

Layer2 ネットワーク構成情報推測・表示システムのための 構成情報の収集

～構成情報のベンダ依存性について～

藤田 俊輔[†] 吉田 和幸[‡]

[†]大分大学工学部 〒870-1192 大分県大分市且野原 700 番地

[‡]大分大学学術情報拠点情報基盤センター 〒870-1192 大分県大分市且野原 700 番地

E-mail: [†]v08e3024@csis.oita-u.ac.jp, [‡]yoshida@csis.oita-u.ac.jp

あらまし 我々は LAN スイッチを主として構成される Layer2 ネットワークのトポロジを推測するアルゴリズムを提案し、機器間の接続関係を推測・表示するシステムを作成し利用してきた。現在本システムの運用環境である大分大学では、多数のベンダの LAN スイッチを用いてネットワークを構築している。このような環境で、ベンダに依存せずに各 LAN スイッチの情報を取得するために、SNMP を用いている。しかし、SNMP を用いて MIB2 の情報を収集しても、いくつかの LAN スイッチでは機種に依存した特殊な手続きを取る必要があることがわかった。本論文では異なるベンダの LAN スイッチが混在するネットワークにおける構成情報の収集について述べる。

キーワード LAN スイッチ, ネットワーク構成, SNMP, MIB

Collection of Topology Information for Layer2 Network Topology Visualizing System ～about Vender Dependent Topology Information～

Shunsuke FUJITA[†] Kazuyuki YOSHIDA[‡]

[†]Faculty of Engineering, Oita University 700 Dan-noharu, Oita-shi, Oita, 870-1116 Japan

[‡]Information Processing Center, Oita University 700 Dan-noharu, Oita-shi, Oita, 870-1116 Japan

E-mail: [†]v08e3024@csis.oita-u.ac.jp, [‡]yoshida@csis.oita-u.ac.jp

Abstract We proposed the algorithm which infer Layer2 Network Topology. And we make and use the system which discovers LAN Topology using the algorithm, and displays it visually. In Oita university the Layer2 Network is composed of many vendors' LAN switches. For absorbing vender disparities, we use SNMP to collect LAN switches' information. However, several LAN switches need unusual process. In this paper, we describe collection of LAN Topology Information from different vendors' Layer2 Network.

Keyword LAN switch, Network Topology, SNMP, MIB

1. はじめに

ネットワーク構成を把握することはネットワーク管理を行う上で非常に重要なことである。ネットワークの構成を正確に把握しておくことにより、ネットワークの管理者は問題に対して素早い対処と予防ができる。また、現在多く利用されている VLAN 技術はネットワーク機器同士がどのインタフェースで接続しているかを知る必要がある。そのため新たな VLAN を設定する際にもネットワーク構成の把握は重要となる。

しかしながら、ネットワークの物理的構成を反映する Layer2 レベルでの構成の把握は困難である。我々は

LAN スイッチから収集した FDB(Forwarding Database) を用いて、LAN スイッチ間の接続関係を推測するアルゴリズムを提案し、このアルゴリズムを用いて推測された LAN スイッチ間の接続関係を表示するシステムを作成し、利用してきた [1][2][3][4][5][6][7][8][9][10][11][12]。このシステムでは収集できた FDB の量にかかわらず、ほぼ安定した推測結果を得ることができている。

LAN スイッチからの情報収集については、異なるベンダの機器でも同じ手続きで情報を取得できる必要がある。しかし、一般的な LAN スイッチの設定変更・情

報取得手段である CLI(Command Line Interface)ではベンダごとにその仕様が異なり、個々の収集システムを構築する必要がある。これを解決するために本システムではネットワークによる管理プロトコルである、SNMP(Simple Network Management System)[15]を利用することでベンダ間・機器間の差異を吸収している。

しかし、ベンダによっては SNMP を利用する際に特別な工程を必要とするものがある。

本論文では、まず 2 章で我々が提案・作成してきた Layer2 ネットワークトポロジー推測・表示システム(以下、本システム)の概要について述べる。3 章では運用環境である大分大学学内 LAN のネットワーク構成と、SNMP を用いて収集する構成情報について述べる。4 章では構成情報のベンダ依存性と、その解決法について述べる。5 章では結論としてまとめと、本システムの今後の課題について述べる。

2. ネットワークトポロジー推測・表示システムの概要

本章では本システムの概要について述べる。本システムは構成情報を収集する「構成情報収集部」、収集した情報を基に接続関係を推測する「構成情報推測部」、推測結果を見やすく表示する「構成情報表示部」の 3 つからなる。図 1 に本システムの概要図を示す。

