

障害情報フィルタリング技術

Filtering Method for System Fault Notification

長谷川 哲夫

中島 暢康

リー クアンリン サムソン

■ HASEGAWA Tetsuo

■ NAKAJIMA Nobuyasu

■ LEE Guanglin Samson

電力の送電システムのようなシステムで発生する障害に対しては、担当者は機能復旧や事後対策を迅速に行う必要がある。そのため各担当者は、関連する障害情報を的確に認識する必要がある。しかし、気象条件などその要因によっては、障害は各所で同時に発生して障害情報が短時間に数多く発生し、障害情報の量が人間による情報監視の限界を超えてしまうことがある。また担当者にとっても、障害情報を的確に認識するためのノウハウの継承も課題となっている。

今回東芝は、各担当者が認識すべき情報を抽出する障害情報フィルタリング技術を開発した。シミュレーションによる評価を行った結果、事前に詳細な設定をすることなく、短期間に必要な障害情報だけを配信できるようになることが確認できた。

In the event of an operational failure in a large-scale system such as an electric power transmission system, the timely delivery of alarms concerning detected faults is essential for rapid restoration of the system. Furthermore, only the necessary information selected from a variety of alarms should be dispatched to the authorized personnel. It is not easy to distinguish the critically required information on the system failure, however, due to the limits of human monitoring capacity and the difficulty of transferring the appropriate know-how from experienced people.

With this as a background, Toshiba has developed a high-precision alarm system that can filter the information generated and distribute alarms based on the user's requirements without the need for a complex configuration. We have confirmed the successful performance of this system through simulations.

1 まえがき

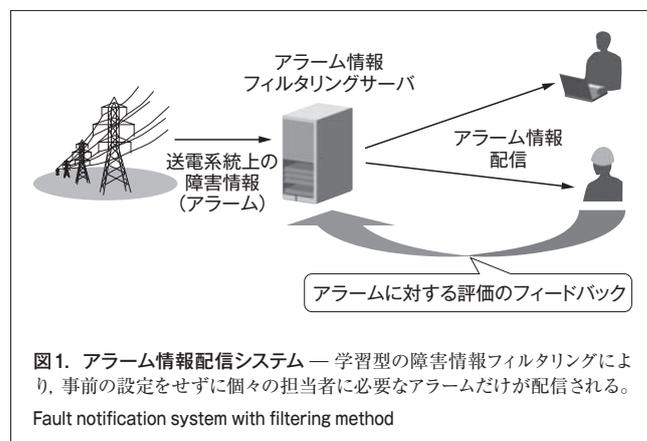
システムを利用する人間もそのシステムの一部であると考えれば、人間とシステムのインタラクション（やり取り）を改善することは、システムの高信頼化につながる。

例えば 図1 に示すように、電力の送電システムでの障害発生や保護装置による対処状況などを担当者が迅速に把握するため、これらをアラーム情報として担当者に配信する仕組みが構築されている。担当者はアラーム情報が配信されると、自分が行動を起こす必要性を調べた後、必要に応じた対処を行う。しかし、天候などの状況によっては障害が短時間に多発してアラーム情報が増え、すべてのアラーム情報を確認することが困難となる場合がある。

このため、障害発生エリアや障害種別などでアラーム情報を選択することができるように、担当者が細かい設定のできる仕組みが導入された。しかし、設定できる項目は数十にわたるため、設定が煩雑である。

一方、ユーザーの嗜好（しこう）を分析し、その分析結果から情報をユーザーごとにフィルタリングするリコメンド技術が、オンラインショッピングなどで用いられている。この技術では、商品などに対するユーザーによる評価情報を収集し、この情報を基にしてフィルタリングルールを構築する。

今回、システム運用時の高信頼化技術の一つとして、リコメ



ンド技術を応用し、事前の詳細な設定を不要にする、学習型の障害情報配信用のフィルタリング技術を開発した。東芝では、既にもリコメンド技術をハードディスクレコーダに適用しており、録画予約番組を推薦する“おすすめサービス”として製品に搭載している^{(1), (2)}。リコメンド技術は、おすすめサービスなどでは未知の情報を提供して“気づき”を与えることが主眼となる一方、障害情報フィルタリングでは、ユーザーの操作を簡単にして必要な情報を確度よく識別することが求められる。

ここでは、フィルタリング手法とシミュレーションでの評価結果を説明するとともに、フィルタリング技術を熟練者から初心者への知識継承の仕組みとして活用する方法について述べる。

