

## モバイルエージェントによる大規模・分散形ネットワーク管理法の一提案

三好 優† 釜洞 健太郎† 朴 容震†† 浦野 義頼† 富永 英義†,‡

†早稲田大学大学院 理工学研究科

〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

Tel: (03)5286-3385

E-mail: you,kama,tominaga@tom.comm.waseda.ac.jp

††漢陽大学校 工科大学 電子工学科

〒133-791 韓国 ソウル市城東区杏堂洞 17 番地

Tel: +82(2)2281-6579

E-mail: park@hyuee.hanyang.ac.kr

‡早稲田大学国際情報通信研究センター

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-3-10 早稲田大学 29-7 号館

Tel: (03)5286-3831

E-mail: urano@giti.or.jp

あらまし 近年ネットワーク構成は巨大化、複雑化の傾向にあり、次世代におけるネットワーク管理は従来の管理法では困難になると予想される。筆者らは分散オブジェクト技術モバイルエージェントを従来のネットワーク管理システムに組み込むことによって、大規模・分散形ネットワーク管理を実現するネットワーク管理法を提案する。また、提案した管理モデルを基に実装を行ったシステムの評価を行い、その結果、通信情報量特性および処理時間特性において、複数・大規模の管理対象を扱う場合ほど従来の管理システムと比較して有効な特性を持つことを示した。

キーワード モバイルエージェント ネットワーク管理 MIB SNMP

## A Proposal of Distributed and Large-Scale Network Management Methods with Mobile Agents

Yu MIYOSHI† Kentaro KAMAHORA† Yong-Jin PARK††

Yoshiyori URANO‡ Hideyoshi TOMINAGA†,‡

†Graduate School of Science and Engineering, Waseda University

3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-8555 Japan

Tel: +81-3-5286-3385

E-mail: you,kama,tominaga@tom.comm.waseda.ac.jp

††Dept. of Electronics Engineering, HanYang University

17 Hangdang-dong, Seodong-ku, Seoul, 133-791 Korea

Tel: +82-2-2290-0355

E-mail: park@hyuee.hanyang.ac.kr

‡Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University

1-3-10 Nishi-Waseda, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0051 Japan

Tel: +81-3-5286-3831

E-mail: urano@giti.or.jp

Abstract Since networks tend to be diversified and complicated in recent years, existing management methods cannot be applied for the next generation network. We proposed a new management method which realizes management of large-scale and distributed networks by management systems including mobile agents. And we have evaluated effectiveness of our system which are implemented based on proposal models. Regarding to total traffic and processing time, our system proved to be more effective than existing systems, in the case of managed resources which are plural and distributed.

key words mobile agent network management MIB SNMP

## 1. はじめに

インターネットに代表されるようなローカルスキーマの積み上げによるボトムアップ的なアプローチを見せる広域分散形ネットワークを一つのネットワーク管理システムによって一元集中的に管理する手法には限界がある。近年ネットワーク構成は巨大化、複雑化の傾向にあり、次世代のネットワーク管理は従来の管理法ではますます困難になると予測される。現在用いられている管理法は小規模なネットワークを対象として設計されており、次世代の大規模で複雑なネットワークを管理するには問題点が多く、何らかの手段を講じる必要がある。

筆者らは、ロバストで柔軟性の高い分散オブジェクト技術モバイルエージェントに着目し、モバイルエージェントを従来のネットワーク管理技術と組み合わせることにより、高機能でかつ大規模・分散形ネットワークの柔軟な管理を実現する方式を提案する。

## 2. 従来の管理法の問題点

ネットワーク構成管理を行う際、一般にSNMP (Simple Network Management Protocol)[1] が用いられる。SNMPはシンプルであることを追求したネットワーク管理用の通信プロトコルである。その構成はマネージャ/エージェントモデル(図1)に基づき、管理ステーション側(マネージャ)にその処理とデータの記憶のほとんどを任せ、管理対象システム側(エージェント)はその補足サブセット的な機能を持たせている。このため管理対象システムにはエージェントとして最小限のソフトウェアを用意するだけで良い。

