

審査の結果の要旨

氏名 高橋 亮平

修士（工学）高橋亮平提出の論文は「宇宙システム開発効率化のための知識の分子化による知識再利用手法に関する研究」と題し、6章と付録からなっている。

宇宙開発においては、コスト超過、スケジュール遅延、軌道上での宇宙機不具合など、プロジェクトの成功失敗にかかわる重大な事案が発生することがあるが、その原因の多くは、プロジェクトに携わるエンジニアの不具合に関する知識の不足である。過去のプロジェクトからの経験・知見の活用は極めて有効であり、それらの知識の再利用やデータベースへの知識の蓄積を支援する手法が研究されてきた。しかし、技術や使用環境も異なる現行のプロジェクトに過去の知見がどこまで適用できるかを判断することは難しく、特にエンジニアの経験が乏しい場合には、不具合が予想できなかつたり、不具合を恐れて安全策を取りすぎるあまりプロジェクトの遅延やコスト増につながったりする可能性がある。多くのプロジェクトでは、経験豊富な専門家による技術レビューによってこの課題に対処しているが、レビューのために専門家に現在のプロジェクトの設計情報やそのコンテキストを伝達し、的確な指摘をしてもらうには、通常、莫大な工数が必要であり、この課題を効率的に解決する手法が必要である。

そこで本論文では、過去のプロジェクトで得られた知見・経験などの知識をコンテキストとともに保存し、ユーザーが必要な知識を認知しなくても適切に再利用できる新しいフレームワークとして「知識分子」を提案し、それを用いた知識の再利用システムを構築している。知識分子は、オントロジーをもとに、その知識が適合できるコンテキストを、定性的なシステム構造および定量的なパラメータ条件として記述する機能をもっている。その結果、利用者とのインタラクションにより、現行のプロジェクトに適用可能な知識の発見を促すことが可能であると主張している。また、知識を再利用するプロセスに必要なオントロジーの整備とアルゴリズムの構築、さらに、それらを実際のプロジェクトで活用するために必要なツールの整備や、大量に結びついた知識分子から重要な知識を識別する手法の構築も行って、これらを一つのコンピュータシステムとしてまとめた。この知識再利用システムは、実プロジェクトへの適用成果や、衛星開発経験者へのインタビューを通して、不具合の事前予想に極めて有効である事を示した。

第1章では、序論として、宇宙開発においては開発エンジニアの技術知識が重要であることを具体例で紹介し、この知識を現行のプロジェクトで有効に活用するためにこれまで実施されてきた手法の利点と課題を整理し、本研究の動機付けを行っている。

第2章では、先行研究の調査結果をまとめ、解決できていない課題を整理している。特に

Model Based Systems Engineering (MBSE)の分野では、エンジニアが知識を認知しなければ、重要な知識が見落とされるという点、Knowledge Based Systems の分野では、定性的なシステムの構成と定量的なパラメータ解析に関する知識を一つの枠組みで扱える手法がない点などの課題を指摘し、本研究で達成すべき要求を特定している。

第3章では、整理された課題を解決する手法として、知識分子という、知識の内容とともにその知識が再利用可能なコンテキストを保存するフレームワークの提案を行っている。この適用により、定性的なシステムの内部構成に関する条件や、定量的なパラメータ条件とのマッチングを取ることで、現行のプロジェクトに適用可能な知識を開発エンジニアに認知させられると述べている。さらに、これをサポートするオントロジーとアルゴリズムの提案を行い、その適用により、原因が曖昧な過去の不具合に関する知識も、類似度を用いて柔軟に再利用できると主張している。

第4章では、提案した知識分子を活用した知識再利用のフレームワークを、いくつかのケーススタディに適用し、その有効性を評価している。一つは過去に開発完了した宇宙探査機で発生した不具合に関する知識をもとに、現在開発中の別衛星での不具合リスクを指摘できるかの実験を行い、正しく指摘できることを示している。さらに、模擬衛星を想定して、提案手法を単純なルールベース・システムと比較する実験を行い、本提案が、知識分子がもたらす定量的な解析を踏まえた推論や類似度を用いた推論により、柔軟かつ確実に正しい知識の再利用を可能にしていることを示した。また、衛星エンジニアに、提案手法を使用した上でのインタビューを行い、それをもとに実プロジェクトへの適用の有効性と課題を議論している。

第5章では、検証結果から、提案手法が2章で示した要求を満たしていることを示しつつ、提案手法の特徴、課題と、それらの解決策のアイデアを議論している。

第6章は、本論文の結論と今後の課題について述べている。

以上要するに、本論文では、宇宙開発等において、不具合に関する、経験・知見に基づく知識を再利用するために、知識分子という、知識をコンテキストとともに保存し活用するフレームワークを提案し、衛星開発への適用を通してその有効性を実践的に示したものであり、宇宙工学・システム工学上貢献するところが大きい。

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。