2 提案するフィルタリングシステム

2.1 レーティングに基づくフィルタリング

簡単な操作でフィルタリングを実現するため、受け取るアラーム情報（以下、アラームと呼ぶ）に対して担当者自身の評価履歴を基にするコンテンツベースフィルタリングと、アラームに対して似た関心を持つ他の担当者の評価履歴を利用する協調フィルタリング⁽³⁾の二つの方法を併用することにした。

担当者は、受け取ったアラームに対して“関心あり”と“関心なし”の2段階の関心度を、アラーム情報フィルタリングを処理するサーバにフィードバックする。関心度はそれぞれ1と0とし、評価履歴にはそれまでにフィードバックされた関心度の平均値（ここではレーティングと呼ぶ）を用いる。

2.2 二つのフィルタリング方法の併用

2.2.1 評価指標 フィルタリングの効果を評価する指標に、次式で定義される再現率と適合率を用いた。

$$\text{再現率} = N(F \cap R) / N(F) \quad (1)$$

$$\text{適合率} = N(F \cap R) / N(R) \quad (2)$$

ここでは、アラームを配信すべき担当者の集合をF、アラームが配信された担当者の集合をR、集合Aに含まれる要素の数をN(A)と表す。再現率は“必要なアラームを漏れなく配信している”ことを示し、適合率は“よけいなアラームは配信しない”ことを示す。

2.2.2 フィルタリングの併用 十分な数の評価がないと、担当者の関心度が適切にレーティングに反映されない。この場合、コンテンツベースフィルタリングでは、配信する必要がある担当者にアラームを配信せず、再現率が劣化する。一方で、配信されたことのないアラームの要素（アイテム）に対しては、評価がないのでレーティングが計算できないため、そのアイテムを含むアラームを配信する必要がある。この場合はよけいなアラーム配信を増やしてしまい、適合率が劣化する。

そこで、コンテンツベースフィルタリングに協調フィルタリングを組み合わせ、アイテムに対するレーティングがない場合や低い場合にアラームを配信しないようにして適合率を改善し、必要性の似た他の担当者のレーティングを基にして必要なアラームを送るようにして、再現率の劣化が抑えられると考えた。

2.2.3 評価手法 二つのフィルタリング手法の併用を評価するために、三つの手法でシミュレーションを行った。

図2に示す手法1では、コンテンツベースフィルタリングだけを用いる。図3に示す手法2では、アイテムのレーティングが存在する場合は、手法1と同様にコンテンツベースフィルタリングを用い、レーティングが存在しない場合は、協調フィルタリングを用いる。図4に示す手法3では、手法2に更に工夫を加え、レーティングが存在するがその値が小さいときも協調フィルタリングを適用することにした。

