

博士学位論文

(内容の要旨及び論文審査の結果の要旨)

Naoto Miyauchi

氏名 宮内 直人
学位の種類 博士 (経営情報科学)
学位記番号 博 乙 第3号
学位授与 平成28年2月22日
学位授与条件 学位規定第3条第4項該当
論文題目 情報通信システムにおけるネットワーク管理に関する研究
論文審査委員 (主査) 教授 水野 忠則¹
(審査委員) 教授 中條 直也¹ 教授 森本 正志¹

論文内容の要旨

情報通信システムにおけるネットワーク管理に関する研究

本論文は情報通信システムにおけるネットワーク管理について、論文提出者自身がおこなった4つの研究を中心として考察を行った結果をまとめたものであり、全7章から構成される。

第1章は、緒言であり、研究の目的、要旨および本論文の構成を述べる。

第2章は、本論文の主題である情報通信システムにおけるネットワーク管理技術の概要について述べる。

まず、ISO/IEC JTC1とITU-Tが標準化を行ったOSI管理と、IETFが標準化を行ったSNMPについて述べる。OSI管理の標準化項目は、管理プロトコルと管理情報に分けることができる。

次に、情報通信システムにおけるネットワーク管理技術を体系的に整理し、技術課題を抽出する。関連する技術分野は、ネットワークを構築するためのネットワークの通信プロトコル技術と、ネットワーク管理システムを構築するためのデータベース技術、ソフトウェア構築技術、セキュリティ管理技術である。

第3章はOSI管理システムを実現するエージェント・ソフトウェアを開発し、管理情報を管理するデータベースをオブジェクト指向データベースとして実現したので、開

発方針と開発結果について報告する。また、管理情報に関するソフトウェアの開発を支援するために、管理情報を定義したテンプレートから管理情報へのアクセスモジュールを自動生成するツールを開発したので、その設計アーキテクチャと実装結果を報告する。

エージェントシステムの設計にあたっては、管理対象をオブジェクト指向の手法を用いてモデル化し、MIBをオブジェクト指向データベースとして実現した。また、MIBの操作言語には、我々の開発したオブジェクト指向言語superCを採用した。MIBの操作については、管理情報が記述されたテンプレートから管理情報へのアクセス処理部分を生成するMINTを開発した。その結果OSI管理モデルに忠実なソフトウェアを作成することができた上、管理情報へのアクセスが容易となり、各種の管理情報定義にも柔軟に対応することが可能となった。

更に、管理情報に依存する部分と管理情報に依存しない部分を分離した結果、管理プロトコル処理モジュールは管理情報にかかわらず、当初の設計方針どおり汎用的に使用できた。

また、MIBアクセスモジュールを、1つのプロセスではなくライブラリとして実現した結果、不要なプロセス間通信によるオーバーヘッドを回避できたと考えられる。

第4章はOSI管理とSNMPをベースとして、複数のサブメインネットワークから構成される事業会社のネットワーク運用管理方法について報告する。一般に、事業会

社では各事業所に分散配置された LAN を広域網で接続して、全社的なネットワークシステムの構築を行っている。このような大規模ネットワークシステムを安全に効率よく運用するには、ネットワーク及びシステムの管理が非常に重要である。そのため、複数の分散配置された LAN ドメインを統合的に管理するためのアーキテクチャとして、LAN ドメイン内は SNMP によるドメインマネージャによる管理、LAN ドメイン間は OSI による統合マネージャによる統合管理を行うアーキテクチャを提案する。また、提案したアーキテクチャを実現するため、管理プロトコルの変換方式、管理情報の統合方法、および実現ソフトウェアの概要について述べる。統合マネージャは、ドメインマネージャを管理し、ドメインマネージャは、末端の LAN 機器を管理している。

統合マネージャとドメインマネージャは、OSI 管理に準拠し、テンプレートで記述した管理情報を処理することができる。管理情報については、OSI 管理が規定する管理情報に加えて、NMF の管理情報ライブラリをサポートした。

また、統合マネージャが扱う MIB スキーマを抽象的な MO クラスとして固定(動的 MIB スキーマを採用)したことによって、統合マネージャの適用領域を広げることが可能となり、可搬性が高くなった。

