。よって我々は、本論文が博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。