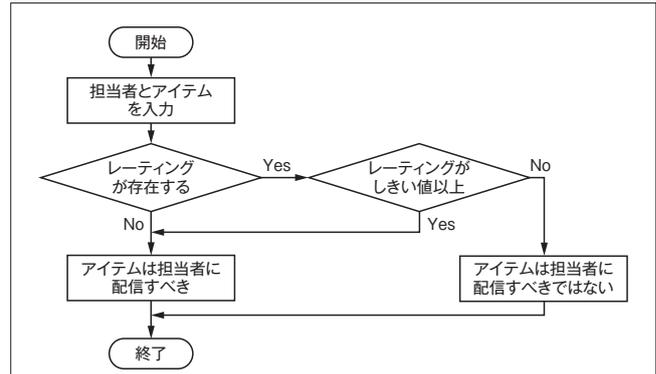


図2. 手法1の処理フロー — 学習型の障害情報フィルタリングにより、事前の設定をせずに個々の担当者に必要なアラームだけが配信される。

Flowchart of method 1

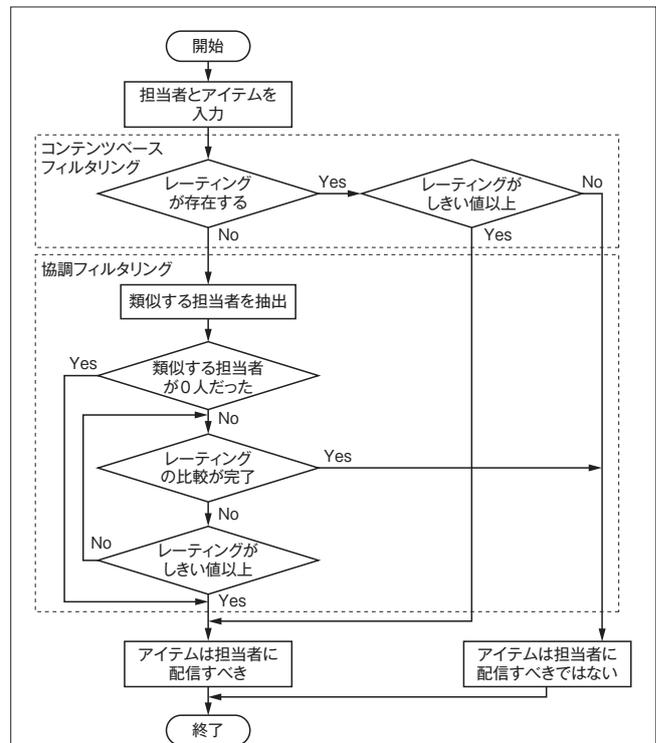


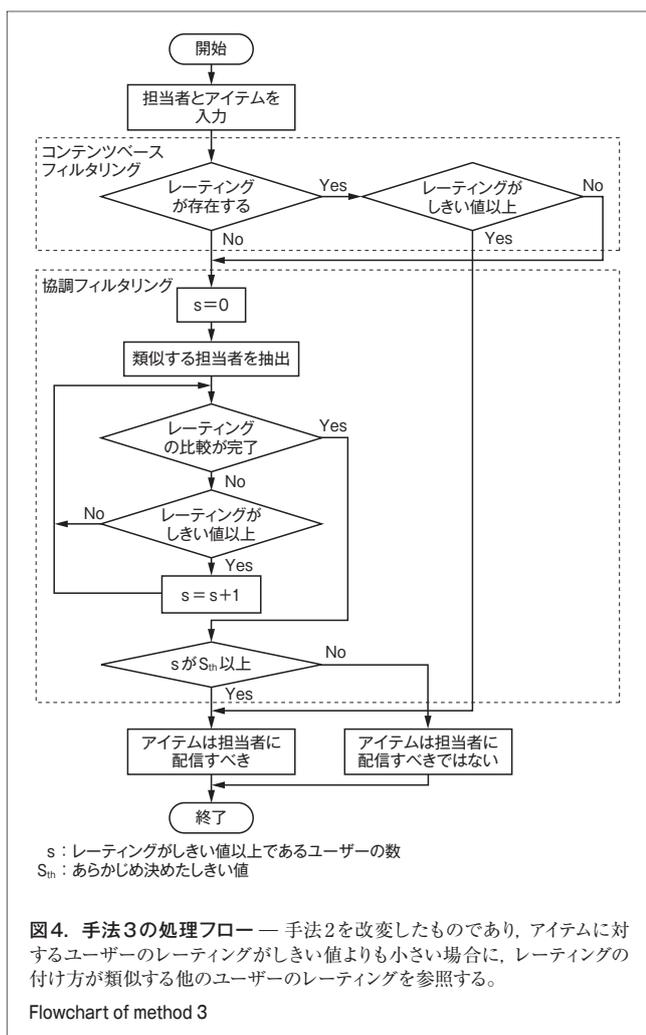
図3. 手法2の処理フロー — アイテムに対するユーザーのレーティングが存在する場合はそのレーティングを、存在しない場合にはレーティングの付け方が類似する他のユーザーのレーティングを参照して、配信すべきかどうかを判断する。

