

Title	Design and Evaluation of Efficient Algorithms for Feature Interaction Detection in Telecommunication Services
Author(s)	中村, 匡秀
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3155467
DOI	10.11501/3155467
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	中村 匡 秀
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 14715 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	Design and Evaluation of Efficient Algorithms for Feature Interaction Detection in Telecommunication Services (通信サービスにおけるフィーチャーインタラクション検出アルゴリズムの設計と評価)
論文審査委員	(主査) 教授 菊野 亨 (副査) 教授 宮原 秀夫 教授 井上 克郎

論文内容の要旨

本論文は、複数の通信サービス間の競合問題であるフィーチャーインタラクション（以下 FI）を検出するための、効果的な形式的手法の設計、及び評価に関する研究をまとめたものである。

FI の形式的検出手法には、対象とするサービスや FI の「形式化」と、形式化に基づいた具体的な手順である「アルゴリズム」の二つの技術が必要である。従来研究のほとんどは形式化の技術に焦点が当てられており、アルゴリズムの部分は十分な検討が為されていない。従ってアルゴリズムに関しては、単純な全状態探索を用いる方法が一般的であった。しかし全状態探索では、サービスが大規模、複雑化するにつれ、探索状態数が指数的に増加するため実問題への適用には限界をきたしてしまう。

この問題に対処するために、本論文では二つの新たな FI 検出アルゴリズム SYM と PINV を提案している。一つ目のアルゴリズム SYM は置換対称という同値関係を用いて、状態数の削減を試みるものである。通信サービスでは全ユーザが同じ機能を使用できる点に着目して、あるユーザー一人の振る舞いから残り全てのユーザの振る舞いを類推するというアイデアを用いて情報を圧縮する。これにより、全ての FI の正確な検出と、検出に必要な空間、時間の削減を達成できる。

二つ目のアルゴリズム PINV は、サービスの実行を探索しない静的なアルゴリズムと呼ばれるものである。アルゴリズム PINV ではサービス仕様の構造をペトリネットの構造として抽出し、ペトリネットの解析手法である P-インバリエント法を用いて状態の可達性を判定する。この判定は状態探索を必要とせず代数的に行われるため、大幅なコスト削減が見込まれる。しかし、必要条件のみの判定であるため、理論上アルゴリズム PINV が必ずしも最適な FI 検出を行うとは限らない。

これらのアルゴリズムを実用通信サービスに適用し、評価を行った。その結果、アルゴリズム SYM は最適な検出品質を持ち、かつ、約80%の空間、時間の削減を達成した（ユーザ数3の場合）ことが示された。一方、アルゴリズム PINV では、検出品質が最適に近いこと、性能、スケーラビリティに関しては、3-5桁のオーダーの大幅な向上が達成されたことが示された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、複数の通信サービス間の競合問題であるフィーチャーインタラクション（以下FI）を検出する効果的な手法の開発に関する研究をまとめたものである。具体的には、新たな検出アルゴリズムの設計、および、実用サービスを用いた適用評価実験について考察している。従来のFIの検出手法に関する研究では、対象とするサービスやFIの「形式化」に焦点が当てられており、具体的な検出手順である「アルゴリズム」としては全状態探索法を用いる方法が提案されるにとどまっていた。しかし全状態の探索では、サービスが大規模、複雑化するにつれ、探索状態数が指数的に増加するため実用規模の問題への適用には限界をきたしてしまう。

この問題に対処するために、本論文では、二つの新たなFI検出アルゴリズムSYMとPINVを提案している。最初のアルゴリズムSYMは置換対称という同値関係を用いて、状態数の削減を試みるものである。通信サービスでは全ユーザが同じ機能を使用できるという点に着目し、あるユーザー一人の振る舞いから残りの各ユーザの振る舞いが類推できるという性質を利用して情報の圧縮を行う。これにより、全てのFIの正確な検出と、検出に必要な空間、時間の削減を達成している。次のアルゴリズムPINVは、サービスの実行動作系列を探索しないという意味で静的なアルゴリズムと呼ばれる。アルゴリズムPINVではサービス仕様の構造をベトリネットの構造として抽出し、ベトリネットの解析手法であるP-インバリエント法を用いて状態の可達性を判定する。この判定は状態探索を必要とせず代数的に行われるため、大幅なコスト削減が見込まれる。

これらのアルゴリズムをITU-T標準通信サービスに適用し、性能評価実験を行っている。その結果、アルゴリズムSYMは最適な検出品質を持ち、かつ、約80%の空間、時間の削減を達成したことが示されている。一方、アルゴリズムPINVでは、検出品質が最適に近いことが実証されている。また、性能、スケーラビリティに関しては、3-5桁のオーダーの大幅な向上を達成している。

以上のように、本論文は、FIの検出法に関して重要な成果を示しており、情報科学、特に通信ソフトウェアの設計支援分野に貢献するところが大きい。よって本論文を学位論文として価値あるものと認める。