さらに、プログラム開発において、OSF/DME が公認する管理 API (XMP/APD)を採用したことにより、アプリケーションの可搬性が高くなることが期待できる。ドメインマネージャは、CMIP と SNMP のプロトコル変換、および OSI-SMI と IAB-SMI の管理情報変換を行う。また、TCP/IP 管理のデ・ファクト標準である SNMP に準拠し、管理情報として MIB-II を処理することも可能である。

第 5 章と第 6 章は、第 3 章と第 4 章で提案したネットワーク管理方法を、実際のネットワークシステムに適用した結果について述べる。まず、第 5 章は、第 3 章と第 4 章で提案した階層管理の手法を、FTTH のバックボーン・ネットワークの一方式である ATM-PON 加入者収容装置のネットワーク管理に適用した結果について述べる。標準的な管理プロトコルである CMIP に加えて、CORBA および TL1 を使って管理する階層的なネットワーク管理装置を設計した。標準的な管理プロトコルと管理情報をカスタマイズすることによって、10 万以上の管理対象を効率よくネットワークを管理する方式について述べる。

第 6 章は、近年急速に普及が進んでいるスマートメーターから構成される電力自動検針ネットワークの運用管理システムに応用したので、その展開方法について述べる。スマートメーターの導入によって、自動的かつリアルタイムに電力量を検針することが可能となり、さらにはオンデ

マンドの発電も可能となる。

筆者らはスマートグリッドを実現するために必要な情報通信システムの要件を抽出し、スマートグリッドのサブシステムとなる電力需給制御と配電制御、およびスマートメーターの試作システムについて報告する。特に、スマートメーター・サブシステムについて、920MHz 無線と携帯電話網、PLC を利用したスマートメーターとそれらを運用管理する計算機システムから構成されるスマートメーター通信システムについて、設計アーキテクチャと、実現上の課題、解決策について述べた。

第 7 章は結言であり、第 2 章から第 6 章で述べた情報通信システムにおけるネットワーク管理に関する研究のまとめを行うとともに、本論文で述べてきたネットワーク運用管理の今後の方向性に考察をおこなっている。

論文審査結果の要旨

宮内直人君提出の博士論文「情報通信システムにおけるネットワーク管理に関する研究」に関する研究」は、情報通信システムにおけるネットワーク管理について、論文提出者自身がおこなった 4 つの研究を中心として考察を行った結果をまとめたものであり、全 7 章から構成される。

第 1 章は、緒言であり、研究の目的、要旨および本論文の構成を述べる。

第 2 章は、本論文の主題である情報通信システムにおけるネットワーク管理技術の概要について述べる。

まず、ISO/IEC JTC1 と ITU-T が標準化を行った OSI 管理と、IETF が標準化を行った SNMP について述べる。OSI 管理の標準化項目は、管理プロトコルと管理情報に分けることができる。

次に、情報通信システムにおけるネットワーク管理技術を体系的に整理し、技術課題を抽出する。関連する技術分野は、ネットワークを構築するためのネットワークの通信プロトコル技術と、ネットワーク管理システムを構築するためのデータベース技術、ソフトウェア構築技術、セキュリティ管理技術である。

第 3 章は OSI 管理システムを実現するエージェント・ソフトウェアを開発し、管理情報を管理するデータベースをオブジェクト指向データベースとして実現したので、開発方針と開発結果について報告する。また、管理情報に関するソフトウェアの開発を支援するために、管理情報を定義したテンプレートから管理情報へのアクセスモジュールを自動生成するツールを開発したので、その設計アーキテクチャと実装結果を報告する。

エージェントシステムの設計にあたっては、管理対象を

オブジェクト指向の手法を用いてモデル化し、MIB をオブジェクト指向データベースとして実現した。また、MIB の操作言語には、我々の開発したオブジェクト指向言語 **superC** を採用した。MIB の操作については、管理情報が記述されたテンプレートから管理情報へのアクセス処理部分を生成する **MINT** を開発した。その結果 **OSI** 管理モデルに忠実なソフトウェアを作成することができた上、管理情報へのアクセスが容易となり、各種の管理情報定義にも柔軟に対応することが可能となった。

