

仮想化ネットワークにおけるトラフィック分布の推定

廣瀬 博昭[†] 廣津 登志夫[†] 福田 健介[‡]

豊橋技術科学大学[†] 国立情報学研究所[‡]

明石 修^{*} 栗原 聡^{*} 菅原 俊治^{**}

NTT 未来ねっと研究所^{*} 大阪大学^{*} 早稲田大学^{**}

1. はじめに

企業や大学などの組織内ネットワークでは、仮想 LAN(VLAN)の技術を用いてネットワークを構築することが一般的になっている。VLAN はデータリンクレイヤ(L2)の機能で物理的なネットワーク上に複数の論理ネットワークを重畳させる技術で、これを用いることによって、物理的な位置に制約されずに論理ネットワークを構築できるという利点がある。実際、VLAN を用いた組織内ネットワークでは、物理的な機材と配線による L2 ネットワークをインフラストラクチャとして事前に用意し、組織の変更や人員の異動に応じて、随時その上に論理的なネットワークを提供するということが行われている。

しかしながら、エンド間の通信の機能を提供するネットワーク層(L3)からはこの仮想化が透過であるため、L3 の通信を中継するルータの配置によってはパケットの転送経路に冗長が発生し、最適な経路での通信が行えない可能性がある[1, 2]。この問題は、VLAN レベルの通信の状態を把握した上で、VLAN 毎にトラフィックの大きい部分のスイッチにルーティングポイントを配置をすることで抑制することができる。しかし重畳した部分の個別の VLAN トラフィック量を知ることができないために、VLAN 環境全体のトラフィック状況を把握するのは容易ではない。

本研究では、実際の VLAN ネットワークのトラフィックを観測し、VLAN 環境におけるトラフィック分布の推定を行った。

2. VLAN トラフィックの推定

本研究では、実際のネットワーク機器から得られる情報を使って VLAN ネットワーク全体のトラフィックの分布を推定する。具体的には、ネットワーク中の全機器の IP アドレスは機知であるとし、各機器から SNMP プロトコルと用いて取得した管理情報からネットワーク構造の抽出とトラフィック状況の推定を行う。

I. VLAN トポロジの抽出

大規模なネットワークでは、一般的に Spanning Tree Protocol(STP)によって機器間の接続トポロジ(ループの回避など)が自動的に管理されている。ここでは、この STP の情報から機器間を接続する木構造を抽出する。STP を用いている場合、ネットワーク中の各スイッチは、あるスイッチを頂点とする木構造が作られている。そこでまず STP 上で頂点となるスイッチを調べ、頂点となるスイッチから各スイッチまでのコストを収集した。次に、各スイッチに隣接しているスイッチを調べる。この隣接関係の調査を繰り返すことで、ネットワーク中の機器間の接続構造を取得することができる。

さらに、スイッチの各ポートに割り当てている VLAN の情報を STP で得られたトポロジと重ねることにより、各々の VLAN のトポロジを把握することができる。

II. トラフィック分布の推定

SNMP を用いた観測によりスイッチの各ポートの入出力トラフィック量は取得することができる。末端スイッチの端末側(下流と呼ぶ)の VLAN が一つしか割当てられていないポートは、ポートの入出力量がそのポートに関する VLAN のトラフィック量となる。一方、他のスイッチとつながるコア側(上流と呼ぶ)の接続には複数の VLAN が重畳(トランク)され、ポートの入出力量のうち各々の VLAN がどのくらい占めているかを推定する必要がある。

Estimating Traffic Distribution in the Virtual Network

[†] Hiroaki Hirose, Toshio Hirotsu, Toyohashi University of Technology

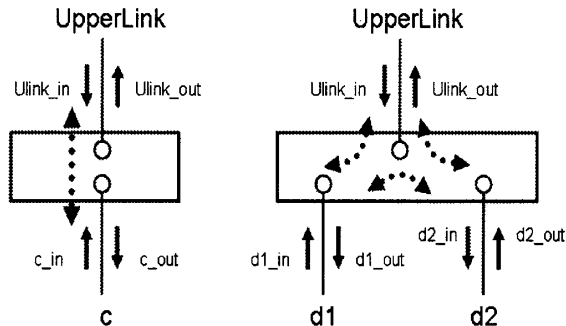
[‡] Kensuke Fukuda, National Institute of Informatics

^{*} Osamu Akashi, NTT Network Innovation Laboratories

^{*} Satoshi Kurihara, Osaka University

^{**} Toshiharu Sugawara, Waseda University

まず、ある VLAN に割当てられているポートがスイッチ中で一つだけの場合、そのポートの入出力量が上流のトランクの中で当該 VLAN が占める量とすることができる(図 1a の点線の矢印)。



