

作業員のタスク要求に基づく保全支援情報提供

Maintenance Support according to the Task Requirements

東北大学大学院	高橋 信	Makoto TAKAHASHI	Member
東北大学大学院	原田淳一	Jun-ichi HARADA	Non-Member
東北大学大学院	北村正晴	Masaharu KITAMURA	Member
東北大学大学院	若林利男	Toshio WAKABAYASHI	Non-Member

The framework of intelligent support system for the maintenance of nuclear power plant has been proposed in our previous study. In this paper, the method of providing information based on the task requirement of the maintenance personnel depending on their expertise and the situation faced. Two types of interfaces according to each strategy have been developed and the effectiveness of the proposed framework has been evaluated experimentally.

Keywords: Maintenance support, Mobile sensing, Troubleshooting

1. 緒言

原子力における時間計画保全から状態監視保全へという保全方策の動向を考えた場合、処理する必要のある情報の量はますます増大することが予想されている[1]。保全活動における情報処理の効率化、信頼性の向上という観点からも、情報化技術の積極的導入を行う必要がある。本研究グループでは、分散データベースとモバイルエージェントを要素技術とする保守支援システムを提案している[2,3]。提案システムにおいては、日常保守において、現在帳票により行われているようなデータ収集と確認作業に関しては、自律的な機能を有するソフトウェア「モバイルエージェント」により行われるという枠組みを導入している。作業員は携帯情報端末 WID (Wearable Information Device) を携行し、現場の機器設備側に設置される小型 UCD (Ubiquitous Computing Device) と交信することで、モバイルエージェントの通信を行い、現場機器の状態に関する更なる詳細なデータを収集可能となることが期待される。更に、提案システムにおいては、目的指向センシングという枠組みを提案し、トラブルシューティング時に作業員のスキルレベルや要求に応じて、どのような付加的な計測を行えば良いのかをシステム側が指示するシステムの開発を行っている。本稿においては、実際の機器を対象にして、この作業員側からの要求に応じて異なる形態での異常の絞り込みが可能であることを検証した結果について述べる。

2. 手法

本研究では、保守作業、特に現場において発生したトラブルの原因を診断する過程における、経験豊富な作業員が持つ戦略に対応して支援情報の提供を行うことを主眼としている。本研究では、既設の固定計装系により異常が認識されるが、その情報だけでは十分に異常原因が同定できない場合、次にどの情報を獲得す

べきかという問題を対象としている。実際に現場においては、長年の経験に基づいて、特定のシステムに固有の様々な戦略が形成されていると考えられるが、本研究ではより一般的なレベルでの異常の絞り込みに関する戦略を以下のように定式化した。

○「異常仮説の重要度」に応じた絞り込み

この戦略は、現在観測される情報から予想される異常(異常仮説)の中で、保守作業員が重大と考える異常仮説から順に検証を行っていくという戦略である。例えば、ある状況下で「放射線漏れ」が最も重大な異常であると考えられるならば、まずは現場の線量計の確認を行うであろう。また、プラントの運転に直接関わる「ポンプの故障」が最も重大な異常であると考えられるならば、当該ポンプに対する振動の調査等を行うであろう。

○新たに獲得する「情報の価値」を考慮した絞り込み

この戦略は、新たに観測する情報の価値に基づくものである。「情報の価値」とは、ある情報を観測することが状況の絞り込みにどれだけ寄与するか、ということの意味する。例えばポンプの異常原因を特定する場合、「ポンプの振動を計測すれば状況は概ね特定できるであろう」という判断が考えられる。この場合、保守作業員は「ポンプの振動」を情報の価値を高いものとみなしたことになる。

これら二つの中で、どちらの戦略をとるかは、その時のプラントの状況や作業員の判断に依存する。システム的に考えれば、情報の価値を考慮して絞り込みを行いその結果を表示することは可能であるが、必ずしもその情報が作業員の要求する内容と一致しない可能性がある。本研究では、作業員自身がどちらの戦略に応じた情報が欲しいかを自ら判断し、システム側はそれに応じて情報提供のモードを変えるというシステムを構築した。