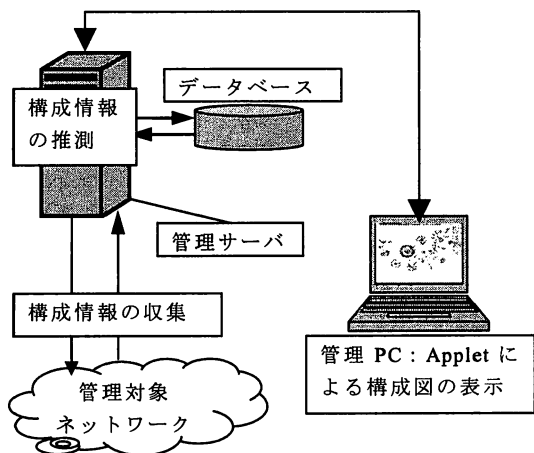


図 1: ネットワークトポロジー推測・表示システム

2.1. 構成情報収集部

構成情報収集部では、監視対象であるネットワーク内に管理用のサーバを設置し、SNMP を用いて定期的にネットワーク機器の構成情報を収集する。また、収集した情報を、接続関係を推測するためのデータへと

変換する。詳しくは 3 章で述べる。

2.2. 構成情報推測部

収集部で変換された構成情報を基にして、機器同士がお互いにどのポートで接続しているかを推測し、機器間の直接の接続関係を推測する。機器間の接続を決定するために推測を必要とするのは、Layer2 ネットワークの主な構成要素である LAN スイッチに十分な構成情報が存在しないためである。

2.3. 構成情報表示部

構成情報表示部では推測された接続関係を見やすく表示する。表示は機器を表すノードと、接続関係を表すリンクからなり、リンクには接続情報としてインタフェース番号を表示できる。また、ノードやリンクが重ならないように自動配置を行うアルゴリズムも実装している。他にもスケーリングや回転、差分表示が可能である。図 2 は本システムで利用しているネットワーク構成情報表示プログラムの実行時の画像である。

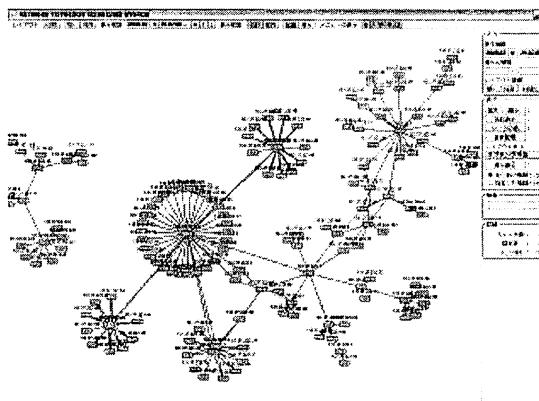


図 2: ネットワーク構成情報表示プログラム

3. 構成情報の収集

3.1. ネットワーク構成

本システムを運用している大分大学且野原キャンパスの LAN(以下、学内 LAN)では、ネットワーク管理用 VLAN を設定して、大部分のネットワーク機器をこの VLAN に参加させている。SNMP を用いて、これらの機器すべてからインタフェースの情報を、また LAN スイッチからはそれに加えて FDB に関する情報を収集している。現在、情報を収集している LAN スイッチとそのベンダを表 1 に示す。

LAN スイッチ以外にもルータや、ファイルサーバ、

DNS サーバ、Web サーバ等もネットワーク運用を円滑に行うための重要な要素であるため、これらのルータ、サーバからも定期的に情報を収集している。

表 1:学内 LAN を構成する LAN スイッチとそのベンダ

ベンダ	LAN スイッチ名
3Com	SuperStackII, CoreBuilder 3500
ALAXALA	AX2430S-24T2X, AX2430S-48T, AX2430S-48T2X, AX6308S
AlliedTelesis	8016XL, 8224SL, 8224XL
Cisco	C2950, C2970, C3750
Dell	PC 3324, PC 5212, PC 5224
Enterasys	VH-4802
Extreme	BD6808, Summit
Foundry	FESX424+2XG
HitachiCable	Apresia2024G, Apresia2024T
NetGear	GS716T
PLANEX	FML-24K

3.2. SNMP により取得する情報

上記ネットワークにおいて、LAN スイッチ及びルータ・サーバから、実際に収集する情報についてオブジェクト名とその OID(Object ID)、MIB(Management Information Base) [16]での所属グループと共に説明する。

I : interfaces グループ(以下、if グループ)