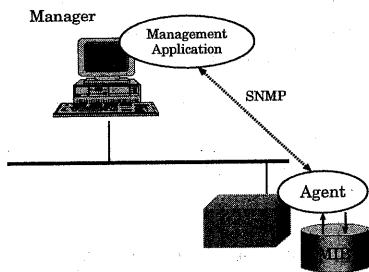


図1 SNMPの構成(マネージャ/エージェントモデル)

SNMPにはいくつかの問題点が存在する。シンプルなプロトコルとして設計されたため1)単純な機能のみに限られていること、ファイアウォールなどで外部からの2)アクセスが制限されること、3)ベンダによって機能に差異が存在すること、一対一通信を基本とするマネージャ/エージェントモデルのため、管理対象増加に伴い4)トラフィックが増加すること、マネージャが他のマネージャにアクセス

する機能などが一般的ではないため、5)管理対象機器同士の情報の連携ができないことなどが挙げられる。

これらの問題のなかには、小規模ネットワーク管理において利点となっている特性が、大規模ネットワーク管理に置き換わることで欠点に転じてしまうものがある。多様で複雑な形態を取ると予想される次世代ネットワーク管理へ適用する場合、SNMPが抱えるこれらの問題は深刻である。

## 3. モバイルエージェントによるネットワーク管理方式

### 3.1 提案方式の特徴

以上の問題点を克服するため、筆者らは従来のネットワーク管理システムにモバイルエージェントを組み合わせたネットワーク管理法を提案し問題の解決を図る。以下に本提案方式の特徴をまとめる。

#### 従来のネットワーク管理の仕組みを活用

本システムの実装はSNMP中心のネットワーク管理の問題と考えられる部位をモバイルエージェントが補完する形で行われている。既に多くのネットワークに導入されているSNMPの汎用性の高さを保ったまま、分散オブジェクト技術であるモバイルエージェントによって柔軟性、拡張性、高度な機能を組み込む。

#### 他のSNMPアプリケーションと互換

本システムの管理エージェントは他のSNMPアプリケーションからアクセス可能であり、本システムで用いられるマネージャやモバイルエージェントも他のSNMPエージェントへアクセス可能である。

### 3.2 モバイル管理エージェントモデル

従来のマネージャ/エージェントモデルにモバイルエージェントを組み合わせて拡張した、モバイル管理エージェントモデルを図2に示す。

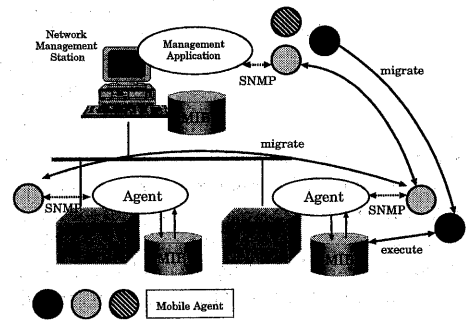


図2 モバイル管理エージェントモデル

このモデルではSNMPのマネージャと管理エージェントの通信をモバイルエージェントが担当する。モバイルエージェントはマネージャの命令を携えて管理対象機器へ移動し、管理対象機器上で処理を行う。その後管理エージェントから得られた処理結果をモバイルエージェントがマネージャへ送信する。このため機能の異なる複数のモバイルエージェントを用意するだけで多様な管理形態が得られる。本システムで用意されているモバイルエージェントについて述べる。

### (1) 管理エージェントへアクセス

モバイルエージェントが移動し、管理対象上でSNMPによるアクセスを行う。定期的にモバイルエージェントを送ることでポーリングと等価の機能が実現される。

### (2) 複数の管理対象を巡回

モバイルエージェントが指定された複数の管理対象機器を一度に巡回する。その間モバイルエージェントによる命令はネットワークを介さずに実行されるため、複数の管理対象であってもタスクを終えるまでマネージャと通信する必要がない。

### (3) MIB への処理

モバイルエージェントがMIBへの処理を行う。モバイルエージェントは単なる命令ではなく実行可能プログラムであるためMIBオブジェクトの値の変更の他にオブジェクトそのものの追加、削除、更新が可能である。