3. プロトタイプシステムによる検証

3.1. システムの概要

本研究においては、小型の携帯情報端末にセンサーを接続し、現場において付加的情報の計測を行うシステムを構築した。小型情報端末は無線 LAN によりネットワークに接続され、オンラインで他のプロセスパラメータを参照しながら異常の絞り込みを行うことができる。異常絞り込みの基礎となる対象システムの因果関係モデルとしては、階層的ベイジアンネットワークを利用している。

監視対象機器としては、材料試験用の安全裕度テストベンチ（以後 SSBF；System Safety Benchmark Facility と呼ぶ）を用いた。SSBF は沸騰水型原子力プラントの配管を模擬した実験施設で、高負荷環境下におけるプラント構造材の劣化および破壊挙動について評価を行うための大型の実験施設である。実際のプラントと比較した場合パラメータ数は遥かに少ないが、プラントにおける一つのサブコンポーネントとして捉えた場合、本対象システムはパラメータ数、計測対象の複雑さ、パラメータの多様性等の面で、十分な現実性を有していると考えられる。

3.2. 二つの情報提供モード

前述の二つの異常絞り込みの戦略に対応して、本システムにおいては以下に示す二つの異常源絞り込みの支援画面を作成した。

・異常仮説駆動型

異常仮説駆動型の情報提供戦略においては、固定計装系から得られる情報に基づいて、その時点での各異常仮説に関する異常の確率が示される。(Fig.1)

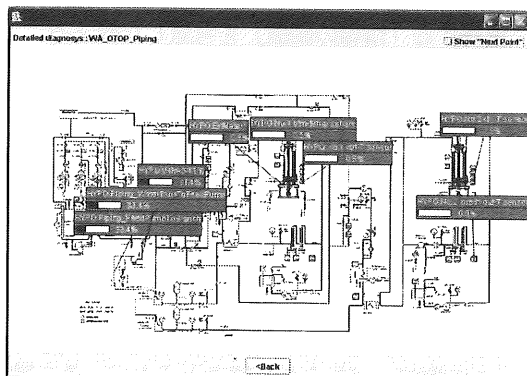


Fig.1 異常仮説駆動型の異常絞り込み画面

この絞り込み画面において、作業員が最初に原因であるかどうかをハッキリさせたい仮説をクリックすると、システムはどの情報を獲得すべきかを作業員に指示する。これに基づいて付加的な計測を行いその情報をシステムに入力することで、作業員が指示した異常仮説の状況を

明らかにすることができる。

・観測効用駆動型

観測効用駆動型の情報提供戦略においては、付加的な情報として何を測れば良いかを、観測効用にに基づきシステム側が決定して作業員に指示する。

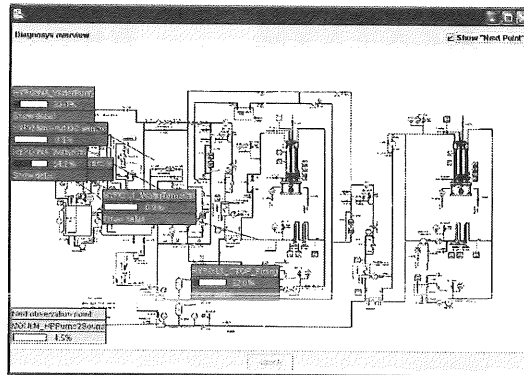


Fig.2 観測効用駆動型の異常絞り込み画面

3.3. システム評価

本研究では、「No.2 ループの電気伝導率異常」を模擬異常として、本システムを利用して異常の絞り込みを行い、それぞれに戦略に応じて、情報提供画面が有効に支援情報を提供することを確認した。

4. 結言

本研究では、保守支援システムの要素技術としての異常絞り込みにおける情報提供画面の提案と評価を行った。実際の監視対象システムにおいて、作業員側からの要求に応じて、異なる形態での異常の絞り込みが可能であること示した。

謝辞

本研究は、(財) エネルギー総合工学研究所の革新的実用原子力技術開発提案公募事業により支援を受け実施しました。深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 北村 (編), 日本原子力学会 ヒューマン・マシン・システム部会 原子力施設保守保全高度化研究調査委員会報告書, (2000).
- [2] 尾崎禎彦他: 原子力発電所運用高度化のための次世代HMS に関する技術開発, 日本原子力学会2002 年春の年会要旨集, H31, p.407, (2002)
- [3] 佐藤寿他, 携帯端末とモバイルエージェントによる保守支援システムに関する研究, 保全学, 3(3), (2004), 11-19.