

審査の結果の要旨

氏名 中沢俊彦

本研究は、製造業における製品設計プロセスにおいて、設計情報の生成と記述の方法、及びそれに基づく設計品質管理方法を検討したものである。研究は、設計プロセスの可視化と設計プロセス品質の可視化の2つから構成され、それぞれに対し手法の提案と検証を行った。

まず、設計プロセスの可視化に関しては、「要求・定義・確認」の3要素によって設計プロセスを記述するRDCモデルの提案を行い、さらに、より設計上流からの要求も考慮して設計プロセスを分析する体系的RDCモデルを提案した。このモデルでは、従来の設計定義手順のワークフローに加えて、要求と確認の要素を加えたネットワーク構造によってプロセスを記述することにより、設計の根拠と確実性に関してより詳細化されたものとなっている。本モデルの特徴は、ユーザや製造工程、法規など、設計作業において考慮すべき適合対象ごとに設計プロセスを個別に分析することと、設計定義作業とそれに関連する要求認識作業、確認作業ごとに分析対象を記述することにある。モデル化作業におけるこれらの単純化によって設計プロセスを要素ごとに分割し、細密に検討することが可能となっている。これらの要素ごとの分析を行うために、適合項目チャート、設計作業要素表、設計作業単位シーケンス図、定義シーケンス図、定義間関係図などのチャートが考案されている。また、開発された方法論を、自動車部品、金型、情報機器、設備機器、オフィス機器などの実際の設計プロセスに適用し分析を行うことによって、方法論の有効性の検証を行った。

次に、RDCモデルの記述を応用した設計プロセスの分析手法として、設計プロセスの手戻りの可視化、設計プロセスの確からしさの可視化、設計プロセスと故障情報の関連付けの3つに関して、手法の提案と実データに基づく検証を行った。

設計プロセスの手戻りの可視化の研究においては、RDCモデルを実行することによって作成された複数のチャートを評価することによって、設計工数を圧迫する要因となっている設計プロセス内の定義作業間の依存関係、定義作業順序の不一致によって引き起こされる内部手戻り、製品開発工程における他部門

からのインプットやフィードバックなどの外部影響によって引き起こされる内部手戻りの可視化を行った。内部手戻りは RDC モデルの分析チャートの一つである定義間関係図によって、外部手戻りは設計作業単位シーケンス図によって可視化される。

設計プロセスの確からしさの可視化の研究においては、体系的 RDC モデルによって分析された設計プロセスに対して、設計プロセスを構成する作業の品質を評価するための評価指標を示し、要求、定義、確認のそれぞれについて、それらの不確実性をスコアリングする手法を提案した。この方法により、個々の設計内容がどの程度確実性の高いものなのかを可視化した。また、確認によって設計の確実性がどの程度向上するかをベイズの定理に基づく確率モデルによって示し、設計の確実性を検討する手法も提案した。これらの手法は実際の設計プロセスに適用し、その有効性を検証した。

設計プロセスと故障情報の関連付けの研究では、ソフトウェア開発プロセスの品質管理手法である交差欠陥分類 (ODC) と RDC モデルを結びつけることによって、製品の欠陥情報から設計プロセスの問題点を客観的に把握する手段の提案を行っている。具体的には、ODC 手法の設計上の不備を同定するカテゴリである Qualifier カテゴリにおいて、RDC モデルの視点を反映させ、要求認識作業の不備であるのか、定義作業の不備であるのか、確認作業の不備であるのか、またそれら不備の詳細を推定する方法の提案を行い、自動車のリコール情報を使った実証研究を実施している。

これらの研究は、設計プロセスモデリングの分野において有用なものと考えられ、現実の設計プロセスでの適用事例も複数示されている。研究として博士論文として十分な内容を有していると判断される。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。