更に、管理情報に依存する部分と管理情報に依存しない部分を分離した結果、管理プロトコル処理モジュールは管理情報にかかわらず、当初の設計方針どおり汎用的に使用できた。

また、MIB アクセスモジュールを、1 つのプロセスではなくライブラリとして実現した結果、不要なプロセス間通信によるオーバーヘッドを回避できたと考えられる。

第4章は **OSI** 管理と **SNMP** をベースとして、複数のサブドメインネットワークから構成される事業会社のネットワーク運用管理方法について報告する。一般に、事業会社では各事業所に分散配置された **LAN** を広域網で接続して、全社的なネットワークシステムの構築を行っている。このような大規模ネットワークシステムを安全に効率よく運用するには、ネットワーク及びシステムの管理が非常に重要である。そのため、複数の分散配置された **LAN** ドメインを統合的に管理するためのアーキテクチャとして、**LAN** ドメイン内は **SNMP** によるドメインマネージャによる管理、**LAN** ドメイン間は **OSI** による統合マネージャによる統合管理を行うアーキテクチャを提案する。また、提案したアーキテクチャを実現するため、管理プロトコルの変換方式、管理情報の統合方法、および実現ソフトウェアの概要について述べる。統合マネージャは、ドメインマネージャを管理し、ドメインマネージャは、末端の **LAN** 機器を管理している。

統合マネージャとドメインマネージャは、**OSI** 管理に準拠し、テンプレートで記述した管理情報を処理することができる。管理情報については、**OSI** 管理が規定する管理情報に加えて、**NMF** の管理情報ライブラリをサポートした。

また、統合マネージャが扱う **MIB** スキーマを抽象的な **MO** クラスとして固定(動的 **MIB** スキーマを採用)したことによって、統合マネージャの適用領域を広げることが可能となり、可搬性が高くなった。

さらに、プログラム開発において、**OSF/DME** が公認する管理 **API (XMP/API)** を採用したことにより、アプリケーションの可搬性が高くなることが期待できる。ドメインマネージャは、**CMIP** と **SNMP** のプロトコル変換、およ

び **OSI-SMI** と **IAB-SMI** の管理情報変換を行う。また、**TCP/IP** 管理のデ・ファクト標準である **SNMP** に準拠し、管理情報として **MIB-II** を処理することも可能である。

第5章と第6章は、第3章と第4章で提案したネットワーク管理方法を、実際のネットワークシステムに適用した結果について述べる。まず、第5章は、第3章と第4章で提案した階層管理の手法を、**FTTH** のバックボーン・ネットワークの一方式である **ATM-PON** 加入者収容装置のネットワーク管理に適用した結果について述べる。標準的な管理プロトコルである **CMIP** に加えて、**CORBA** および **TL1** を使って管理する階層的なネットワーク管理装置を設計した。標準的な管理プロトコルと管理情報をカスタマイズすることによって、10 万以上の管理対象を効率よくネットワークを管理する方式について述べる。

第6章は、近年急速に普及が進んでいるスマートメーターから構成される電力自動検針ネットワークの運用管理システムに応用したので、その展開方法について述べる。スマートメーターの導入によって、自動的かつリアルタイムに電力量を検針することが可能となり、さらにはオンデマンドの発電も可能となる。

筆者らはスマートグリッドを実現するために必要な情報通信システムの要件を抽出し、スマートグリッドのサブシステムとなる電力需給制御と配電制御、およびスマートメーターの試作システムについて報告する。特に、スマートメーター・サブシステムについて、**920MHz** 無線と携帯電話網、**PLC** を利用したスマートメーターとそれらを運用管理する計算機システムから構成されるスマートメーター通信システムについて、設計アーキテクチャと、実現上の課題、解決策について述べた。

第7章は結言であり、第2章から第6章で述べた情報通信システムにおけるネットワーク管理に関する研究のまとめを行うとともに、本論文で述べてきたネットワーク運用管理の今後の方向性に考察をおこなっている。

以上述べたように、本論文は論文提出者自身が行った4つの研究を中心として情報通信システムにおけるネットワーク管理に関する綿密な考察を行った結果を述べたものであり、当該分野を中心として学術上および応用上寄与するところが極めて大きい。よって、本学位論文提出者宮内直人君は、博士(経営情報科学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。