

氏名(本籍)	はせがわ 長谷川	しん 真(福島県)
学位の種類	博士(工学)	
学位記番号	博甲第1,399号	
学位授与年月日	平成7年3月23日	
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当	
審査研究科	工学研究科	
学位論文題目	あいまいな知識および不完全な情報のもとでの監視制御のための意思決定支援	
主査	筑波大学教授	Ph. D 池邊八洲彦
副査	筑波大学教授	工学博士 名取亮
副査	筑波大学教授	Ph. D 山田敬吾
副査	筑波大学教授	工学博士 稲垣敏之
副査	筑波大学助教授	工学博士 鬼沢武久

論文の要旨

近年の情報処理技術の発展とともに、マン・マシン・システムの様相も大きく変化してきた。すなわち、人間がシステムを直接制御するのではなく、人間の命令にもとづき、下位レベルの制御をコンピュータが行い、これを人間が監視する形態である。これを監視制御とよぶ。

現在の監視制御系の設計では、オペレータの認知プロセスに対する考慮、あるいは、プラントの大規模複雑性に伴い、様々な形態のあいまいさや情報の欠落が起ころうることに対する考慮がなされているとはいえ、十分なオペレータ支援が行われていない。すなわち、センサ系から得た情報をコンピュータはどのように処理し、そしてそれらの処理の結果をいかなる形態でオペレータに提示すれば、オペレータはプラント状態を正しく認識できるか、など多くの点で十分な知見が得られていない。

そこで本論文は、観測物理量からプラント状態を推論するための知識があいまいである場合や、推論に必要な情報が不完全である場合を考察の対象とし、そのような状況においてオペレータの監視制御に関わる意思決定をいかに支援すべきかを数理モデルおよび実験をもとに明らかにしようとしたものである。

第1章でマン・マシン・システム研究の歴史的経緯を概述した後、第2章において、プラントが大規模複雑である場合には、様々な形態のあいまいさや情報の不完全さが生じうることを指摘し、あいまいな知識や不完全な情報のもとに意思決定支援を行わざるをえない状況が不可避になることを論述している。さらに、知識のあいまいさや情報の不完全さを表現するために証拠理論(Dempster-Shafer理論)を援用した意思決定支援システムの概念設計を行っている。

第3章では、通常の証拠理論で用いられている情報統合よりも、情報統合に関わる知識を情報統合の結果に反映させることのできる新しい情報統合を提案している。センサ系からの情報をもとに、プラントの稼働を継続すべきか停止すべきであるかの意思決定を行うことを安全制御という。本章で与えた新しい情報統合則を用いれば、プラントの安全を保証するうえで最適であるとされてきた情報統合則よりも、さらに安全にプラントの安全制御を行うことのできることを明らかにしている。

第4章では、監視制御系におけるオペレータの意思決定プロセスのモデル化を行い、信念構造体を提示する意思決定支援の有効性について考察している。ここで、意思決定プロセスモデルは、つぎの3つのプロセスからなる。(1)プラント状態に関する初期信念の形成、(2)初期信念と支援情報との情報統合、(3)形成した信念と意思決定基準をもとにした制御アクションの決定。

また、期待損失を最小化するという意味において合理的な意思決定をするための意思決定基準を、プラント状態遷移に関する認識を信念構造体で表す場合に適用可能となるように拡張した後、これらのモデルをもとに、プラント状態に関する命題の確信度を確率と解釈する場合と、証拠理論を用いて支援情報を表す場合を比較することで、信念構造体提示の有効性の検証を行っている。その結果、確信度に確率を用いる場合はより、支援情報を信念構造体で表現するほうが、より柔軟に意思決定支援システム的设计者の意図をオペレータに伝えることができることが明らかになっている。

第5章では、証拠理論を用いた意思決定支援の有効性について、大規模複雑プラントの監視業務を模擬した4段階にわたる実験をもとに考察している。まず第1段階では、プラント状態の遷移が確率的に変動するようなシナリオを用意し、シナリオに関する先験情報や支援をまったく与えない状況において、被験者がどのように対処していくかを観察する。第2段階では、損害と意思決定に関するペイオフマトリックスを提示し、被験者がはたして期待損失を軽減できるような意思決定を行うのかどうかについて観察を行う。第3段階では、ペイオフマトリックスと支援情報を構成するために設定した知識から、期待損失に関する情報を提供できるような意思決定支援を導入し、意思決定支援の効果を検証する。さらに第4段階では、監視業務と並行して別のタスクを行わなければならないような状況において、色を用いた状態表示系を導入する形態と導入しなかった場合についての比較検討を行う。以上の一連の実験により、本研究において提案する支援形態の導入により、プラントへの期待損失が減少すること、およびプラント状態監視業務の負荷が軽減する可能性があることを明らかにしている。

審 査 の 要 旨

従来の意思決定支援では考察されなかった問題、すなわち、意思決定者の認知特性と支援情報の協調、制御対象の状態推定に必要な知識の不完全性を明示的に扱い、さらに不確実情報処理の新技术を提案している点で、本論文は理論、応用の両面において有益な示唆を与えるものとして高く評価できる。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。