### (4) MIB 定義外オブジェクトの導入

MIB-IIのオブジェクトにない情報をモバイルエージェントが扱う。これらの情報はモバイルエージェントおよび本システムのマネージャによって他のMIBオブジェクトと共にまとめて扱うことが可能である。

## 3.3 モバイル管理エージェントモデル評価

ここで従来モデルと比較することにより、モバイル管理エージェントモデルを基に実装したシステムの実績評価を行う。マネージャが管理対象へMIBオブジェクトの値の要求を行い、エージェントが応答を返すまでの処理時間と通信情報量の特性を調査する。比較した両モデルを図3に示す。

#### 方式A：マネージャ / エージェントモデル

従来のマネージャ / エージェントモデルによる通信方式である。マネージャがMIBオブジェクトの値を要求し、管理エージェントが要求に対応した値をSNMPを用いて応答する。

#### 方式B：モバイルエージェントモデル

モバイルエージェントが管理対象機器へ移動し、管理対象機器上でオブジェクトの要求を行う。応答はモバイルエージェントを経由しマネージャへ送信される。

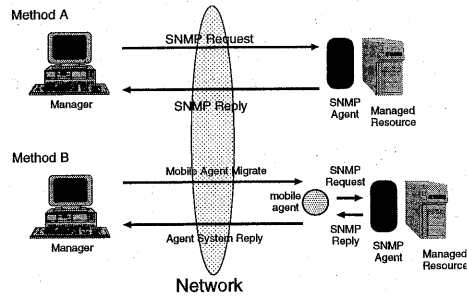


図3 評価システムの動作

今回要求するMIBオブジェクトの数は500個までとし、両方式とも最も効率のと考えられる転送方式をとるように設計されている。

## 3.4 通信情報量特性

まず、マネージャが応答を得るための必要通信情報量を比較する。図4はマネージャからの送信データ量、図5は送信データ量に応答の情報量を加えた総通信トラフィックの比較結果である。

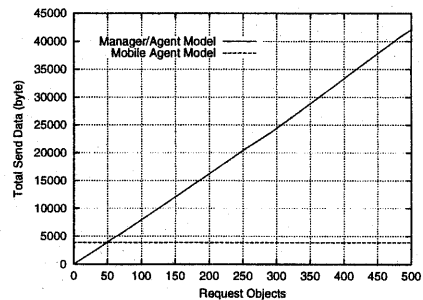


図4 送信情報量特性比較

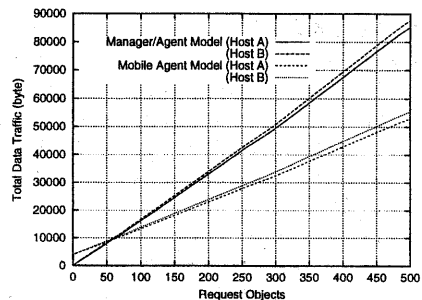


図5 総通信情報量特性比較

図4に示すように、送信情報量は従来方式では要求オブジェクト数に比例して増大するのに対し、提案方式では一定である。これは提案方式では常に同

モバイルエージェントが要求を携えて移動するため、多数のオブジェクトを扱う場合、送信情報量が大幅に抑えられることがわかる。また、総通信量を比較しても、削減効果が如実に現れていることがわかる(図5)。

### 3.5 処理時間特性

次に、要求から応答を得るまでの処理時間特性を図6に示す。

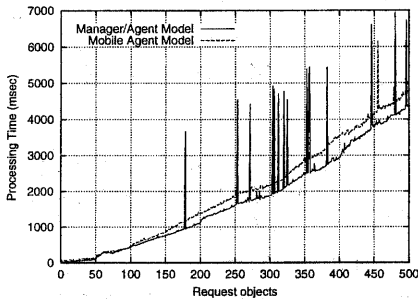


図6 処理時間特性比較

両方式とも要求オブジェクト数が増加するにつれて処理時間が増加している。提案方式はモバイルエージェントの処理が多少複雑であるため、従来方式に比べやや遅延が見られる。一方、従来方式は時にバースト的な遅延が発生していることがわかる。これはパケットロスによる再送が原因の遅延である。SNMPではUDPを用いてPDUを送信するため、要求オブジェクト数に比例して必要送信データグラム数が増加し、結果パケットロスが起こる確率も増加する。モバイルエージェントを用いる場合、こういったネットワークが原因の遅延はほとんど発生しない。これはネットワークを通過するのがモバイルエージェントのバイトコードのみであるため、送受信パケット数が抑えられ、パケットロスの確率が減少するためである。

