

LF-006

AIR-NMSにおけるネットワーク運用・管理知識の管理手法 Management Method of Network Management Knowledge in AIR-NMS

羽鳥 秀明[†] 今野 将[‡] 岩谷 幸雄[§] 阿部 亨[‡] 木下 哲男[‡]
Hideaki Hatori Susumu Konno Yukio Iwaya Toru Abe Tetsuo Kinoshita

1. はじめに

近年のネットワークシステムは、ますます大規模・複雑なものとなっており、これを運用・管理するための一連の作業（例えば、障害等に関する「状況の把握／原因の特定／対策の決定／対策の適用」）にも、より高度な経験的知識・煩雑な手順が要求されるようになってきた。これらネットワーク運用・管理に伴う負担の軽減を図るべく、筆者らは、「能動的情報資源（AIR: Active Information Resource）」[1] の概念を用いた新しいネットワーク管理支援システム（AIR-NMS: AIR-based Network Management Support System）[2],[3] を提案している。本稿では、効果的なネットワーク運用・管理支援を実現するために、AIR-NMSにおける効果的な知識管理手法を提案し、試作したシステムの機能について議論する。

2. 能動的情報資源を用いたネットワーク管理支援システム（AIR-NMS）

2.1 AIR の概念

能動的情報資源（AIR）は、情報資源の構造を強化することで、利用者の要求へ各情報資源を能動的・自律的に対応させ、情報資源のより高度な活用を図る機構である。具体的には、図1に示すように、各情報資源（コンテンツ）に利用支援知識および利用支援機能を付加したエージェントとしてAIRを構成し（情報資源のAIR化）、AIR相互間で協調・連携処理を行わせることにより、利用者からの処理要求をAIR側（すなわちコンテンツ側）で自律的に実行させるものである[4]。このとき、AIRが実際に活動する作業空間をAIRワークスペースと呼び、利用者からの処理要求はAIRインタフェースを介してワークスペース内の各AIRへ伝達される。

2.2 AIR-NMS の概念

図2にAIR-NMSの概念図を示す。AIR-NMSは、ネットワーク構成機器の状態情報をAIR化したI-AIR（Status Information AIR）と管理者の持つ経験的なネットワーク管理に関する知識（作業手順）をAIR化したK-AIR（Management Knowledge AIR）によって構成されている。これらが相互に協調・連携することで、ネットワークの障害に関する「状況の把握／原因の特定／対策の決定」を自律的・能動的に行い、その結果をネットワーク管理者に提示する。ネットワーク管理者は、提示された情報をもとに障害に対する対策の適用を行う。これにより、障害対策におけるネットワーク管理者の負担を軽減することが可能になる。

[†] 東北大学大学院 情報科学研究科

[‡] 東北大学 情報シナジーセンター

[§] 東北大学 電気通信研究所

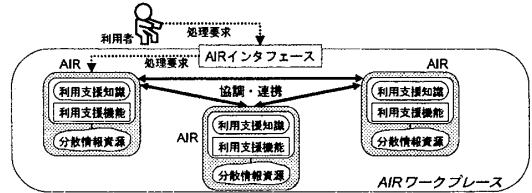


図1: AIR の概念

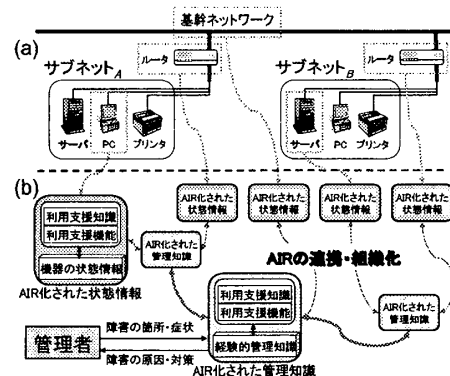


図2: ネットワーク運用・管理へのAIRの導入

3. K-AIRの管理手法の設計

AIR-NMSにおいて、K-AIRを効率的に管理するためには、以下の点を考慮する必要がある。

1. K-AIRの追加・変更の容易化
2. K-AIRの再利用性の向上
3. K-AIR間の協調・連携の効率化

本研究では、1, 2を実現するためにK-AIRをモジュール化して設計する方法を提案する。また、3を実現するためにK-AIRのグループ化手法を提案する。

3.1 K-AIRのモジュール化手法

ここでは、K-AIRの持つ運用・管理知識を1つの大きな知識としてではなく、幾つかの小さな知識としてモジュール化することによって、知識を効率的に管理する方法について提案する。