Flowchart of method 2

今回、アイテムの単位でフィルタリングを行い、アイテムごとのフィルタリングの結果を、例えば多数決論理を用いて統合し、アラームの配信を決定する。

2.3 シミュレーションによる評価

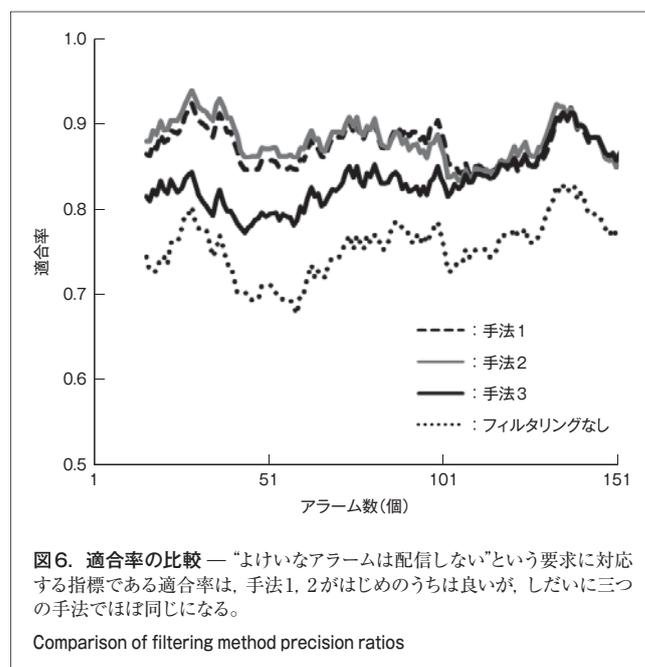
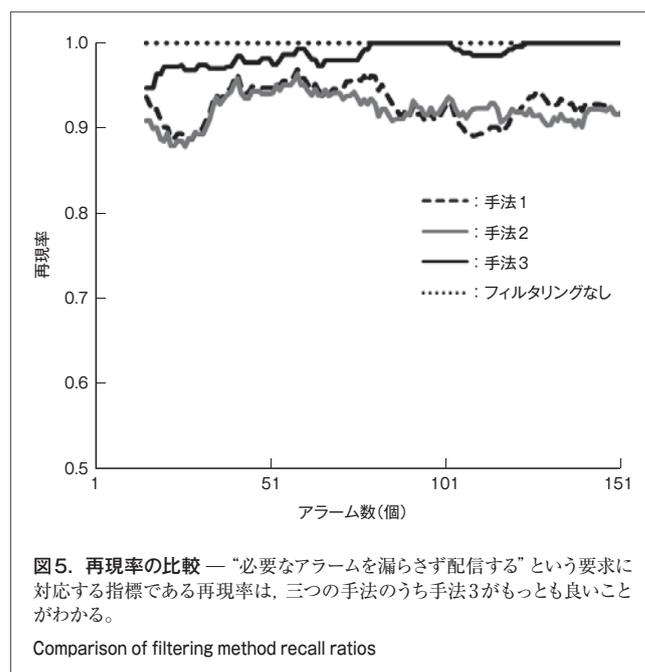
このシミュレーションでは6人の担当者から成る八つのグループを仮定し、各グループの6人は同じアラームが配信されるべきであるとした。つまり、同じグループの担当者は同じアラームを受け取る必要があるとして再現率や適合率の計算を行って



いる。また、各グループの中の1人ずつ計6人は、既に100個のアラームに対する評価によるレーティングがあったとした。

担当者はアイテムごとに関心の有無（ユーザーモデル）を持つとし、担当者のアラームに対する関心は、アラームに含まれる関心のあるアイテムの個数で決めた。また、実際には、同じグループの担当者が必ずしも同じ評価をするわけではないと考えられるため、今回のシミュレーションでは、同じグループ内の6人のユーザーモデルを少しずつ違うものになっている。

再現率と適合率のシミュレーション結果を、図5と図6にそれぞれ示す。ここでは、アラーム数15点の単純移動平均を取っている。図5に示すように、三つの手法の中では、手法3の再現率が一番良く、120個程度のアラームを受け取った後では再現率はほとんど1となる。なお、フィルタリングを採用しない場合には、全員に配信するので再現率は必ず1になる。また、図6に示すように、適合率は、手法1と手法2が最初のうちは手法3より良いが、アラーム数が100個を超えると差がなくなってくる。これらの結果から、コンテンツベースフィルタリングだけでなく、二つのフィルタリング方法を組み合わせる手法が再現率や適合率をより改善することがわかった。



3 フィルタリング技術を利用した知識継承

このフィルタリングシステムでは、同じ部署の熟練者が重要だと判断していたアラームを、新しく配属された初心者者に配信する、といった知識の継承として利用することができる。

3.1 熟練者のレーティングのコピー

アラームに対する評価を一つも行っていない初心者は、どのアイテムに対してもレーティングはないため、初心者がレーティングを持つためには、まずアラームを送らなければならない。しかし、知識を引き継ぐべき熟練者が存在し、レーティン

グが既にある場合には、不必要なプロセスである。

そこで熟練者のレーティングをコピーし、初心者者のレーティングの初期値として使用することにする。これにより初心者に対して、システム利用開始当初から熟練者と同じアラームフィルタリングが行われるようになる。

