

# ネットワークスイッチの自動復旧のための VLAN 設定推定法の改良

唐鎌 行大<sup>†</sup> 北形 元<sup>‡†</sup> ヨハン・スベホルム<sup>‡</sup> 笹井 一人<sup>‡†</sup> 木下 哲男<sup>‡†</sup>

<sup>†</sup> 東北大学大学院情報科学研究科

<sup>‡</sup> 東北大学電気通信研究所

## 1 はじめに

災害発生時における最新の情報を獲得、共有するためのメディアとして、インターネットは近年著しい発展を遂げている。情報を獲得する手段としてはテレビやラジオなど様々なメディアが挙げられるが、インターネットが持つ他メディアとの大きな差異は、個人がブログやメール、SNS(Social Network Service)などを通じ、自ら情報を発信できる点にある。ゆえに、最新の情報の共有が重要視される被災地においては、信頼性の高いネットワーク環境の維持、およびネットワークが破損した場合の迅速な復旧が必要不可欠である。本稿では、ネットワーク接続装置の早急な復旧を目的とし、ネットワークスイッチ(以降スイッチと略記)に流入するイーサネットフレーム(以下フレームと略記)から VLAN 設定を推定し、破損前のスイッチの設定を自動で復元する手法を提案する。さらに、プロトタイプシステムを用いた実験を通じ、提案方式の有効性を示す。

## 2 関連研究

VLAN の自動設定に関する既存手法として、時間とともに変動するトラフィックによって動的に VLAN を再構成する手法が提案されている [1]。これはネットワーク機器の設定情報を必要とせず、観測したトラフィック量に基づき、スイッチの各ポートをグルーピングする手法である。また、大学規模のネットワークを想定し、トラフィック量の増加に伴って VLAN を分割し、クラスタリングによってノードを再配置する手法が提案されている [2]。これらの手法は、VLAN 設定を自動的に決定する手法であるが、ネットワークの一部が残存している可能性のある被災地においては、残存するネットワークの VLAN 設定との整合性を取る必要がある。よって、これらの手法を災害時のスイッチの復旧に利用することは難しい。

そこで我々は、先行研究としてスイッチに流入するイーサネットフレームから VLAN 設定を推定する研究を行った。しかし、ネットワークアドレス(以下 NW

|      |    | VLAN-ID |      |      |     |      |     |      |
|------|----|---------|------|------|-----|------|-----|------|
|      |    | 0       | 1    | 2    | ... | 200  | ... | 4095 |
| スイッチ | 1  | true    |      |      |     |      |     |      |
|      | 2  | true    | true | true |     |      |     |      |
|      | 3  |         |      | true |     |      |     |      |
|      | ⋮  |         |      |      |     |      |     |      |
|      | 23 |         |      |      |     | true |     | true |
|      | 24 |         |      |      |     | true |     |      |

図 1: ポート番号と VLAN-ID の組の例 (テーブル A)

|      |    | 送信元IPアドレスバッファ |            |   |   |     |
|------|----|---------------|------------|---|---|-----|
|      |    | 0             | 1          | 2 | 3 | ... |
| スイッチ | 1  | 192.168.1.34  | 10.0.0.202 |   |   |     |
|      | 2  | 1.1.1.7       | 1.1.1.24   |   |   |     |
|      | 3  | 192.168.1.72  |            |   |   |     |
|      | ⋮  |               |            |   |   |     |
|      | 23 |               |            |   |   |     |
|      | 24 |               |            |   |   |     |

図 2: ポート番号とタグなしフレームの送信元 IP アドレスの組の例 (テーブル B)

|   | IPアドレス                       | NWアドレス                            |
|---|------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 192.168.1.34                 |                                   |
| 1 | 192.168.1.18                 | 192.168.1.64/26<br>VLANID:001(仮)  |
| 2 | 192.168.1.72                 | 192.168.1.64/25<br>VLANID:001(仮)  |
| 3 | 192.168.1.28                 | 192.168.1.128/25<br>VLANID:001(仮) |
| 4 | 192.168.1.56<br>(VLAN-ID:10) | 192.168.1.0/24<br>VLANID:10       |
| ⋮ | ⋮                            | ⋮                                 |

図 3: 送信元/送信先 IP アドレスと暫定 NW アドレスの組の例 (テーブル C)

アドレスと略記)を 24 ビットに固定して研究を行ったため、実際の NW アドレスが 24 ビットより短い場合、ネットワーク内の大部分の PC が通信不能となる問題があった。

## 3 VLAN 設定推定法の改良手法の提案

### 3.1 タグ VLAN

本稿では、IEEE802.1Q のようなタグ VLAN を用いたネットワークの一部が破損した際に、残存するネットワークとの整合性を取りつつ、破損したスイッチの設定を迅速に復元する手法を提案する。タグ VLAN とは、ネットワークを流れるフレームに VLAN-ID(VLAN の識別番号)を格納したタグを付与してグループを区別

Refinement of Estimation Method of VLAN Settings for Automatic Recovery of Network Switch  
Yukihiro Karakama Gen Kitagata Johan Sveholm Kazuto Sasai Tetsuo Kinoshita  
Graduate School of Information Science, Tohoku University  
Research Institute of Electrical Communication

