

大規模分散ネットワーク運用管理システムの提案

長田 智和† 谷口 祐治‡ 玉城史朗†

† 琉球大学理工学研究科総合知能工学専攻 ‡ 琉球大学総合情報処理センター

概要

近年、インターネットの普及により、ネットワークを導入する企業・研究機関などが急増し、その規模も大規模化している。それに伴い、広域ネットワークでは基幹網の高速化、分散化が進み、構内ネットワークでは、GigabitEthernet, ATM ネット等による超高速ネットワーク化とマルチベンダ化が進んでいる。

一方、このような急速な進歩を遂げているネットワーク構築技術とは対照的に、全ての規模のネットワークにおける統合的なネットワーク運用管理技術は、これまで革新的なものではなく、未だに管理者の経験に基づいた旧態依然の手法で運用管理が行われている。このため、ますます進化した複雑多岐になっている技術知識や人員的な不足から、ネットワーク管理者の負担は大きなものになっている。

本研究では、この問題に対応するため、ネットワークを効率的に運用管理するためのシステムを提案する。これによって、ネットワーク運用管理コストを低減できるだけでなく、大規模分散ネットワークや広域ネットワーク、又はその複合ネットワークを統合的に運用管理することができる。

A Proposal of Large Scale and Distributed Network Management System

Tomokazu NAGATA† Yuji TANIGUCHI‡ Shiro TAMAKI†

† Department of Information Engineering, University of the Ryukyus
‡ Center for Integrated Information Processings, University of the Ryukyus

Abstract

In recent years, with the spread of internet, enterprises and research institutions which introduced network have rapidly increased in number and on a large scale. Following with the above development are the speedup and distributing of backbone network in Wide Area Network(WAN). While in Local Area Network(LAN), super-high-speed networking and multi-vendoring by GigabitEthernet, ATM network, etc., are making steady progress.

On the other hand, contrastive with network infrastructure technology which is accomplishing such a rapid progress, integrated network management technology, in every scale network, there is nothing innovative till now, and operational management is still done with old technique on the basis of administrators' individual experiences. On this account, network technology, which is developing increasingly and becoming more complicated, and lack of administrator are becoming a big burden to network administrators.

Corresponding to this problem, in this study we propose a system that can operate and manage network effectively. This system can not only reduce network operational management cost, but also do integrated operational management of large scale network and WAN or the complex of the above networks.

1 はじめに

近年、インターネットの急速な普及によって、ネットワークシステムの大規模分散化、高速化が進んでおり、分散型ネットワークシステムや、複数のベンダの製品を用いた、マルチベンダによるネットワークシステムも広く利用されるようになってきている。更に、エンドユーザレベルにおける多種多様な利用形態に応じて、ネットワークシステムに要求される技術要件は年々高度化しており、この要件を満たすために、特にネットワーク構築技術において目覚ましい進歩が遂げられている。

このように、ますます多様化するネットワークシステムにおいて、それを効率的に運用管理するために必要なネットワーク運用管理システムの重要性が高まっており、実際、近年幾つかの機関によって、ネットワーク運用管理システムの標準化に関する作業が進められている。しかし、現時点においては、エンドユーザレベルで実用的に使用可能な統合型のネットワーク運用管理システムは提案されていない。これは、主にマルチベンダ化による管理プロトコルや機器の独自仕様の混在等が、統一的な仕様を決定する障害となっていることに他ならない。

一方、今日においても多くのネットワーク運用管理の現場で行われている運用管理手法では、ますます高度化、複雑化するネットワークシステムに対応することが困難になっており、大量かつ非効率な作業から、ネットワーク管理者へ過剰な負担となることも少なくない。これによって、結果的に利用者へ提供するサービスの品質低下や、ネットワークシステムのスケーラビリティの限界を生み出すことに繋がっている。

本研究では、こうした問題に対処するため、大規模分散ネットワーク運用管理システムを提案する。これは、既存のネットワーク運用管理技術を複合的に組み合わせることを基本に、共通のインターフェイスで利用することで、ネットワーク管理者への統合的なネットワーク運用管理環境を提供するものであり、大規模分散ネットワークを運用管理する上で、ネットワーク管理者に対して最適なネットワーク運用管理支援環境を提供するものである。

2 従来のネットワーク運用管理

2.1 ネットワーク運用管理の分類

ネットワーク運用管理は、障害管理、構成管理、性能管理の3つに大別することができる。これら3つの管理分類は単独で行われるのではなく、それぞれが密接に連携しあい、互いにフィードバックする形で行われる。