### 3.6 実験結果考察

以上の結果から、モバイルエージェントのネットワークの状況に左右されにくいロバスト性が示され、モバイルエージェントを用いた方式は従来方式よりもマネージャの負担を抑えることができるといえる。本システムを用いることで得られる効果についてまとめる。

#### ネットワークトラフィック低減

トラフィック削減効果は重要な利点である。ネットワーク全体の負荷が分散し、特にマネージャ端末の負担が軽減される。

#### 遅延時間を計算した管理システムの設計が可能

応答遅延時間を閾値として用いることで、対象端末が正しく動作しているのかシステムがダウンしているのか判定することができる。

#### ネットワークを意識しない処理記述が可能

ローカルな処理をするため管理対象において実時間反応で処理ができる。

#### 大量の情報管理に有効

管理対象の保持する情報が多いほどその優位性は高まる。ただし応答情報量削減に関しては何らかの処理が必要である。

## 4. モバイルエージェントによる大規模ネットワーク管理

### 4.1 大規模・分散形ネットワーク管理モデル

マネージャ/エージェントモデルは大規模なネットワークを扱う場合多くの不都合がある。またここまで提案してきたモバイル管理エージェントモデルにおいても、管理ネットワークが大規模になった場合のトラフィックの増加などの欠点が根本的に改善されているわけではない。

そこで筆者らは、大規模・分散形ネットワークの一元集中管理を行うための管理モデルを提案する(図7)。

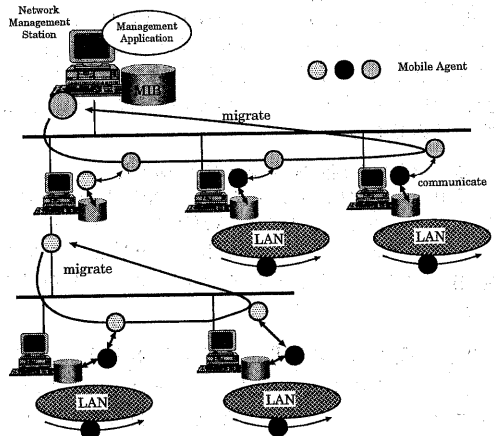


図7 大規模・分散形ネットワーク管理モデル

図7に示すように、このモデルはマネージャを分散配置し、各管理マネージャの通信、連携による分散・階層形のネットワーク管理方式をとっている。必要となるマネージャ間の通信機能は実装にばらつきのあるSNMPv2ではなくモバイルエージェントを用いて実現する。

本方式では上位のマネージャのモバイルエージェントが複数の下位のマネージャを巡回することでポーリングの代替通信を行う。下位の管理システムは上位とは全く独立して自身の担当する各端末(あるいはマネージャ端末)の管理を行う。下位システムの管理体制は、3.2節で述べたモバイル管理エー

エージェントモデルでも、従来のマネージャ/エージェントモデルでも良く、現行のLAN管理を行っているようなネットワーク管理システムをそのまま活用することができる。本モデルにはマネージャを統括するマネージャが存在し、両者の通信手段が新たに必要である。そのため本提案モデル内の各エンティティを機能別にセンタ、マネージャ、管理対象の三つに分類し定義する。

### センタ (Center)

マネージャが持つ情報を集めるマネージャのためのマネージャ。基本的に必要とする機能は通常のマネージャが持つ機能で事足りる。管理アプリケーションとして実装される。

### マネージャ (Manager)

各管理対象から得た情報を MIB に保持する。またセンタに保持している各管理対象の情報を提供する。管理対象から情報を得る部位を従来通りマネージャ、センタに情報を提供する部位をマネージャエージェントと呼ぶことにする。