(a) Active portが一つのVLAN (b) Active portが複数あるVLAN

図 1: スwitch中の VLAN トラフィックの動き

次に、スイッチ中で複数のポートが一つの VLAN に割当てられている場合、図中の点線の矢印の様に、 $Ulink \leftrightarrow d1$ 、 $Ulink \leftrightarrow d2$ 、 $d1 \leftrightarrow d2$ というトラフィックの流れが考えられ、次の式が成り立つ。

$$Ulink_in + d1_in + d2_in = Ulink_out + d1_out + d2_out \quad (1)$$

ここで、 $d1$ と $d2$ の入出力量の和をそれぞれ d_in 、 d_out とおくと、式は以下ようになる。

$$Ulink_in - Ulink_out = d_out - d_in \quad (2)$$

この式は、下流側の VLAN の入出力量の差が $Ulink_in$ もしくは $Ulink_out$ の大きい方の一部を占めていることを意味し、その量は上流のトランク中で各 VLAN の流量であると特定することができる。以上の手法で特定できた VLAN のトラフィック量以外の部分は、SNMP による観測情報だけでは特定することができない。そこで、残りのトラフィックについてはスイッチ中に流入および流出するトラフィックの量に応じて、VLAN トラフィックを比例分配する方法で推定を行う。

3. 考察

実際の収集データの解析から、提案手法の精度について検討する。解析の結果、上流リンクのトラフィックに含まれる VLAN 特定できない割合は、 $Ulink_in$ では平均 14.11%、 $Ulink_out$ では平均 53.31%となった。 $Ulink_in$ ではこの 14%程度を数ポートに比例分配するので、推定誤差は数%に抑えることができる。また、 $Ulink_out$ の誤差は大きそうに見えるが、トラフィック量自体が $Ulink_in$ に比べて小さ

いので、全体で見るとその影響は小さく抑えることができる。

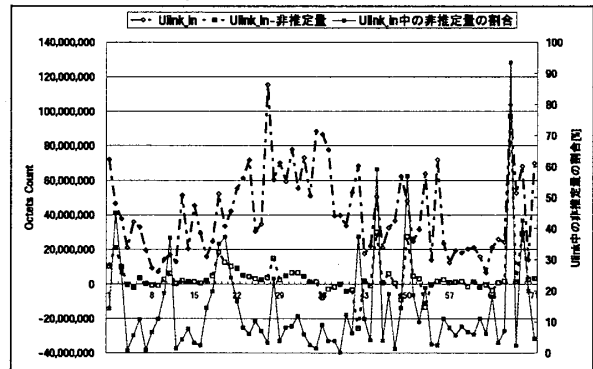


図 2: スwitchに流入するトラフィック

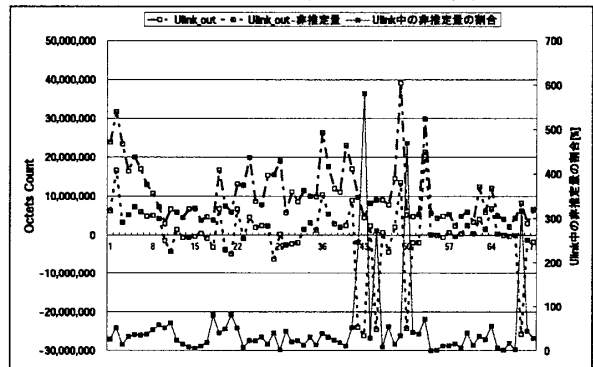


図 3: スwitchから流出するトラフィック

4. まとめ

実際のネットワーク機器から得られるデータを用いて、VLAN ネットワークの各 VLAN トラフィックの分布を推定した。推定の誤差は、数%程度であると考えられ、全体の緩やかな傾向の把握には十分利用できる。

謝辞

この研究は科学研究費補助金基盤研究 (C) 「分散仮想マルチレイヤールーティング技術の研究」の支援を受けている

参考文献

- [1] 廣津登志夫, 福田健介, 菅原俊治, “VLAN 環境における分散仮想ルーティングに関する一考察”, 情報処理学会 OS 研究会研究報告, Vol. 2006, No.15(2006-OS-101), pp.17-24, (2006).
- [2] P. Garimella, Y. Sung, N. Zhang, S. Rao, “Characterizing VLAN usage in an Operational Campus Network”, ACM SIGCOMM INM'07, pp. 305-306 (2007).