K-AIRの持つ知識をモジュール化する際に重要な要素として、各知識に独立性を保持しつつモジュール化を行うということが挙げられる。これにより、ある知識の変更の影響が他の知識に及ぶことを防ぐことができる。また、既存の知識を考慮することなく新たな知識を作成することができる。さらに、複雑・膨大な利用支援知識が小さなK-AIRに分散され、1つのK-AIRが持つ利用支援知識が簡素化され、K-AIRの管理が容易になる。

また、K-AIRのモジュール化に際しては、あらかじめ再利用性を考慮して作成しておく必要がある。ネットワークにおける障害症状は多数存在するが、異なる障害症状であっても原因を診断するための同一の知識が複数の障害において共通に利用されるというケースは多々存在する。例えば、「メールが送信できない」という障害症状と「ホームページにアクセスできない」という障害症状において、それら固有の障害診断のための知識の他に、サーバのCPU負荷やクライアント・サーバ間のスループットの診断を行うための知識といったものは両方の診断に共通して利用される。そのため、既存のK-AIRが再利用できれば、AIR-NMSを拡張し新たな障害に対応させる際、その障害に固有なK-AIRのみを追加するだけで対応可能であり、開発効率を向上させることができる。

一方、モジュール化の粒度を小規模に保つことにより、知識の維持・管理の容易性や再利用性が高まる場合がある。そこで、本研究では1つの障害症状に対して、想定される複数の障害原因をそれぞれ切り分け、K-AIRの粒度は1つの障害原因に対して1つのK-AIRで対応させるレベルに設定する。これは、AIR-NMSではある障害に対して原因を特定し、その特定した結果と障害原因に対する対策知識をネットワーク管理者に提示する上で適していると判断したためである。また、障害原因ごとにK-AIRを作成しておけば、新たな障害症状に対応するK-AIRを作成する際、既存のK-AIRを必要な時に呼び出すことによって再利用することも可能となる。さらに、K-AIRを作成する時点では将来再利用されると想定されなかったK-AIRも、あらかじめモジュール化して作成しておくことによって予測されなかった障害の診断で再利用するケースにも対応できる。

3.2 K-AIRのグループ化手法

AIR-NMSでは、K-AIR間のプロトコルにおいて、タスク要求を受信したK-AIR自身が当該要求に対応可能か判断するよう設計している。このように設計する利点として、どのK-AIRがどのような診断をするか考慮することなく新たなK-AIRを作成することができる。しかし、これは開発者の負担を軽減する反面、タスクを要求する際すべてのK-AIRにメッセージをブロードキャストする必要があるためシステム側に負担を与える。前節で述べたK-AIRのモジュール化を行うことによって必然的にK-AIRの数は増加する。K-AIRの数の増加に応じてブロードキャストによるメッセージトラフィックは指数関数的に増大し、メッセージを受信したすべてのK-AIRは当該要求に対応可能か判断を行うため、協調・連携によるメッセージ数が増大するとシステムに与える負担が深刻になる。そこで、K-AIR間のメッセージ数の増大を抑制するために、K-AIRをグループ化することによって、K-AIR間のタスク要求におけるブロードキャストの範囲をグループ内に限定させる。

K-AIRのグループ分けの判断材料として、本研究ではTCP/IPの階層モデルを用いる。TCP/IPの階層モデルは4つの階層で構成されており、各レイヤは他のレイヤとは独立して実装されており、あるレイヤにおける変更はそのレイヤ内のみの変更で可能な構成になっ