### 管理対象機器 (Managed Resource)

マネージャによって管理される機器。エージェントが常駐する。本提案システムではモバイルエージェントが移動する以外の変更、改竄を行わない。

## 4.2 マネージャエージェント MIB の提案

マネージャ間通信においてマネージャの MIB から直接オブジェクトを抽出する手法では、外部に提供しやすいように変更を加えることができず、効率も悪い。また、マネージャの MIB にモバイルエージェントがアクセスすることはセキュリティの面でも問題となる。

そこで新たに独自の MIB、マネージャエージェント MIB を導入する。マネージャエージェント MIB はマネージャが複数の管理対象から得た別々の MIB オブジェクトを一つの MIB にまとめ、利用しやすい形でセンタに提供することを目的とする。マネージャエージェント MIB の各オブジェクトは、マネージャのポーリングによって得られたオブジェクトから自動生成、自動更新され、モバイルエージェントのアクセスに対し情報を提供する。各管理対象から得た情報をグループごとに結合、再構築し、グループ定義する (図 8)。

SNMP でこれまで提案されたマネージャ間通信の仕組みと比較すると、マネージャエージェント MIB は 1) マネージャ機能と独立、2) 従来のマネージャの仕組みからアクセスが可能、3) 特別に加えたポリシーがなく従来の枠組みの拡張で実装、という特徴を持つ。このため特に従来のシステムから容易に拡張が行え、またセキュリティ制限を柔軟に設定できるという利点が備わった。分散形のネットワーク管理の際、この柔軟性は重要となる。

ここで実装を行った提案システムの評価を行う。

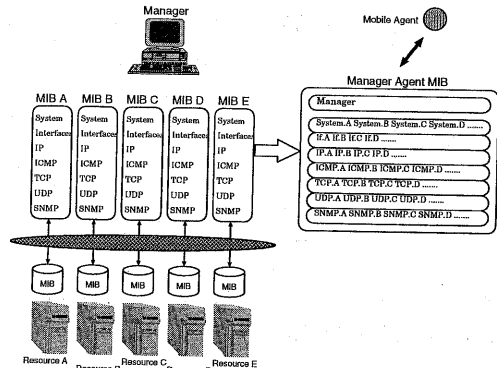


図 8 マネージャエージェント MIB

ネットワーク管理アプリケーションが例えば外部から LAN の構成情報を SNMP を用いて得る場合、各端末から System グループの情報のみを得ることができれば良い。また、端末間のトラヒックを表示するならば Interfaces グループや IP グループの特定オブジェクトを継続してモニタリングすれば良い。このような遠隔にあるマネージャが LAN 内の複数端末を監視するといった状況において、従来の技術を用いた方式と、提案するモバイルエージェントおよびマネージャエージェント MIB を用いた方式を比較する。

管理対象は同一 LAN 内にある四つの端末とし、センタは外部に置かれている。センタは特定のオブジェクトを要求するものとし、この場合の両方式におけるマネージャ (センタ) の通信情報量、処理時間を比較する。管理対象のうち一台がマネージャエージェント機能を持ち、自らを含む管理対象四台の情報をマネージャエージェント MIB が保持している。各端末にはそれぞれエージェントが存在する。従来方式では直接管理対象と通信を行い情報を獲得する。提案方式ではマネージャエージェント MIB にアクセスするのみである。

## 4.3 通信情報量特性

通信情報量特性を図 9 に示す。提案方式は通信情報量が削減されていることがわかる。これはマネージャ (センタ) にかかる負担が分散されたということである。本方式はマネージャエージェント MIB およびマネージャが応答情報の圧縮処理を行うため、モバイルエージェントを用いるのみの場合よりもさらなる通信情報量削減効果を持つ。また、情報を得た後に、ネットワーク構成や端末間トラヒックなどを示す場合、従来方式では各管理対象から得たオブジェクトを意味的に結合する処理が必要であるのに対し、マネージャエージェント MIB は一つのグループとしてそのまま情報を提供することができ

