

VLAN 設定の推定に基づくネットワークスイッチの 応急的復旧に関する研究

VLAN Setting Estimation-based Approach for Emergency Recovery of Network Switch

唐鎌 行大 † 北形 元 ‡,† ヨハン・スベホルム ‡ 笹井 一人 ‡,† 木下 哲男 ‡,†
Yukihiro Karakama Gen Kitagata Johan Sveholm Kazuto Sasai Tetsuo Kinoshita

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。

3 VLAN 設定の推定に基づくネットワークスイッチ設定の復元法の提案

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。

† 東北大学大学院情報科学研究科

‡ 東北大学電気通信研究所

表 1 VLAN-ID とポート番号の対応表

		VLAN-ID						
		0	1	2	...	200	...	4095
呼 番 ノ ー マ ー ク	1							
	2	true	true	true				
	3							
	⋮							
	23					true		true
	24							

表 2 VLAN-ID と送信先ネットワークアドレスの対応表

		送信先IPアドレスバッファ				
		0	1	2	3	...
VLAN-ID	0					
	1	1.1.1.4	1.1.1.19			
	⋮	2.2.2.9				
	200	10.0.0.101				
	⋮					
	4095					

表 3 ポート番号と送信元ネットワークアドレスの対応表

		送信元IPアドレスバッファ				
		0	1	2	3	...
ポ ー ト 番 号	1	10.0.0.101	10.0.0.202			
	2	1.1.1.7	1.1.1.24			
	3	2.2.2.5				
	⋮					
	8					

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する手法であり、任意のポートを複数の VLAN に所属させることが可能である。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。

3.2 トランクポートの設定の推定

本手法では、タグ付きフレームが到達したポートは、トランクポートであると判断する。また、タグ付きフ

フレームから VLAN-ID を獲得し、トランクポートのポート番号と VLAN-ID の組み合わせを推定する。

3.3 アクセスポートの設定の推定

一方アクセスポートにおいては、ポートから流入するタグなしフレームからは、そのアクセスポートが所属する VLAN-ID を直接取得することができない。そこで、アクセスポートに流入するフレームの IP アドレスと、トランクポートに流入するタグ付きフレーム、すなわち、VLAN-ID が自明なフレームの IP アドレスを比較する。そして、両者のネットワークアドレスが一致した場合、タグ付きフレームから抽出した VLAN-ID を、そのアクセスポートが所属する VLAN-ID であると推定する。

3.4 推定手順

下記の手順により、VLAN-ID の一致するポートの組み合わせを探し、VLAN グループの設定を推定する。

1. トランクポートの設定

タグ付きフレームの到達したポートの番号と VLAN-ID の組み合わせを取得し、表 1 に記録する。

2. アクセスポートの設定

トランクポートに流入するタグ付きフレームから送信先 IP アドレスと VLAN-ID の組み合わせを取得し、表 2 に記録する。また、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み合わせを取得し、表 3 に記録する。この記録した組み合わせの中から、送信先、および送信元ネットワークアドレスが一致するものを探す。一致するものがあれば、そのアクセスポートは、ポート番号と VLAN-ID の組み合わせが確定する。

4 動作実験

4.1 実験方法

図 1 に提案手法を実装したプロトタイプシステムを用いた実験システムを示す。提案手法を、オープンソースの OpenFlow コントローラである beacon 上に実装した。OpenFlow スイッチにはオープンソースである OpenVSwitch を使用した。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は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、互いの送信先、および送信元 IP アドレスが一致する 2 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。本実験では 7 番ポートにタグ付きフレームを、3 番ポートにタグなしフレーム

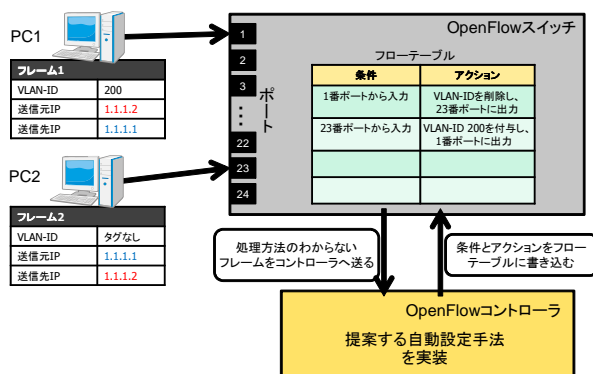


図 1 実験システムの構成

```

inPort:7 VlanID:200 sourceIP 1.1.1.2
●7番ポートはトランクモードで、VlanIDは200です。
TrunkPort 200 ipDestinationAddress 1.1.1.1
Scanned VlanID:200
inPort:3 VlanID:-1 sourceIP 1.1.1.1
★3番ポートはアクセスモードで、VlanIDは200です。
Scanned VlanID:200
タグ付きで出力するポート:7
inPort:7 VlanID:200 sourceIP 1.1.1.2
●7番ポートはトランクモードで、VlanIDは200です。
TrunkPort 200 ipDestinationAddress 1.1.1.1
Scanned VlanID:200
タグなしで出力するポート:3
inPort:3 VlanID:-1 sourceIP 1.1.1.1
Scanned VlanID:200
タグ付きで出力するポート:7

```

図 2 実験結果

ムを送信した。

4.2 実験結果

実験における OpenFlow コントローラの動作と PC 間の通信状態を図 2 に示す。タグ付きフレームを送信した 7 番ポートはトランクモード、タグなしフレームを送信した 3 番ポートはアクセスモードと認識された。タグ付きフレームに記述されていた VLAN-ID を読み取り、7 番ポートは VLAN-ID が 200 であると認識された。また、トランクポートへ入ったタグ付きフレームの送信先 IP アドレスと、アクセスポートへ入ったタグなしフレームの送信元 IP アドレスは共に 1.1.1.1 で一致した。よって、3 番ポートは VLAN-ID が 200 であると認識され、7 番ポートと 3 番ポートは同じグループに属すると判断された。以上から OpenFlow スイッチの VLAN 設定が推定され、2 台の PC 間で通信が確立された。

5 おわりに

災害時のネットワーク復旧工程においては、残存するネットワークとの整合性をとりつつ、迅速な復旧を可能とする手法が必要不可欠である。そこで、本研究では、スイッチに流入するフレームからスイッチ破損前の VLAN 設定を推定することで、残存するネットワークとの整合性を取りつつスイッチの設定を自動で復元する手法を提案した。実験には OpenFlow コントローラと OpenFlow スイッチを使用し、任意のポートにネットワークケーブルを接続するだけで、スイッチの設定の自動復元が可能であることを確認した。

謝辞

本研究の一部は、総務省平成 23 年度第 3 次補正予算「情報通信技術の研究開発」委託課題「大規模災害時における通信ネットワークに適用可能なリソースユニット構築・再構成技術の研究開発」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), 2196-2204, 2005-09-15.
- [2] Xin Sun, Yu-Wei E. Sung, Sunil D. Krothapalli, and Sanjay G. Rao: A Systematic Approach for Evolving VLAN Designs, INFOCOM, 2010 Proceedings IEEE , 14- 19 March 2010 .