

氏 名	SYAHRIL ARDI
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第4002号
学位授与の日付	平成21年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Study of Fault Diagnosis in Chemical Batch Plant using Intelligent System (知能システムを使用した化学バッチ・プラントの故障診断に関する研究)
論文審査委員	教授 鈴木 和彦 教授 五福 明夫 教授 村田 厚生

学位論文内容の要旨

Study of fault diagnosis in chemical batch plant using intelligent system (knowledge-base) is described and analyzed in this work. In the context of chemical batch plant where hazardous materials are used, it is highly critical to monitor the activities of process to prevent from the accident. The objective of this research is to study of fault diagnosis in chemical batch plant using intelligent system. As has been mentioned, a correct choice of reactor operating conditions does not totally protect the plant against a thermal runaway. So, apart from the off-line activities, which help to define safe operating conditions, also on-line prevention measures are necessary to detect any unexpected situation leading to a runaway scenario. Among others under the on-line safety measures, an early warning detection system is indispensable to detect and evaluate unexpected dangerous situations, which may occur in batch reactors e.g., due to a failure of the cooling or stirring systems or to a human mistake.

This study has evaluated about detection of runaway reaction in a PVC batch process using Artificial Neural Networks, failure detection on safety components in PVC batch process using Neuro-Fuzzy, and study on predicting runaway reaction in PVC batch process using Support Vector Machine. From the application of neural networks method to detect runaway reaction in a batch process, we have built the parameters m , b , and R that measured the efficiency of trained network, respectively for normal and runaway conditions.

The hazard identification using performance index (PI), propagation assessment is implemented to estimate the likelihood function of safety objects. This method shows the ability to compute the index during process. These indices was produced by fuzzy inference system and employed in the Bayesian inference. The simulation result of SVM classify the test set using a support vector machine from temperature data in reactor PVC batch plant, we found that the prediction of runaway reaction can be detected earlier. From this point of view early warning system for plant operators can be built and it will influence to maintenance aspects. The use of intelligent system method for fault diagnosis in chemical batch plant can be the best choice for the solutions. The solutions, which are recommended by the use of intelligent system, will support the operator in their activities to control, prevent, and mitigate the hazards.

論文審査結果の要旨

化学プラントの安全性は社会的に重要な問題である。万一、火災・爆発、危険物質漏洩が発生すれば、環境、住民に対する影響はきわめて大きい。このような問題に対して、バッチプラントの異常監視・運転を支援するための手法を提案するとともにシステムを実装した。

バッチプラントでは、反応槽に原料物質を一度に仕込み、所定の時間だけ反応させた後に反応を停止させて、生成物を取り出すという操作を繰り返し行う。したがって、バッチプラントの(1)原料物質仕込、(2)反応、(3)生成物の取り出しのそれぞれでは運転の方法、状態が全く異なり、このときの温度、濃度は常に変化し、非定常状態で運転される。バッチプラントの運転において、反応を制御するための装置、操作が非常に重要であり、論理的な運転管理、設備管理が必要である。

バッチプラント異常時には、プロセス変数が安全設備の機能を評価するための重要な要素となりうる。初期事象発生（設備故障、誤操作）に対し、安全系がその機能を十分に果たさない場合、異常が進展し、事故災害に至るおそれがある。本論文では、バッチプラントにおける異常進展を検出し、故障を診断するためのシステムを提案している。ダイナミックシミュレータに基づき異常進展モデルを構築するとともに、過去の事故事例、専門家の知識を導入し、異常現象をパターン化した。さらに、定量的危険評価手法であるフォールト・ツリー、イベント・ツリー解析により異常進展から事故に至る頻度解析、および重要度の算定方を示した。重要度を算定することにより、プラントの安全性を向上するため安全要素の優先度を提示することが可能となる。故障原因を特定するために、ニューラルネットワーク、ニューロ・ファジー、サポートベクターマシンによる推論システムを応用した知的プラント診断システムを構築した。これにより、バッチプラント運転中にプラント監視データを基に暴走反応に至る異常原因の推定、安全系故障箇所の推定が可能となった。また、サポートベクターマシンを導入することにより、早期に異常を検出し原因を特定できるため、異常が拡大する前に対応が可能となり、事故への進展を未然に防ぐことが出来る。

以上のように、本論文では、バッチプラントを対象として故障診断システムを構築し、実プラントへの応用の可能性を示している。また、これらの研究成果は、生産設備安全管理のための情報基盤構築という面からも、工学的に価値あるものである。これより、学位審査委員会は、学位論文の内容、参考論文等を総合的に判断し、博士（工学）の学位に値するものと判定した。