3.2 初心者によるレーティングの更新の問題点

一方で、業務に不慣れな初心者は、アラームに対する評価に自身の必要性が的確に反映されていないことが考えられる。図7と図8は、必要性を正確に反映した評価と、ランダムな値を用いた評価それぞれの場合について、フィルタリングを行ったときの再現率と適合率の違いを示す。ユーザー数は72人で、2章の場合と違って72人のアラームに対する必要性はそれぞれ異なっていて、ユーザーモデルは必要性を正確に反映することとした。一方2章と同様、アラーム数15点の単純移動平均を取った。

この結果から、必要性を正確に反映していない評価では、再現率、適合率ともに低くなり、よって、初心者によるレーティングの更新でフィルタリングの性能が劣化することがわかる。

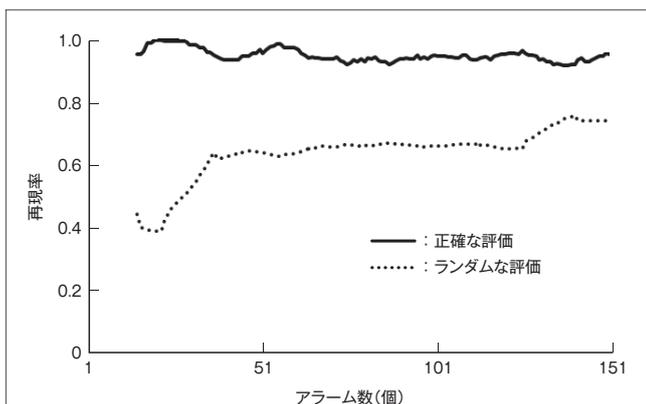


図7. 再現率の比較 — 評価の信頼性が低い場合、再現率が劣化する。
Comparison of recall ratios in case of precise and random feedback

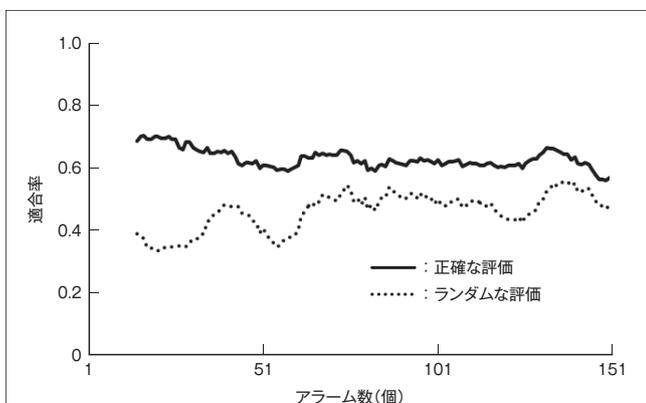


図8. 適合率の比較 — 評価の信頼性が低い場合、適合率が劣化する。
Comparison of precision ratios in case of precise and random feedback

3.3 知識継承の処理フロー

そこで、次のような知識継承の処理フローを提案する。

- (1) 初心者者のレーティングの初期値として、熟練者のレーティングをコピーして使用する。
- (2) 3.2節で述べた問題を回避するため、一定期間、初心者者のアラームに対する評価はレーティングの更新に利用しない。
- (3) 一定期間後、初心者者の評価をレーティングに反映させる。

4 あとがき

障害発生状況の迅速な把握を支援する技術として、障害情報のフィルタリング手法を提案し、シミュレーションで効果を確認した。また、このフィルタリングシステムが知識継承の仕組みとして利用できることを述べた。今後は、実システムへの適用を図っていく。

文献

- (1) 泉 裕二, ほか. ソフトウェアが提供する驚きと感動. 東芝レビュー. 60, 7, 2005, p.28-31.
- (2) 天木 智. 嗜好学習技術のハードディスクレコーダへの応用. 東芝レビュー. 64, 1, 2009, p.68-69.
- (3) Resnick, P., et al. "GroupLens: An open architecture for collaborative filtering of netnews". Proc. of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work. Chapel Hill, NC, USA, 1994-10, ACM, p.175-186.



長谷川 哲夫 HASEGAWA Tetsuo

ソフトウェア技術センター 先端ソフトウェア開発担当参事。
ディベンダブルシステムの研究・開発に従事。情報処理学会
会員。
Advanced Software Technology Group



中島 暢康 NAKAJIMA Nobuyasu

ソフトウェア技術センター 先端ソフトウェア開発担当主務。
アプリケーションソフトウェア開発に従事。電子情報通信学
会、IEEE会員。
Advanced Software Technology Group



リー クアンリン サムソン LEE Guanglin Samson

ソフトウェア技術センター 先端ソフトウェア開発担当。
アプリケーションソフトウェア開発に従事。
Advanced Software Technology Group