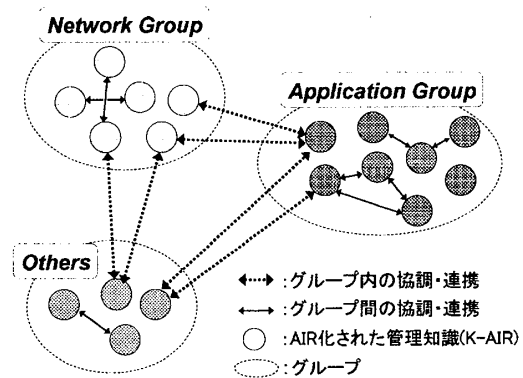


図3: K-AIRのグループ化手法

ている。そのため、TCP/IPをK-AIRのグループ分けの判断材料に用いることで、各グループの独立性を確保することが可能になる。

図3にグループ化の概念図を示す。K-AIRのグループ分け方法として、TCP/IPの階層のアプリケーション層に関する障害を扱うK-AIRを「Application Group」、トランスポート層とインターネット層に関する障害を扱うK-AIRを「Network Group」、上記2つのグループいずれにも属さない障害を扱うK-AIRを「Others」というように3つのグループに分類する。

4. 試作システムと評価

4.1 試作システム

本稿では、分散環境上でマルチエージェントシステムを実現するためのフレームワークであるADIPS/DASHフレームワーク[5]を用い、K-AIRのモジュール化・グループ化手法の設計を適用したAIR-NMSの実装を行った。ADIPS/DASHフレームワークでは、ルール型の知識記述言語によりエージェント知識が記述され、また、このフレームワークが備えるインタフェースを介することで、エージェント知識に基づいたJavaプログラムの自律的な制御が可能となっている。ADIPS/DASHフレームワークを用いることで、AIR-NMSを構成するAIRは、ルール型知識として与えられた利用支援知識に基づき、Javaプログラムとして実装された利用支援機能を起動し、情報資源(経験的管理知識/機器の状態情報)の加工処理や他のAIRとの連携・協調処理を実行する。

4.2 K-AIRのモジュール化

今回の試作システムではまず、「メールを送信できない」という時に想定される障害原因に対処する21種類のK-AIRを作成して動作検証を行った。実装したK-AIRの一覧を表1に示す。次に、「ホームページにアクセスできない」という障害にも対応できるように、必要なK-AIRの作成を行った。この時、既に作成してあったK-AIRのうち17種類を再利用し、対応するK-AIRが存在しない場合には、新たに必要なK-AIRのみを追加することによりこの障害にも対応することが可能になった。K-AIR内部のルール数の比較では、既存のK-AIRの総ルール

表1: 実装した K-AIR 内容一覧

グループ	各K-AIRの診断箇所
Application Group	<ul style="list-style-type: none"> SMTPサーバプロセス Postfix設定 メーラー設定 不正中継ホスト ネームサーバプロセス BIND設定 DHCPサーバプロセス ゾーンファイル DHCPリースIP数 DHCPサーバ設定
Network Group	<ul style="list-style-type: none"> ルーティングテーブル スループット ポートの開閉 MTU値
Others	<ul style="list-style-type: none"> CPU負荷 CPU温度 NICドライバ メモリー使用率 ハードディスク空き領域 ハードディスク故障 システムの稼動

※下線は再利用したK-AIRをあらわす

数 473 のうち 396 を再利用することができ再利用率が 83.7%であった。このように、機能を拡張する際、既存の K-AIR に変更を加えずに再利用することができるので、開発者の負荷軽減につながる。

4.3 メッセージトラフィック

試作システムでは K-AIR を、Application Group, Network Group, Others の 3 つのグループに分類した。これにより、タスク要求におけるブロードキャストの範囲を、グループ内に限定することが可能になる。グループ化を行わない場合と行った場合の K-AIR 間のタスク要求におけるメッセージ数を比較すると 38%に減少した。これにより、メッセージトラフィック増大を抑制する上で、グループ化が有効であることが確認された。

