

(論文内容の要旨)

本論文は、交通管制システムの更新戦略に関する方法論を確立するために、関連技術動向調査、システムの動学的故障解析、ライフサイクルコスト評価、並びにこれらの情報に基づいて大規模交通管制システムの最適更新戦略を求める方法論を提案したものであり、6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究をとりまとめる背景及び目的を明らかにしている。特に、情報システムの技術的陳腐化の概念枠組みを示し、本研究が分析する対象を明確にしている。その上で、各章の分析枠組みを整理している。

第2章では、既存の交通管制システムの更新戦略とその問題点を提起している。さらに、交通管制システムのアセットマネジメント戦略を立案する上で、明示的に考慮すべきシステムの特徴を明らかにしている。交通管制システムの更新戦略の全体的なフレームワークを提示している。

第3章では、交通管制システムのような大規模情報システムの機器レベルのアセットマネジメントを対象として、情報システムを構成する機器群の劣化故障予測モデルを提案している。その際、情報システムが多数のタイプの機器で構成されていることに着目し、タイプにより異なるハザード率の異質性を表現できるような故障解析モデルを構築している。具体的には、ワイブル劣化ハザードモデルをベースとして、ハザード率の比例的異質性を標準ガンマ分布で表現したランダム比例ワイブル劣化ハザードモデルを定式化している。さらに、高速道路の交通管制システムを対象とした適用事例を通じて、提案したハザードモデルの有効性を実証的に検証している。

第4章では、社会基盤施設を支援する大規模情報システムのアセットマネジメントを対象として、情報システムの動的フォールト・ツリー分析モデルを提案している。具体的には、情報システムの機器群の故障過程をランダムワイブル劣化ハザードモデルで表現し、機器の故障により情報システムの全体の故障が発生するメカニズムをフォールト・ツリーにより表現している。その上で、時間の経過に伴う機器群の故障率の変化及び、機器の復旧時間の変化が、情報システムの故障発生確率及び故障がもたらす影響度の時間的变化に及ぼす影響をモンテカルロ・シミュレーションにより分析する方法論を提案している。さらに、適用事例を通じて、提案したモデルの有効性についても検証を実施している。

第5章では、交通管制システムの不可分性とサブシステム技術の実用化タイミングの不確実性に起因して、大規模情報システムの更新時機決定問題に、情報オプションと拡張オプションが存在することを明らかにしている。その上で、これらのオプション価値を、明示的に考慮し、期待純便益を最大化するような更新時点とサブシステムのメニューを決定するような最適更新モデルを定式化している。さらに、現実の高速道路を対象とした実証分析を行い、提示した方法論の有効性について検証している。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、交通管制システムの更新戦略に関する方法論を確立するために、関連技術動向調査、システムの動学的故障解析、ライフサイクルコスト評価、並びにこれらの情報に基づいて大規模交通管制システムの最適更新戦略を求める方法論を提案したものであり、以下のような知見を得ている。

第1に、IT技術の発展動向に関する技術展望をとりまとめ、交通管制システムの高度化に資するような次世代の交通管制システムが具備すべき条件を提示するとともに、これらの条件を満足するような交通管制システムを具体的に提案している。

第2に、交通管制システムの機器レベルのアセットマネジメントを対象として、交通管制システムを構成する機器群の劣化故障解析モデルを提案し、実システムを対象とした故障解析を実施している。

第3に、交通管制システムを構成する機器の故障が、重大なシステムの故障につながる過程をフォールトツリーモデルを用いて表現するとともに、機器群の物理的、機能的な劣化の進展により、システムの故障、復旧遅延リスクが時間的に進展する過程を動学的に解析している。

第4に、交通管制システムの不可分性とサブシステム技術の実用化タイミングの不確実性に起因して、大規模情報システムの更新時機決定問題に、情報オプションと拡張オプションが存在することを明らかにするとともに、現実の高速道路を対象とした実証分析を行い、交通管制システムの最適更新戦略に関する知見を得ている。

以上、要するに、本研究は、大規模交通管制システムのマネジメント問題に対して、機器レベル、システムレベルという、マネジメントレベルの差異に配慮した最適な維持補修、更新戦略を決定するための方法論を確立したものであり、今後の社会資本の維持管理の効率化に資するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。