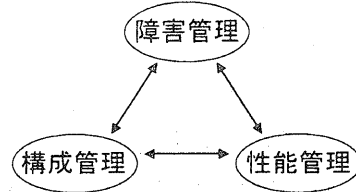


fig.1: ネットワーク運用管理の分類

障害管理:

障害管理は、主に、機器のログ情報などから運用状況を把握し、ハードウェアの故障やコンフィグレーションミスによって発生した問題に対応するといったものである。最近ではセキュリティ攻撃などに対する対策もこれに含まれることが多くなっている。

構成管理:

構成管理は、ネットワークを構成するあらゆる構成要素の情報を管理することである。具体的には、ネットワーク中に新たに機器を増設する際に、既存の機器との接続性を考慮したり、ネットワークを拡張したりする際に、全体構成から最適な設計を行うことなどがこれにあたる。

性能管理:

性能管理は、定常的にネットワークの性能データを収集、評価を行うことによって、将来のトラフィック増加や障害発生を予測することである。具体的には、SNMPなどを用いたポーリングによる通信トラフィックや機器のリソース状態の監視を行い、得られたデータを分析・評価することで行われる。

2.2 従来の運用管理手法の問題点

従来のネットワーク運用管理は、2.1で示したような。障害管理、構成管理、性能管理に基づいて、主に、ネットワーク管理者のスキルに依存した経験的な手法で行われている。具体的には、ネットワーク管理者が、管理対象デバイスに直接又は間接的にア

クセスし、膨大なログなどの情報から問題となる情報の抽出などを行うといったものである。

ネットワークの大規模分散化や高速化に伴って、従来の運用管理手法では以下に挙げるような様々な問題点が指摘されている。

・ネットワークの大規模分散化に伴う問題点

ネットワークの大規模化は、必然的に管理対象サブネットワークやデバイスの増加を伴うものである。従来のネットワーク運用管理手法では、SNMPなどを使ってNMS(Network Management Station)が管理対象デバイスに定期的なポーリングを行い、運用データや性能データを取得していたが、管理対象デバイスが増加することによって、単一のNMSで統合的にデータを収集することが困難になっている。

また、ネットワークの分散化によって、管理対象サブネットやデバイスが遠隔地にあることもあり、特にWANを隔てた場合には、セキュリティ上の問題も発生し、ネットワーク経路でしか運用管理作業が行えない場合の問題が大きくなっている。

・ネットワークの高速化に伴う問題点

近年の、革新的なネットワーク構築技術の進歩によって、特にWANの基幹網や構内ネットワークにおいて、飛躍的なネットワークの高速化が実現されている。これに伴って、従来の数Mbps～10Mbps(100Mbps)といった回線速度を前提としたネットワーク運用管理技術が、そのまま適用できないといった問題が起こっている。具体的には、多くのネットワーク機器のインターフェイスの入出力カウンタが32bitで設計されているため、数100Mbps以上の高速ネットワークでは、数分でカウンタがリセットされてしまい、ポーリングによる統計データの取得が正しく行われなかったり、主に基幹網で急速な高速化が行われているのとは対照的に、中小規模のネットワークにおいては、未だに64Kbps～128Kbps程度の回線が主流であるため、高速ネットワークと低速ネットワーク間の通信速度のギャップによるデータフローに関する問題も起こっている。

・マルチベンダ化に伴う問題点

最近では、SNMPなどの管理プロトコルや、管理ベース(MIB)の標準化によって、ネットワーク運用管理上、ベンダごとの技術的な差異は少なくなりつつある。しかし、実際には、それらも詳細な部分では未だに異なる部分も多く、ベンダごとの独自仕様が無くなることは難しいという点からも、マルチベ

ンダ環境における効率的・統合的なネットワーク運用管理は、今後も継続的な問題になると考えられる。

・ネットワーク管理者の人的な問題点

近年、ますます高まるネットワークシステムの重要性とは対照的に、ネットワーク技術者は大幅に不足している。これによって、必要な数のネットワーク技術者を配置することが困難となり、エンドユーザからの要求をネットワーク運用に早急に反映させることができなかつたり、ネットワークスケーラビリティを低下させてしまうなどの問題が起こっている。