ネットワーク機器のインタフェースごとの情報からなるグループである。

(1) ifType

OID : .1.3.6.1.2.1.2.2.1.3

if グループで得られるインタフェースの種類を表している。if グループでは、管理対象となるイーサネット以外にループバックやマネージメントポート、リンクアグリゲーション(以下、LAG)、VLAN-ID などインタフェースとして現れる。このような管理対象外のインタフェース情報を排除するため、ifType 情報を利用する。

ただし、LAG により作成された論理インタフェースは、LAG に設定されたインタフェースの代表インタフェースとして FDB に現れるため、これも管理対象とする。

(2) ifPhysAddress

OID : .1.3.6.1.2.1.2.2.1.6

インタフェースごとに設定された MAC アドレスのテーブルを保持している。機器によってはイ

ンタフェースごとに異なる MAC アドレスを持つものもあり、FDB と組み合わせることで効率的に機器間の接続関係を決定できる。

特に FDB を持たないルータやサーバでは、インタフェースごとに個別の IP アドレスと MAC アドレスが存在するため、LAN スイッチからの接続が分かるだけでなく、どのインタフェースへの接続かも判断できる。

II : dot1dBridge グループ(以下、dot1d グループ)

LAN スイッチのブリッジとしての状態・情報を保持するグループである[18][19]。

(3) dot1dBaseBridgeAddress

OID : .1.3.6.1.2.1.17.1.1.0

ブリッジとしての LAN スイッチ自身の MAC アドレスを表している。

機器によっては if グループで得られる MAC アドレス以外にも代表となる MAC アドレスを持つものがあり、その代表 MAC アドレスが他の LAN スイッチの FDB 上に現れることもあるため、この情報を取得する必要がある。

(4) dot1dBasePortIfIndex

OID : .1.3.6.1.2.1.17.1.4.1.2

dot1d グループでの管理ポートとして用いられる値は、if グループでのインタフェース番号と必ずしも一致しない。そのため、dot1d グループと if グループの管理ポート番号-インタフェース番号の変換テーブルとして、このオブジェクトが存在する。

(5) dot1dTpFdbPort

OID : .1.3.6.1.2.1.17.4.3.1.2

本システムで主に用いる、FDB 情報を格納したオブジェクトである。FDB は、OID に続く 6 桁の ID が MAC アドレスを示し、その MAC アドレスが対応するポート番号が値として格納されている。

(6) dot1qTpFdbPort

OID : .1.3.6.1.2.1.17.7.1.2.2.1.2

VLAN ごとに収集できる FDB 情報を格納したオブジェクトである。OID に続く 1 桁の ID が VLAN-ID を示し、続く 6 桁の ID が MAC アドレスを示す。保持される値は対応するポート番号である。

LAN スイッチによっては、dot1dTpFdbPort と

dot1qTpFdbPort のどちらか一方しか実装していないものもあるため、両方の FDB 情報を取得する必要がある。

(7) dot1dStpPortDesignatedPort

OID : .1.3.6.1.2.1.17.2.15.1.8

STP(Spanning Tree Protocol)をサポートしているブリッジで収集可能なオブジェクトで、STPでの各ポートの代表ブリッジのブリッジ識別子を値として持つ。ブリッジ識別子は上位2バイトが優先度、下位6バイトがMACアドレスで構成されており、dot1dBaseBridgeAddressを参照することでそのポートの直近のLANスイッチ、つまり直接接続しているLANスイッチを、ただちに決定することができる。ただし、STP自体はVLAN以前の技術であり、ブロードキャストによりST(Spanning Tree)を構築するため、同じブロードキャスト・ドメインに存在する、2つのSTPが有効なLANスイッチの間にSTPが無効となっているLANスイッチが存在する場合には、間のLANスイッチを無視してSTを構築する。そのため、このオブジェクトを基に接続関係の決定を行うと、誤った接続関係を導く可能性がある。

3.3. 収集データ活用のための変換処理

3.2節で提示したオブジェクトを有効に活用するため、本システムでは表2のようなデータ形式に変換する。IPは管理対象のネットワーク機器に設定した管理用のIP、ポート番号はMACアドレスが関係しているインタフェースを示す。フラグはポート番号とMACアドレスの関係を表す。(表3参照)

表 2:推測部へ渡すデータ形式

IP	MACアドレス	フラグ	ポート番号
----	---------	-----	-------

表 3:フラグの種類

SYS	ブリッジのMACアドレス (ポート番号は0)
PHY	インタフェースのMACアドレス
FDB	通常のFDB
VLAN-ID	VLANごとのFDB
STP	STPにより得られる代表ブリッジ

