

審査結果の要旨

論文提出者氏名 松田一孝

近年、木構造データ上の双方向変換の重要性が増してきている。とくに、木構造データの種類であるXML文書は広く普及しており、さまざまなアプリケーション間のデータ受渡しのためのデータ形式の標準となっている。しかし、それぞれのアプリケーションが異なる形式を要求していることも多く、XML文書をさまざまな形式に変換するための効率的な処理法が必要とされている。このような変換処理において、変換を施した後の文書上でなされた更新を元の文書に反映させるという変換も頻繁に求められるものである。このような、木構造データ上で一対をなす順方向と逆方向の変換、すなわち双方向変換を統一的に捉える枠組みが注目されている。

本論文は「補関数によるプログラムの双方向化に関する研究」と題し、全9章から成る。本論文は、関数型言語で記述された木構造データ上の順方向変換プログラムから補関数プログラムを導出し、それに基づいて逆方向変換プログラムを自動導出するプログラムの双方向化の手法を論じたものである。本研究の主要な成果は、順方向変換の記述言語の機能を適切に制限することによりプログラムを自動的に双方向化する手法を与えたことと、XML文書上の双方向変換を記述できるようにその双方向化の手法を拡張したことである。

第1章「はじめに」では本論文の導入として、背景、目的、アプローチ、貢献等を簡単に要約し、論文の構成を示している。また、論文中を通して使う概念および記法を説明している。

第2章「関連研究」では、双方向変換分野における本論文に関係の深い研究を紹介している。また、双方向変換と関連の深い、単射関数から逆関数を導出するプログラム逆計算、単射関数とその逆関数を同時に記述する可逆計算、本論文で扱う双方向変換の前身であるビュー更新も紹介している。

第3章「補関数に基づく双方向化」は本論の準備にあたる章の一つである。この章では、双方向変換の定義、および本論文のプログラム双方向化手法の基礎となっている「補関数に基づく双方向化」(Bancilhon, Spyrtos 1981)について述べている。ここでは、また、補関数に基づく双方向化により、双方向変換に要求される種々の振舞いのよさが達成されることを示している。

第4章「正規木文法と正規生垣文法」では前章と同様に本論の準備を行っている。この章では本論文で議論するプログラムの扱うデータ構造の木(tree)、およびXML文書の表現である生垣(hedge)について述べている。また、第5章および第8章におけるプログラムの双方向化で用いる木と生垣の集合を表現する正規木文法と正規生垣文法を紹介している。

第5章「プログラムの双方向化」では、本論文の成果であるプログラムの双方向化に関する基本的な考え方を示している。この章では、プログラム言語で記述された順方向変換から、自動的に振舞いのよい逆方向変換を導出する手法を提案している。それは、通常のプログラムで順方向の変換を記述する際に用いる言語の機能を適切に制限することにより逆方向変換の自動的な導出が可能であることによる。また、プログラムの単射性を解析することにより、振舞いがよいだけでなく効果的な逆方向変換を導出している。

第6章「XML上の順方向変換記述言語」と第7~8章は本論文のもう一つの主要な成果として、第5章の内容をXML文書の変換の双方向化に適用するための拡張について議論している。第6章では、双方向化の対象となるXML文書上の順方向変換を記述する言語を定め、単純な拡張における問題点について議論し、言語を適切に設計することにより、その問題点を回避できることを示している。

第7章「引数の型に基づく関数の特化」では双方向化のための前処理手法を述べている。第6章で定めた言語で記述された順方向変換に対して、後述の双方向化において効果的な逆方向変換を導出するために、引数の型に基づく関数の特化を行っている。

第8章「XML上の変換プログラムの双方向化」では、第5章の手法の拡張により、第6章の言語で記述された順方向変換に対して振舞いがよい効果的な逆方向変換を自動導出する手法を示している。第6章の言語で記述された変換に対して単射性を厳密に解析することは不可能であるが、適切な近似によって効果的に解析を行う方法を述べている。

第9章「まとめ」では以上の議論をとりまとめるとともに、今後の課題および展望を述べている。

以上を要するに、本論文はプログラムの双方向化に関して新たな方法論を理論的に展開するとともに、順方向変換から自動的に逆方向変換を導出する手法を提案してその有効性を示したもので、数理情報学、計算機科学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。