ネットワーク技術者の不足は、あまりに急速に普及するネットワークに、ネットワーク技術者の自然増加が追いついていないことに起因しているが、今後予想されるネットワーク社会において、ネットワーク技術者の絶対数確保は急務である。政策的な対策はもとより、ネットワーク技術者の社会的な認知度を高めることも必要である。

2.3 大規模分散ネットワークの運用管理

一般に、数千台以上のネットワーク機器が接続されているようなネットワークは大規模ネットワークに分類される。大規模ネットワークは、部署やフロアごとに分けられた複数のサブネットワークから構成され、これらのサブネットワークは、階層的な構造になるように構築される。最近では、高速なインテリジェントスイッチを用いたスイッチドネットワークが多く利用され、VLAN(Virtual LAN)によるセグメント分割技術を使ったネットワークの設計が行われている。更に、このようなネットワークでは、単一、又は複数のWAN回線を介して、インターネットに接続される場合が多い。

サブネットワーク単位に階層化されたネットワークは、近年のワークステーションやパーソナルコンピュータの性能向上に伴って、サブネットワークだけで自立的に運用が行われる、分散ネットワークシステムが増えている。また、このような分散化されたネットワークはWAN回線や専用回線を経由して遠隔地にあることも多い。

分散ネットワークシステムは、エンドユーザの視点からは利便性の高いものであるが、ネットワーク運用管理者の視点からは、運用管理コストなどの問題などから、個々のネットワークを個別に運用管理することは難しい。

このように、大規模分散ネットワークでは、理想的にはサブネットワーク単位でネットワーク管理者が配置され、自立的に運用管理が行われていることが望ましいが、ネットワーク管理者の人員的な問題から、そのように行われることは稀であり、実際には fig.2 で示すように、ネットワーク全体管理者が、各サブネットワークの運用管理も並行して行っているというのが多くの現状である。

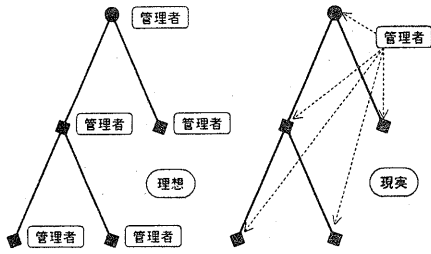


fig.2 : 大規模分散ネットワークの管理形態

3 提案するネットワーク管理手法

2.2 で述べた、従来のネットワーク運用管理手法の問題点や、2.3 で述べた現在の大規模分散ネットワークにおける運用管理の現状から、次の機能要件を満たすネットワーク運用管理システムが必要であると考えられる。

機能要件

1. 大規模分散ネットワークにおいて、管理対象ネットワークやデバイスの増減に依存しない、集中管理型のシステム
2. 管理対象ネットワークが分散型ネットワークであったり、WAN 回線等を経由した遠隔地にある場合でも、安定的かつ安全にネットワーク運用管理が可能なシステム
3. 障害管理、構成管理、性能管理を支援するための管理情報が容易に取得できる情報入出力機能や情報保持機能を持ったシステム
4. ベンダ間の独自仕様や、SNMP、CMIP などの管理プロトコルの差異を吸収し、従来技術や新規技術との親和性を重視したシステム

これらの要件を満たすことにより、従来手法による問題点を解消できるだけでなく、既存技術や新たに開発・標準化される新規技術を柔軟に取り込むこ

とができる、統合型のネットワーク運用管理システムを実現することができると考えられる。

本研究では、実験用の運用管理システムを実装し、キャンパスネットワークなどの実運用ネットワークを使ったフィールド運用実験を行うことで、その有効性や問題点を検証していくものである。

4 大規模分散ネットワーク運用管理システム

4.1 運用管理システムの概要

本研究において提案するネットワーク運用管理システムの基本構成概念は、fig.3 の通りである。

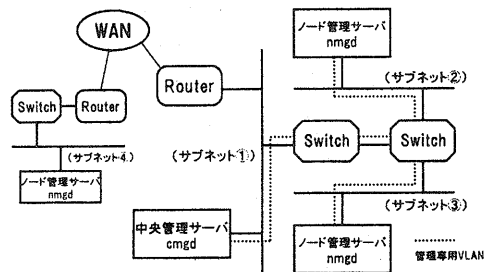


fig.3 : システム基本構成概念

管理対象ネットワークには、1 台以上の中央管理サーバ (cmgd) が配置され、サブネットワーク又は部署単位でそれぞれ 1 台以上のノード管理サーバ (nmgd) が配置される。中央管理サーバ及びノード管理サーバはネットワークインターフェイスを 2 つ持った PC-UNIX ホストで構築され、それぞれグローバルセグメント (一般セグメント) 及び管理専用セグメントに接続される。WAN や専用回線を経由した遠隔ネットワークは、VPN (Virtual Private Network) による安全な通信パスを用いて管理サーバ間の接続を行う。