ポート番号は3.2節のdot1dBasePortIfIndexでも述べたように、ifグループとdot1dグループで異なる値を利用しているため、dot1dBasePortIfIndexを用いてFDBのポート番号をifグループのインタフェース番号に統一する。これはFDBに限らず、dot1dグループから得

られるデータ全体で行う。

ここではVLAN-IDもフラグとして入れているが、現在はVLANの情報は利用しておらず、あるMACアドレスがどのポートの先に存在しているかのみを接続の推測の材料にしている。

4. 収集情報のベンダ依存性

SNMP及びMIBの規格を満たしている場合はベンダ・機種に関係なく、3章で述べた構成情報の収集と変換により、必要な情報を取得することができるはずである。しかし、実際はいくつかの場合で例外的な処理が必要となった。

4.1. ALAXALA社製LANスイッチについて

ALAXALA社(以下、A社)のLANスイッチでは、dot1dBasePortIfIndexとifIndexの値が必ずしも対応しているわけではないことが分かった。通常はdot1dグループのポート番号をifグループのインタフェース番号に直接変換できるのだが、A社のLANスイッチでは間にもう一つ、変換用のテーブルを必要とする。本システムで参照している変換テーブルは、privateMIBのaxsVBBBasePortIfIndex(OID=.1.3.6.1.4.1.21839.2.2.1.6.1.1.2.1.3)の情報である。これはVLANに設定されているポートに対応する、ifIndexの値である。このprivateMIBを用いてインタフェース番号の変換を行う。構成情報収集用のスクリプトを簡略化するため、全てのLANスイッチに対して、このオブジェクトを要求する。SNMPでは存在しないオブジェクトが要求されても返却するオブジェクトがないだけなので問題はない。一方、データ変換のためのプログラムでは、axsVBBBasePortIfIndexが存在する場合には、ポート番号-インタフェース番号の変換の際にもう一段階処理を行う必要がある。これは、単純な条件分岐であり、システムへの影響は小さい。

4.2. Cisco社製LANスイッチについて

もう一つ、Cisco社(以下、C社)のLANスイッチでも特殊な手続きが必要となる。SNMPでは情報を収集する際に、管理対象のグループ化を行うコミュニティと呼ばれる文字列を指定する必要がある。C社のLANスイッチでは、ifPhysAddressなどのVLANに関わりのないMIBオブジェクトは、設定しているコミュニティ名をそのまま適用すればよいのだが、dot1dグループなどのVLANが影響するオブジェクトでは、「コミュニティ名@VLAN-ID」が実際に使用するコミュニティ名になる。通常のFDBを収集するだけであれば、コミュニティ名のリストがあれば特に問題はないが、

dot1qTpFdbPortのようなVLANとFDBの関係を得るためにはVLAN-IDごとに収集した情報を管理しなければならない。

4.3. サーバでのVLANインタフェースについて

3.1節で述べたように本システムはサーバも管理対象に含む。インタフェースにVLANを設定することでできるVLANの論理インタフェースは、ifTypeにおいてVLANとして認識される。しかし、現在本学で運用しているサーバではVLANインタフェースもイーサネットのインタフェースとして認識されている。本来サーバではインタフェースとMACアドレスは1対1の関係になるはずであるが、上記の問題により複数のインタフェースに1つのMACアドレスが対応するといったことが起きる。ifPhysAddressは、FDBを持たないサーバ側のポート番号を決定するために重要な情報であるが、MACアドレスとインタフェースの関係を一意に決定できないため、接続の推測を誤らせる要因ともなりうる。このようなインタフェースがVLANであるかどうかを判断するためにifDescr(OID=.1.3.6.1.2.1.2.2.1.2)を利用することができる。このオブジェクトにはインタフェースの情報が文字列として格納されている。本学で運用しているサーバでは、このオブジェクトでは表4のような情報が設定されている。ifTypeによりイーサネットはインタフェース2, 3, 5, 6であることが分かるが、インタフェース5, 6のifDescrの後半がeth0に設定されたVLAN-IDであることから、これら2つのインタフェースはVLANであると判断できる。

表4:あるサーバのifDescrとifType

インタフェース番号	ifDescr	ifType
1	lo	softwareLoopback
2	eth0	ethernetCsmacd
3	eth1	ethernetCsmacd
4	sit0	tunnel
5	eth0.512	ethernetCsmacd
6	eth0.700	ethernetCsmacd

5. 終わりに

LANスイッチ間の接続関係を推測・表示するシステムのための、Layer2ネットワーク構成情報の収集について述べ、その収集及びデータ変換方法のベンダ依存性について述べた。本システムでは、SNMPを利用することで異なるベンダ・機種間の差異をできる限り抑えることが可能であるが、ALAXALA社やCisco社の