する手法である。タグ VLAN モードで動作するスイッチの各ポートは、タグ付きフレームを送受信し複数の VLAN に所属するトランクポートと、タグなしフレームを送受信し一つの VLAN に所属するアクセスポートの 2 種類からなる。

本研究では、先行研究における問題を解決するため、スイッチに流入したフレームから IP アドレスを取得し、両者を比較して暫定的な NW アドレスを決定するという改良を行う。一つのフレームに格納された送信元/送信先 IP アドレスは同じネットワークに属するものとし、決定した NW アドレスから VLAN 設定を推定する。

### 3.2 VLAN 設定の推定手順

VLAN 設定の推定に用いるテーブルを図 1 に示し、上からテーブル A,B,C とする。テーブル A は、スイッチの各ポートと対応する VLAN-ID の組、テーブル B は、ポート番号と、タグなしフレームから取得した送信元 IP アドレスの組、テーブル C は、フレームから取得した送信元/送信先 IP アドレスと、それらを比較し決定した暫定 NW アドレス、さらにその暫定 NW アドレスに対応した VLAN-ID をそれぞれ示している。各 VLAN に対してテーブル C が一つ生成される。

下記の手順により、VLAN-ID の一致するポートを探し、VLAN の設定を推定する。

#### タグ付きフレームが到着した場合

トランクポートにタグ付きフレームが流入したとき、そのポートの VLAN-ID が確定するので、ポート番号と VLAN-ID の組をテーブル A に記録する。また、送信先 IP アドレスと VLAN-ID をテーブル C に記録する。

#### タグなしフレームが到着した場合

1. アクセスポートに流入するタグなしフレームから送信元 IP アドレスとポート番号の組を取得し、テーブル B に記録する。
2. 送信元/送信先 IP アドレスの組を、テーブル C に記録する。
3. 送信元/送信先 IP アドレスを 2 進数に変換し、上位ビットから一致する部分を検査して暫定 NW アドレスとする。この暫定 NW アドレスが、既にテーブル C に記録されている暫定 NW アドレスの範囲に含まれる場合、それぞれの範囲の論理和を取り、新たな暫定 NW アドレスとし、テーブル C に記録する。既に記録されている暫定 NW アドレスの範囲に含まれない場合は、それを別の VLAN の NW アドレスと見なし、新しいテーブル C を生成する。各テーブル C を区別するため、タグ付きフレームが到着するまで各テーブル C に仮の VLAN-ID を付与する。トランクポートからタグ付きフレームが流入したら、仮の VLAN-ID をタグに格納されている VLAN-ID と置き換える。テーブル B に記録

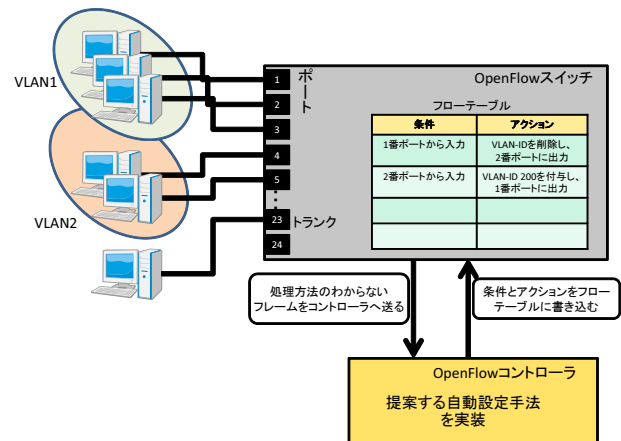


図 4: 実験システムの構成

されているポートの VLAN-ID が確定するので、テーブル A に記録する。

## 4 動作実験

図 4 に提案手法を実装した実験システムを示す。提案手法を、OpenFlow コントローラである floodlight 上に実装する。OpenFlow スイッチには OpenVSwitch を使用する。新品同様の状態を再現するため、OpenFlow スイッチのフローテーブルに何も記述されていない状態を初期条件とする。OpenFlow スイッチの任意のポートに、2 組の VLAN グループに分けられた 6 台の PC を接続し、VLAN 設定が推定可能であることを確認することで、提案手法の有効性を評価する。

## 5 おわりに

本研究では、迅速な災害復旧の為に、先行研究で我々が提案した VLAN 設定の推定手法を改良し、動的な NW アドレスの推定によって VLAN 設定を復元する手法を提案した。

## 謝辞

本研究の一部は、総務省平成 24 年度受諾研究「被災地への緊急運搬及び複数接続運用が可能な移動式 ICT ユニットに関する研究開発」の援助を受けて実施した。

## 参考文献

- [1] 渡邊利晃, 北崎基久, 井手口哲夫, 村田嘉利, “トラフィック解析によるダイナミック VLAN 構成法の提案とシミュレーションによる評価,” 情報処理学会論文誌, 46(9), pp. 2196-2204, 2005.
- [2] Xin Sun, Yu-Wei E. Sung, Sunil D. Krothapalli, and Sanjay G. Rao, “A Systematic Approach for Evolving VLAN Designs,” Proc. of the INFOCOM 2010, pp. 14-19, 2010.