

論文内容の要旨

博士論文題目：運転ログデータに基づいたプラントアラームシステムの適正化

氏名：樋口文孝

(論文内容の要旨)

プラントアラームシステムは、オペレータがプラントの異常を早期に検知し、正確な異常診断を行い、適正な対応操作を実施するために必須のインタフェースである。監視変数ごとに、安全、品質、コストなどの目的に応じて異なる管理範囲が定められ、これらの範囲を逸脱したとき、アラームシステムは警報を出し、オペレータに注意を喚起する。不適切なアラームシステムはアラームの洪水や迷惑アラームを引き起こし、オペレータの誤判断や重要アラームの見落としを招く。

第2章では、アラームシステムの適正度を8つの観点から定量的に評価するためのアンケート法を提案した。大型化学プラントであるエチレンプラントのオペレータを対象にこのアンケートを実施した結果、運転経験の違いや運転状況の違いによってアラームシステムの評価結果が変化することがわかった。また、アンケート結果はアラームシステムの課題抽出と改善に役立つことが確認できた。第3章では、運転ログデータから求めた個々のイベント（アラームと操作）の発生頻度ランキングを参考にして、不要なものを見つける従来法「トップ10アプローチ」を実プラントのアラームシステムに適用した結果、アラーム削減が進んだプラントでは、トップ10の上位にランクされた各イベントのイベント発生総数に対する割合は小さく、その削減効率は低くなることがわかった。さらにアラーム適正化を進めるためには、新たな手法が必要であることが明らかになった。第4章では、アラームと操作を区別せずにイベントとみなし相関解析を用いることによって、関連するイベント群にグループ化することが出来ることに着目し、この手法を用いて不要アラームやルーティン操作を見つける手法を示した。第5章では、この手法をエチレンプラントの運転ログデータに適用した結果、膨大なログデータの中から連鎖アラームやルーティン操作シーケンスを見つけることが出来ることを検証した。また、これによって不要アラームを抽出できることが確認できた。第6章では、本論文を総括するとともに、本研究を通して得られた知見に基づいて次世代アラームシステムへの提言をまとめた。

本論文で示した提案手法は、シンプルな手法であるため現場のエンジニアやオペレータが使いやすく、今後さまざまな化学プラントへの適用が進みプラントアラームシステムの適正化に役立つことが期待される。

(最終試験結果の要旨)

本研究は、プラントアラームシステムの適正化を目的として、アラームシステムの8特性評価法を提案しその有用性を確認するとともに、イベント相関解析による運転ログデータからの迷惑アラーム抽出法の有効性を実プラントにおいて検証したものである。

アラームシステムの適性度を、8種類の評価指標（操作相関性、一意性、適時性、優先度適性、理解可能性、診断性、操作支援性、注目性）を用いて定量的に評価するためのアンケート調査法の提案では、選択式の設問に加え、評価後に具体的な改善策を立てやすくするための自由記述方式の設問を取り入れる工夫をした。実際に、大型の化学プラントであるエチレンプラントの現役オペレータを対象にアンケート調査を実施し、対象プラントに精通するベテランエンジニアとのインタビュー結果を参考にして、アンケート調査の有用性を調べた。その結果、運転経験の違いによってアラームシステムの評価結果が変化すること、アンケート結果はアラームシステムの課題抽出と改善に役立つことを確認している。

次に、データ解析法を用いてプラント運転ログデータから不要アラームを抽出する方法について考察している。運転ログデータから求めた個々のイベント（アラームと操作）の発生頻度ランキングを参考にして不要なものを見つける「トップ10アプローチ」を実プラントの運転ログデータに適用した結果、アラーム削減が進むにしたがって上位にランクされた各イベントのイベント発生総数に対する割合は小さくなり、次第に不要アラームの削減効果が低下することを明らかにした。続いて、アラームと操作を区別せずにイベントとみなし相関解析を用いることによって関連イベント群にグループ化できることに着目し、グループ化の結果から連鎖アラームやルーティン操作を見つける手法をエチレンプラントの運転ログデータに適用し、膨大なログデータの中から連鎖アラーム、ルーティン操作を抽出し、不要アラームなどの迷惑アラームを見つけることができることを示した。本手法は現場オペレータの持つ暗黙知の表出化にも役立つ。今後さまざまな化学プラントのアラームシステムの適正化に役立つことが期待される。

以上のように本論文は、プラントアラームシステム適正化のため、アンケートによる8特性の評価法を提案するとともに、イベント相関解析による運転ログデータからの迷惑アラームの抽出法の有用性を実プラントにおいて実証したものととして、プロセス制御、システム制御・管理の分野において、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。

氏 名	樋口 文孝
-----	-------

(最終試験結果の要旨)

平成 23 年 2 月 17 日、全審査委員により、学位申請者に対する論文内容及びそれに関連する事項についての試問を行ない、合格と判定した。