4.4 動作例

メールが送信できないという状況において、障害原因を「MX レコードを管理するネームサーバの 53 番ポートが閉じていて名前解決ができない」とした場合の動作例を以下に示す。また、図 4 に試作システムの動作画面を示す。

Step1 ネットワーク管理者は AIR インタフェースに障害に関するキーワードとクライアント名を入力

Step2 AIR インタフェースからすべての K-AIR にメールに関するタスクをブロードキャスト

Step3 Application Group に属するメールに関する診断を行う K-AIR が反応し、必要な状態情報を取得・原因の特定作業を開始

Step4 診断の結果、各 K-AIR の持っている知識では解決できない場合、さらにグループ内の K-AIR と協調・連携し、原因特定を試みる

Step5 Application Group において MX レコードを診断する K-AIR が宛て先アドレスの名前解決が出来ないということまで特定

Step6 グループ内の K-AIR ではそれ以上特定できないので、Network Group, Others に属する K-AIR に MX レコードを管理するネームサーバの診断を行うよう依頼

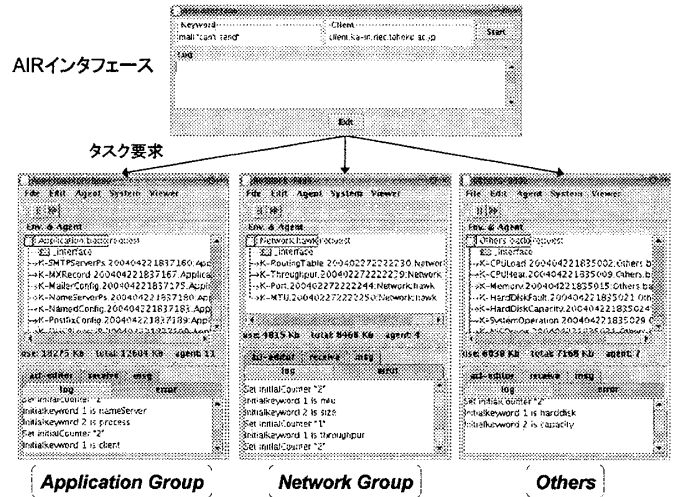


図 4: 試作システム

Step7 依頼を受けた各グループ内でもそれぞれ K-AIR 同士が協調・連携し原因の特定を試みる

Step8 Network Group に属するポートの開閉を診断する K-AIR がネームサーバの 53 ポートが閉じていることを特定、かつ、持っている情報資源で障害を解決できると判断

Step9 ネットワーク管理者に障害原因とそれに対する対策知識を提示

以上のように、障害原因の特定とそれに対する対策知識の提示を AIR-NMS が行うことが可能となり、ネットワーク管理者の作業の負荷が軽減できることが確認された。

5. おわりに

本稿では、K-AIR を効果的に管理するために K-AIR のモジュール化手法を提案した。また、K-AIR 間の効率的協調・連携を実現するために、K-AIR のグループ化手法を提案した。今後は過去の履歴を利用してより効果的に動作する機構などについて検討を進める予定である。

参考文献

- [1] 木下, “分散情報資源活用の一手法 — 能動的情報資源の設計 —,” 信学技報, AI99-54, pp.13-19, 1999.
- [2] S. Konno et al., : Design of Network Management Support System based on Active Information Resource, The 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, pp. 102-106 (2004).
- [3] 今野 他, “能動的情報資源の概念に基づくネットワーク管理支援システムの設計,” 情処学 DPS 研報, 2003-DPS-114, pp.189-194, 2003.
- [4] B. Li et al., : Design of agent-based active information resource, The 1st International Conference on Agent-Based Technologies and Systems, pp. 233-244 (2003).
- [5] DASH - Distributed Agent System based on Hybrid architecture. <http://www.agent-town.com/dash>.