中央管理サーバ及びノード管理サーバの役割は、以下の通りである。

中央管理サーバ (cmgd)

1. ノード管理サーバに対する定期的なポーリングによる管理情報収集
2. 収集した管理情報の解析及び統計処理
3. 収集・解析した管理情報の正規化及び管理情報データベースへの保存

4. ユーザインターフェイス (Web,i モード, etc.) を介した, ネットワーク管理者への情報提供

ノード管理サーバ (nmgd)

1. 管理対象ネットワーク上に存在するデバイスの管理情報を取得し, cmgd からのポーリングに対して管理情報を cmgd に返す
2. UNIX の標準ネットワークコマンド (ping,traceroute,tcpdump,etc.) や SNMP などの管理プロトコルを使用した管理情報取得, 更に, syslog を使ったデバイスのログ情報の取得
3. センサーデバイスを使った温度管理や実習室等の入退室管理情報の取得

この他に, 中央管理サーバはセカンダリ機能を持ち, プライマリ中央管理サーバの障害時にセカンダリ中央管理サーバがプライマリ中央管理サーバの機能を代行することが可能である. 具体的には, 中央管理サーバの障害時や, 途中経路の障害時に中央管理サーバと通信不能になると, ノード管理サーバはセカンダリ中央管理サーバからのポーリングに応答し, セカンダリ中央管理サーバに対するトラップなどの情報発信も可能となる.

fig.4 は, 中央管理サーバのセカンダリ機能の基本動作を示したものである.

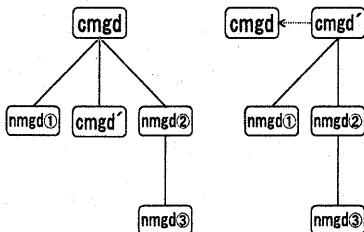


fig.4 : 中央管理サーバのセカンダリ機能

ここでは, セカンダリ中央管理サーバはプライマリ中央管理サーバが障害などで通信不能になった場合, プライマリ中央管理サーバに代わって管理情報収集などの機能を代行する. プライマリ中央管理サーバの復旧後, セカンダリ中央サーバは機能代行中に取得した管理情報をプライマリ中央管理サーバに送り, プライマリ中央管理サーバはその管理情報を既存データにマージした上で元の状態に復帰する.

4.2 アプリケーションの実装

運用管理システムにおける, 中央管理サーバとノード管理サーバは, PC-UNIX(Linux) 上で動作するアプリケーションとして実装している.

fig.5 にあるように, アプリケーションのサーバ層は SNMP, UNIX ネットワークコマンドなどの下位層の上位に位置し, 下位層からのプレゼンテーション機能を担う. また, 機能拡張が容易に行えるように, 下位層とサーバ層との間にインターフェイス層を入れ, サーバ層と下位層の通信は個別モジュールを介して行う.

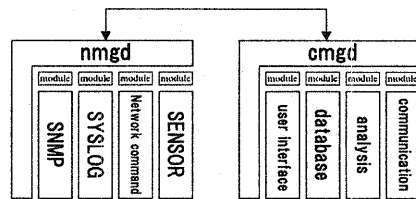


fig.5 : アプリケーションアーキテクチャ

サーバ層は, 下位層の動作を統括する. 例えば, cmgd では, ユーザインターフェイスからの入力に対して, データベースが保持している管理情報から必要な情報を取り出して解析し, ユーザインターフェイスを通してネットワーク管理者に情報提供するという一連の工程の統括等である. また, サーバ層は, 中央管理サーバやノード管理サーバ間の接続制御 (中央管理サーバのセカンダリ機能等) のための機能も組み込まれる.

4.3 運用管理システムの実装

現在, 琉球大学キャンパスネットワークを実験フィールドとした運用管理システムの構築を行っている. 運用管理システムの構成は, fig.6 の通りである.