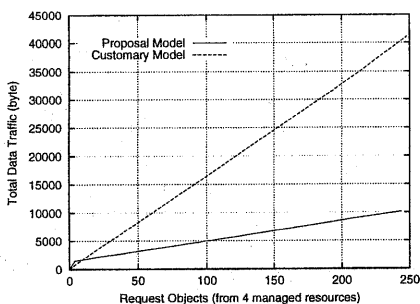


図9 マネージャエージェント MIB を用いた場合の総通信情報量特性

る。

#### 4.4 処理時間特性

続いて処理時間特性を比較する。図10は両方式を用いて MIB オブジェクトを得るまでの処理時間比較である。従来方式は処理時間に大きなばらつきがあったため、複数回の実験結果の最大値、最小値、平均値を算出して比較した。

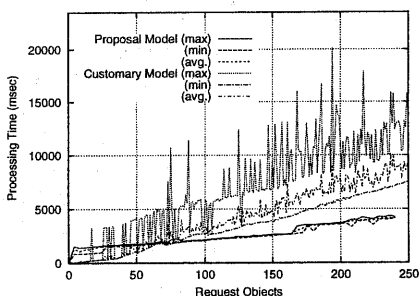


図10 マネージャエージェント MIB を用いた場合の処理時間特性

従来方式ではパケットロス、再送によるバースト的遅延が多く見られる。応答までの時間の最小値と最大値の差は最大約14(sec)となっている。複数端末管理を行う状況では管理アプリケーションはどの通信路でこのような遅延が発生したか関知しないため、このような遅延時間の予測・回避は不可能である。バースト的遅延を除けば処理時間は要求オブジェクト数に比例して増加する傾向にある。

一方提案方式は従来方式と比べ、初期処理に多くの時間を要するが、その後は要求オブジェクト数に合わせて緩やかに増加する傾向にある。これはモバイルエージェントの処理および応答情報のシリアルイズ、圧縮処理などの占める割合が大きいためである。処理時間の増加が従来手法よりも緩やかなのは提案方式がセンタとマネージャとの通信のみであるため、管理対象端末の数とネットワークの遅延は

提案方式においては関連性がなくなる。今回の状況では要求オブジェクト数が約75個のとき処理時間が逆転している。また、パケットロスによるバースト的遅延が見られないというモバイルエージェントの特性は全く変わらない。

#### 4.5 マネージャエージェント MIB の特徴

評価実験を通して得たマネージャエージェント MIB の特徴をまとめる。

##### ● ネットワークの MIB

マネージャエージェント MIB は複数端末管理に用いられる場合に大きな効果を発揮する。一方で個々の端末の情報を詳細に得る場合には無駄が多く、機能的でない。つまりその用途から、マネージャエージェント MIB はネットワークの情報を保持する MIB という性格を持っているといえる。

##### ● トラフィック削減

モバイルエージェントの移動をセンタ/マネージャ間とマネージャ/管理対象間に区分できるため、ネットワーク遅延などにロバストである。このように明確に通信対象を区分し、かつモバイルエージェントを配置することで各通信路のトラフィックはそれぞれ軽減される。

##### ● セキュリティ制限への対処

マネージャエージェント MIB を間に置くことで、センタのモバイルエージェントのアクセスをマネージャエージェントだけに制限することができ、モバイルエージェントを変更することで制限の強化・緩和を行うこともできる。一方センタ側にもファイアウォールのため通常は全く情報が得られないはずの端末の情報を入手できる利点がある。

## 5. むすび

筆者らが提案したネットワーク管理システムは、大規模・分散形のネットワーク管理において高い性能を持つことを実証し、次世代のネットワーク管理法の一方式として、モバイルエージェントを用いたネットワーク管理法が非常に有望であることを示した。この特性を活かすことによって、ネットワーク管理システムに限らず大規模・分散システムに応用した場合、モバイルエージェントは非常に高い能力を発揮するといえるだろう。

## 文献

- [1] J. Case, M. Fedor, M. L. Schoffstall and C. Davin: "A Simple Network Management Protocol (SNMP)", IETF RFC1157(1990).
- [2] Y. Miyoshi, K. Kamahora, Y. J. Park, Y. Urano and H. Tominaga: "An Advanced Network Management System with Mobile Agents", APCC/OECC'99, vol.2, pp.1196-1199(1999).