

論文内容の要旨

博士論文題目 Evaluation of User Interfaces in Plant Operations by Using Human Information Processing Models (人間の情報処理モデルを用いたプラント運転ユーザインタフェースの評価)

氏名 劉 希未 (LIU Xiwei)

(論文内容の要旨)

ユーザインタフェースの開発は設計、試作、評価の3つのステップを繰り返して進められる。本論文では、プラント運転ユーザインタフェースの評価を支援する2つの方法を提案する。それらはグラフィック画面上のアイテムの視認のし易さを評価する静的評価と異常時にオペレータの状況把握を助けるアラームシステムを評価する動的評価である。

グラフィック画面上のアイテムを人間の視認のし易さの視点から評価するため、人間の視覚モデルを応用した。これは刺激と感覚の関係を表した Weber-Fechner の法則を一般化したモデルで、個々のアイテム毎に視覚強度を計算するのに用いた。この計算に基づいて閾値を用いて視認性に問題のあるアイテムを見つけ、それらを改善する方法を提案した。

プラント異常時にアラームシステムがオペレータの状況把握に役立つかどうかを評価するのに、オペレータ (人間) に代わって異常を検知し原因の診断を行うヒューマンモデルを開発した。このモデルは Card らの提案した Model Human Processor の考え方を計算機上でリアルタイムで動くように拡張したもので、基本構造は知覚プロセッサ、短期および長期記憶装置、認知判断プロセッサ、運動プロセッサから作られている。プラント運転インタフェースのもつプロセス変数情報、異常原因とプロセス変数との因果関係、アラームの設定に関する知識ベースと共に異常発生時の思考・行動手順が長期記憶に格納されている。オペレータモデルは何らかの異常検出によって、この手順に沿って異常原因の探索を行う。この手順実行は、知覚・認知判断・運動プロセッサおよび短期・長期記憶での一連のタスク実行シーケンスとして記録される。この履歴をいくつかの指標を用いて分析することによってアラームシステムのユーザビリティを評価する方法を提案した。

手法の有効性および有用性を確認するため、トレーニング用ボイラープラントシミュレータのもつ監視操作画面およびアラームシステムについて、提案した静的評価および動的評価を行った。グラフィック画面については各画面について視認性の悪いアイテムを見つけ修正した結果、視認性が改善された。アラームシステムについては評価結果に基づいてアラーム設定を修正した結果、想定した一連の異常原因に対して、全体的に異常原因の発見が早くなった。これらのケーススタディによって提案手法が設計支援として使えることを示した。

氏名	劉 希未
----	------

(論文審査結果の要旨)

プラント運転における監視制御において、グラフィック画面の表示や適切なアラーム設定はオペレータにとってきわめて重要な要件であるが、統一的な評価および設計指針がないのが現状である。本研究は、これらのヒューマンインタフェースを評価するため、人間の情報処理モデルを用いて、監視操作および異常診断のシミュレーションを行い、適切な指標を用いて定量的に評価する方法を提案することを目的としている。

まずオペレータの監視操作用グラフィック画面の設計では、表示アイテムの色、大きさ、形などが問題になる。不適切なアイテムを検出するため、各表示アイテムの視認のし易さを人間の視覚情報処理モデルを用いて定量化する方法を示した。続いて画面上のすべてのアイテムをこの指標を用いて評価し、改善すべきアイテムを検出するシステムを開発した。このシステムはグラフィック画面の改善や新規画面の設計の初期段階で有効に使えると考えられる。

プラント運転ではアラームが正常状態からのずれや危険領域への侵入をオペレータに知らせる役目を持っている。しかし不適切に設定されたアラームは、プラントの異常時にオペレータの判断・操作の妨げになる。アラームが適切なタイミングでオペレータに出されるかどうかを確認するためには、個々のセンサー情報からプラント異常を検知し、異常の原因をつきとめるオペレータによる検証が必要である。しかし、変更の多い設計段階からアラームシステムのユーザであるオペレータの参加を求めることは難しく、本研究では、認知情報処理モデルを基本とするオペレータモデルを仮想被験者として、アラーム設定の評価を行う方法を提案している。このオペレータモデルは異常診断に必要なプロセス変数間の因果関係について基本的な知識をもったレベルのオペレータと見なすことが出来る。このモデルの特徴は、想定する異常原因が追加された場合においても簡単に知識ベースを拡張できる点にある。実際に、オペレータトレーニング用のリアルタイムシミュレータと PC 上にインストールしたオペレータモデルを結合して、想定したすべての異常原因のもとで異常原因の診断をさせている。それらのシミュレーション結果を評価してアラームの設定を改善できることを示したことは提案手法の実用性を示したものと考えられる。

以上のように、本論文は、プラントの監視制御の基盤であるグラフィック画面およびアラーム設定について、人間の情報処理モデルによるシミュレーション結果を用いて解析し、その結果を設計にフィードバックする方法を示したものとして、ヒューマンマシンシステム、ヒューマンインタフェースの分野において、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。