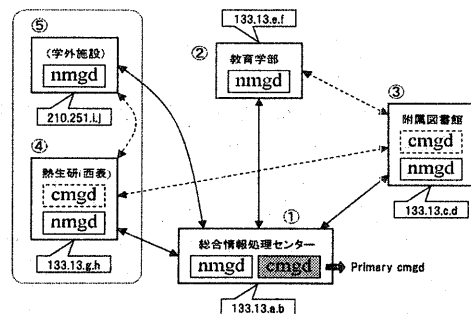


fig.6 : 運用システムの構成

琉球大学キャンパスネットワーク (RAINS) は、接続機器数が2,000台、利用者数は7,000人を超える大規模ネットワークである。基幹ネットワークは、GigabitEthernet, ATM ネット, FDDI ネットの複合ネットワークとして構成され、学外接続は、SINET, OIX の2系統となっている。(年度内にGigabitEthernet網の大幅強化と、商用ISP回線導入を予定している)

今回の実験用の運用管理システムでは、総合情報処理センターにプライマリ中央管理サーバを設置し、附属図書館と教育学部にそれぞれノード管理サーバを配置する。このうち、附属図書館と熱帯生物圏研究センター(西表)では、セカンダリ中央管理サーバも動作し、総合情報処理センターのプライマリ中央管理サーバの障害時に機能を代行する。

学内の中央管理サーバ及びノード管理サーバ間の接続は、VLANによる管理用専用セグメントを使用する。また、学外施設のうち熱帯生物圏研究センター(西表)は専用回線(DA128)、その他の施設はOCN系のWAN回線を使用したVPNによって管理サーバ間の接続を行う。

5 今後の課題

現在、運用実験に向けて、アプリケーションの実装及びキャンパスネットワークを使った運用管理システムの実装を進めている。運用実験には、専用回線やWAN回線を経由した学外のネットワークの参加も予定しており、広範囲に渡った本格的な実証実験を目指す。

今後、各ネットワーク管理者の協力を得ながら運用管理システムの運用並びに検証を行い、利用者からのフィードバックをシステムに反映させながら、実用レベルのシステムを構築していくものである。

6 まとめ

ネットワークの大規模分散化や高速化に伴って、効率的にネットワークを運用管理するための実用的な機構の必要性が叫ばれている。限られたネットワーク管理者が複数のネットワークを経験的な手法に基づいて行う運用管理が限界に来るのは明らかである。このため、ネットワーク環境に関する様々な技術を統合・標準化することで、ネットワーク運用管理工程を簡素化、効率化することはもとより、今後登場

するであろう新規技術と、既存技術との共存環境環境の運用管理も視野に入れた複合的、統合的なネットワーク運用管理システムを考慮する必要がある。

本研究における、大規模分散ネットワーク運用管理システムは、これらの要求を満たし、次世代のより高度化ネットワークにも柔軟に対応できるシステムを目標としている。

参考文献

- [1] 江崎美仁, 佐藤文明: マルチキャストに基づく分散仮想環境管理プロトコル, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.2, pp.262-270(2000).
- [2] 堀内浩規, 吉原貴仁, 小花貞夫, 鈴木健二: 分散オブジェクトを用いたネットワーク管理におけるTMN/SNMP収容方式, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.1, pp.103-112(2000).
- [3] 秋山康智, 田中功一, 柳生子子: 広域分散ネットワークシステムにおける障害対策方式の設計, 情報処理学会研究報告, 2000-DPS-96, pp.1-6(2000).
- [4] 斎藤武夫, Glenn Mansfield, 木下哲夫, 白鳥則郎: 分散環境におけるアプリケーション運用支援システム, 情報処理学会研究報告, 99-DSM-14, pp.149-154(1999).
- [5] 一井信吾: 分散オブジェクト型分散ネットワーク監視・障害検出システムの設計, 情報処理学会研究報告, 99-DSM-16, pp.31-36(1999).
- [6] 林英輔, 中山雅哉, 箱崎勝也: “総論: 安定したネットワーク構築, 運用を目指して”, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol.39, No.10, pp.959-963(1998).
- [7] 浅野正一郎: 大規模ネットワーク構築上の課題, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol.39, No.10, pp.964-968(1998).
- [8] 荒野高志, 西郷英敏: 大規模商用ネットワークの運用事例, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol.39, No.10, pp.969-975(1998).
- [9] 多田壽, 松本伸也, 勅使河原可海: 大規模高速ネットワーク運用管理に関する標準化動向, 情報処理学会誌「情報処理」, Vol.39, No.10, pp.983-991(1998).