

論文内容の要旨

本研究は、プラント運転の異常時におけるヒューマンエラーを含むオペレータの行動を、認知情報処理モデル（オペレータモデル）を用いたダイナミックシミュレーションによって理解し、対策を考えるのに役立つ方法を開発することを目的としている。

オペレータモデルは人間のある限られた特性を形式的に表現するものであり、使用目的によって多様なモデルが考えられる。本研究では、まず Card らの静的な人間情報処理モデル（Model Human Processor）をもとにして、知覚、思考、運動の三つのプロセッサと作業記憶、長期記憶について動的な挙動のモデリングを行った。このダイナミックモデルと別途開発したオペレータコンソールを表したヒューマン-マシン・インタフェースモデルを PC 上に実装したあと、運転訓練用ボイラープラントシミュレータと結合して、プラント運転のダイナミックシミュレーション環境を構築した。実験で、このオペレータモデルがプラントシミュレータに発生する標準的な8つの異常に対応できること、人間オペレータが行う対応操作の時間特性がこのオペレータモデルによって再現できることを確認した。

プラントの状態、オペレータの行動、オペレータの心理状態は互いに複雑に影響を及ぼし合う。次に、これまでプラント運転現場で共有されているこれらの知見を計算機上のシミュレーションによって理解するため、先に開発した認知情報処理モデルにオペレータの心理状態および注視点と視野を追加して、心身状態を考慮した新しいオペレータモデルを開発した。このモデルでは、ヒューマンエラー発生のメカニズムを認知情報処理プロセスレベルで詳しく考察するため、各プロセッサおよび記憶のパフォーマンスに影響を及ぼすいくつかのパラメータを導入した。先と同様に作成したモデルを PC 上に実装し、ボイラープラントシミュレータと結合して、代表的なヒューマンエラーについて、シミュレーションによって再現出来ることを確認した。特定の機能要素が直接エラーを引き起こす場合はもちろんのこと、いくつかの機能要素の挙動が複合してエラーが発生する場合について、シミュレーションを用いてそのメカニズムを詳細に解析できる可能性を示した。またこのようなシミュレーションを用いた検討によって、よりの確なヒューマンエラー防止策を考えることができることを示唆した。

論文審査結果の概要

本論文は、プラント運転を行うオペレータの行動をコンピュータ上でシミュレーションするための数理モデル（認知情報処理モデル）を開発し、このモデルをPC上に実装するとともに、訓練用プラントシミュレータと結合してプラント運転のダイナミックシミュレーションを可能にしたものである。エラーを起こしやすい緊急時の人間行動を模擬するため、人間の心理状態を含むヒューマンモデルを開発した本論文の主な成果は次のように要約される。

1. 知覚、思考、運動の三つのプロセッサと作業記憶および長期記憶から構成した基本的な認知情報処理モデルおよびオペレータコンソールを表すヒューマン-マシン・インタフェースモデルを開発し、教育訓練に用いられているプラントシミュレータと結合することによって、プラント運転のリアルタイムシミュレーションを行うコンピュータ環境を開発した。
2. 人間の心身状態を含むヒューマンモデルを新たに開発して、プラントの状態、オペレータの行動、オペレータの心理状態が複雑に影響を及ぼし合う緊急対応時のオペレータ行動が模擬できることを示した。
3. プラント運転の現場で共有しているヒューマンエラーに関する知見をモデルを使ったシミュレーションで再現する方法を示すと共に、より詳しくエラーの発生メカニズムを解析できる可能性を示した。
4. ヒューマンエラー発生のシミュレーションを使ってヒューマンインタフェースの改善やオペレータの教育訓練に役立てる可能性を示した。

以上のように、本論文は、人間の心身状態を含むヒューマンモデルを用いて、緊急時の人間行動を模擬できることを示すとともに、またこの結果を用いてヒューマンインタフェースを改善することができることを示唆したものであるとして、ヒューマンインタフェースおよびヒューマンファクターの分野において、学術上、実用上寄与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。