ように非標準的な手続きを必要とするベンダも存在する。本学で対象としているベンダ以外にも、構成情報を収集するための、ベンダ依存の手続きが必要なベンダが存在するか、調査する必要がある。サーバでインタフェースがVLANであるかどうかを判断するためにifDescrを利用しているが、これは文字列であり、どのようなサーバでも有効であるとは限らない。

また、構成情報推測部で現在破棄しているVLANの情報を活用することで、Layer2ネットワーク全体の構成のみならず、VLANごとのネットワーク構成も表示することができる。そのほかにも、VLANごとに接続関係を推測することで推測の精度を向上させることができると考えられる。

参考文献

- [1] 藤田 俊輔, “Layer2ネットワーク構成情報推測システムの改良について,” “情報処理学会火の国情報シンポジウム2008論文集, C-2-5, pp.1-7(published by CD-ROM), 2008
- [2] 飯田 隆義, “ネットワーク構成情報表示システムのための自動配置アルゴリズムの改良について,” “情報処理学会火の国情報シンポジウム2008論文集, C-6-1, pp.1-8(published by CD-ROM), 2008
- [3] 飯田 隆義, “ネットワーク構成情報表示システムのための自動配置アルゴリズムの改良について,” “大分大学学士論文, 2008.
- [4] 吉田 和幸, “ネットワークトポロジの発見とその表示について,” “大学情報システム環境研究, VOL.10, pp.68-74, 2007.
- [5] 近藤 純平, “Layer2ネットワーク構成の推測システムについて—情報収集できないLANスイッチの存在推測—,” “大分大学学士論文, 2007.
- [6] 河野 優, “Layer2ネットワーク構成の推測システムについて,” “大分大学修士論文, 2007.
- [7] 兒玉 清幸, 釜崎 正吾, 吉田 和幸, “ネットワーク構成情報表示システムのための自動配置アルゴリズムの評価,” “情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2007)論文集, pp.1754-1761, 2007.
- [8] 兒玉 清幸, 加来 徹, 釜崎 正吾, 吉田 和幸, “ネットワーク構成情報表示システム--自動配置アルゴリズムの改善--,” “情報処理学会火の国情報シンポジウム2007論文集, C-8-3, pp.1-8(published by CD-ROM), 2007.
- [9] 河野 優, 釜崎 正吾, 大浦 昇, 吉田 和幸, “ループを考慮したLayer2ネットワーク構成情報の推測アルゴリズムについて,” “分散システム/インタ

ーネット運用技術シンポジウム 2006 論文集, pp.7-12, 2006.

[10] 大浦 昇, 河野 優, 釜崎 正吾, 吉田 和幸, “VLAN を考慮した Layer2 ネットワーク構成情報推測アルゴリズムについて,”情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2006)論文集, pp.629-632, 2006.

[11] 河野 優, 釜崎 正吾, 平川 龍, 大浦 昇, 吉田 和幸, “Layer2 ネットワーク構成情報の推測アルゴリズムの改良について,”分散システム/インターネット運用技術シンポジウム 2005 論文集, pp.61-66, 2005.

[12] 河野 優, 釜崎 正吾, 吉田 和幸, “Layer2 におけるネットワーク構成図表示システム, 情報処理学会マルチメディア, “分散, 協調とモバイル(DICOMO2005)論文集, pp. 757-760, 2005.

[13] B.Lowekamp, D.R.O'Hallaron, T.R.Gross, “Topology Discovery for Large Ethernet Networks,”*Procs. of Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communications*, pp.27-31, 2001.

[14] Y.Breitbart, M.Garofalakis, C.Martin, R.Rastogi, S.Seshadri, A.Silberschatz, “Topology discovery in heterogeneous IP networks,”*Procs. of INFOCOM2000*, 2000.

[15] J.Case, M.Fedor, M.Schoffstall, J.Davin, “A Simple Network Management Protocol, RFC 1157, <http://www.ietf.org>, 1990.

[16] K.McCloghrie, “Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets, RFC 1156, <http://www.ietf.org>, 1990.

[17] K.McCloghrie, “Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-2, RFC 1213, 1991.

[18] E. Decker, P. Langille, A. Rijsinghani, K. McCloghrie, “Definitions of Managed Objects for Bridges, RFC 1493, <http://www.ietf.org>, 1991.

[19] D.Levi, D.Harrington, “Definitions of Managed Objects for Bridges with Traffic Classes, Multicast Filtering and Virtual LAN Extensions, RFC 4363, <http://www.ietf.org>, 2006.