

# 論文内容の要旨

博士論文題目

形式的手法を用いたインタラクティブシステム設計法

氏名 池田 瑞穂

アプリケーション開発工程において、ユーザインタフェース (UI) 部分の開発の占める割合が大きくなっている。その信頼性の向上はもとより、コスト削減、開発時間の短縮が要求されている。UI 設計は、従来のソフトウェア設計と異なり、設計対象の振る舞いや入出力関係に関する設計 (機能設計) に加えて、画面上のレイアウトなどプレゼンテーションレベルでの詳細設計 (プレゼンテーション設計) が必要である。しかし、視覚面に重点を置いた設計となりがちであり、機能設計とプレゼンテーション設計間の整合性が取れないことが多い。

対象システムのユーザの作業手順を分析・モデル化する様々な設計法や設計技術が提案されている。しかし、これらの設計手法は、機能設計あるいはプレゼンテーション設計の個別に目的を絞ったものであり、相互の関連や影響を考慮した設計方法論は少ない。これらの関連を考慮した、体系化されたインタラクティブシステム設計法が望まれる。

本研究では、設計の初期段階から適用できる、機能設計とプレゼンテーション設計の一貫性を考慮した、インタラクティブシステム設計法を提案する。まず、タスク図という図的言語を用いてタスクモデルを記述する手法を提案する。そして、タスク図の意味を、プロセス代数に基づく記述法である LOTOS を用いて形式的に定義する。次に、LOTOS 仕様に対するモデル検査法を用いて、タスク図で記述されたタスクモデルを形式的に検証する方法を述べる。また、タスクモデルから HTML, CGI を実装アーキテクチャとしたプロトタイプを自動生成する方法を説明する。本論文では、書籍の販売システムを例題として本設計法の説明を行う。この例題に対して形式的検証、プロトタイプ自動生成を行った結果について述べ、その有効性について議論する。

次に、代数的仕様記述の部分クラスである抽象的順序機械型仕様 (ASM 仕様) を用いてユーザインタフェースの仕様を形式的に記述し、その記述に従ってプロトタイプ自動生成を行う手法を提案する。タスクモデルからプロトタイプを作成する際、代数的仕様記述を行うことにより、より厳密に UI 設計情報を取り扱うことができる。まず、個々の UI モジュールがメッセージ送受信によって非同期に動作するような、簡潔な多プロセスモデルである抽象的ウィンドウシステム (AWS) モデルを導入する。そして、AWS に基づいて UI の ASM 仕様を記述する方法について述べる。また、Java を実装アーキテクチャと仮定し、UI の ASM 仕様からプロトタイプを自動生成するための枠組を提案する。この枠組に従って ASM 仕様を Java プログラムに変換するコンパイラを作成した。本論文では、コンパイラを用いて仕様記述例をコンパイルした結果についても述べる。

## (論文審査結果の要旨)

ソフトウェア開発においてユーザインタフェース部分の開発の占める割合が増大しており、ユーザとシステムが対話的に作業を進めるいわゆるインタラクティブシステム設計のための系統的な設計法の確立が必要になっている。従来のインタラクティブシステム設計では、内部ロジックの設計を注意深く行わないまま画面上の部品配置などを決定しがちであるため、必要な機能を使い易いインタフェースで提供できないことがしばしば起こっていた。本論文では、このような問題意識のもとに、以下の二つの研究テーマをまとめている。

1. インタラクティブシステム(以下、IS と略記)設計の上流から利用できる設計法として、ユーザタスクに着目した方法を提案している。ユーザタスクの観点から初期仕様を作成し、それをタスク図と呼ばれる図的言語を用いて書き下す。タスク図にはタスクの逐次実行、並行実行、サブタスクへの分解などの記法が用意されており、タスク構造を自然に記述することができる。さらにタスク図の形式的意味を定義するため、タスク図からプロセス代数に基づく仕様記述言語である LOTOS への変換規則が述べられている。詳細化されたタスク図の正当性を確認するため、上記変換規則によってタスク図を LOTOS 仕様に変換し、既存の検証ツールを利用したモデル検査法によって形式的検証を行なう手順と検証例が示されている。また、WWW を実装のアーキテクチャとし、タスク図からプロタイプを自動生成する手法が提案され、試作システムによる実験結果も述べられている。
2. 論文後半部では、IS の代数的仕様記述法について述べられている。代数的仕様記述法は意味定義が簡明である等の利点をもつ代表的な形式的仕様記述言語である。本論文では、代数的仕様の部分クラスである抽象的順序機械型代数的仕様(ASM 仕様と略)に着目し、ASM 仕様を用いて IS の詳細設計を行なう手法を提案している。抽象的ウィンドウシステム(AWS)と呼ばれる多オブジェクト間のメッセージ配信機構が提案され、その基底部分(Basic System)の ASM 仕様が論文で記述されている。新しい UI 部品を設計する場合には、Basic System の ASM 仕様を前提として、その部品の ASM 仕様を与える。論文ではさらに、ASM 仕様から Java プログラムのプロトタイプ生成について議論されており、試作コンパイラを用いた生成例も述べられている。

どちらの手法も、単なる机上の提案にとどまらず、実際にプロトタイプ生成システムを試作するなど、理論の実践が試みられている点が評価される。本論文で示されている手法は、形式的設計法を利用することが難しいと考えられてきたインタラクティブシステム設計にも系統的な手法の適用が可能であることを実証した点で新規性があり、ソフトウェア工学の分野で新しい知見を与えるものである。よって博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。