

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 2013/ 2/ 1 (MM/DD/YYYY)

| | | | | | |
|----------------------------|--|------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| 専攻名 (専門分野) Department | 基幹理工学研究科 情報理工学専攻 | 氏名 Name | 高島大生 | 指 導 教 員 Advisor | 印 朴容震教授 Seal |
| 研究指導名 Research guidance | | 学籍番号 Student ID number | 5111B061-9 CD | | |
| 研究題目 Title | PURSUIT における双方向通信実現のための効率的な Reverse Path 作成手法の提案 | | | | |

概要 現在インターネットを流れるトラフィックのほとんどは、Web トラフィックや P2P トラフィックなどコンテンツ流通に関連するトラフィックである。インターネットの基本通信モデルは、IP アドレスにより指定するホスト間通信、すなわちロケーションオリエンテッド通信である。コンテンツ流通においては、ユーザはコンテンツそのものに関心があり、どこからコンテンツが得られるかという点は問題ではない。このようなコンテンツオリエンテッドな通信サービスをサポートするために、これまでアプリケーション層で CDN や P2P など様々な取り組みがなされてきた。ただし、それを支える情報転送基盤であるネットワークは依然としてロケーションオリエンテッドなアーキテクチャに基づいており、上下階層の乖離[1]がみられる。近年、この乖離がもたらす問題点を解決する手法として、インフォメーションセントリックネットワークングが注目されている。本論文ではインフォメーションセントリックネットワークングのうちの一つである PURSUIT を取り上げ、その簡略的な説明および双方向通信実現のための効率的な Reverse Path 作成手法の提案について述べる。

1. 序論

PURSUIT において、コンテンツは(SID, RID)のペアによりネーミングが行われている。SID はコンテンツが所属するスコープを示し、RID はコンテンツ自体の識別子である。PURSUIT におけるネットワークは3つの異なる機能を持ったノードから構成される。ランデビューポイントは subscription message と publication message とのマッチングを行う。トポロジーマネージメントはネットワークポロジーマネージメントを行いコンテンツ配信のための経路の計算を行う。フォワーディングノードは実際のコンテンツの転送を担っており、マルチキャストを支援したソースルーティングを実現している。コンテンツの配信の為には、以下の4ステップが必要である。

1 パブリッシャーが publication message によりコンテンツが利用可能であることをランデビューポ

イントに対して通知する。

2 サブスクライバーが subscription message によりランデビューポイントに対してコンテンツ要求を行う。

3 コンテンツのマッチングが成功した場合、ランデビューポイントはトポロジーマネージメントに対してパブリッシャーからサブスクライバーまでの転送識別子(FID)を問い合わせ、それをパブリッシャーに対して転送する。

4 パブリッシャーは FID に従い、サブスクライバーに対してコンテンツを送信する。

2. データ転送

PURSUIT におけるパケットの転送は LIPSIN[2] を実現しており、ソースルーティングで行う。LIPSIN において、転送経路は経路上のリンク ID(LID)の統合で表わされており、Bloom Filter を用いた固定サイズ長のビット列で表わされる。このビット列が FID を表わしており、パケットのヘッダに含まれている。転送経路上のフォワーディングノードはパケットを受信した際に、FID と自身の持つ各 LID との論理積を計算し、その結果が LID に等しければ、LID に該当するインターフェースにパケットを転送する動作を繰り返すことで、サブスクライバーへパケットを転送する。また、FID は片方向通信のみで有効であり、そのためデフォルトの状態ではサブスクライバーはパブリッシャーに対してアクセスする手法を持たない。そのため両方向通信を行う場合においては、復路に用いるための FID が別途必要になる。

3. 背景および関連研究

トポロジーマネージメントによって生成された FID は片方向通信でのみ有効であるため、PURSUIT は本来 UDP のような非信頼性通信を支援しているといえる[3]。一方で信頼性が要求される通信においてもサブスクライバーからパブリッシャーに対して何らかのフィードバックを返却できるようすべきである。これを実現するために、信頼性が要求される通信においては、トポロ

ジーマネージメントはパブリッシャーからサブスクライバーへの往路分およびサブスクライバーからパブリッシャーへの復路分の2つの異なるFIDを生成する必要がある。上記二つの FID はともにランデビューポイントを通じてパブリッシャーに転送され、コンテンツとともにサブスクライバーに配信される。コンテンツを受信したサブスクライバーが復路分の FID を利用してパブリッシャーに返信することで両方向通信が実現できる。しかし、この手法においてもフォワーディングノードはサブスクライバーに対するアクセスの方法がないため、コンテンツ探索時にフォワーディングノードにおけるローカルキャッシュを有効利用することは実現できていない。

4. 提案

本節では、Reverse Path を生成することによる両方向通信の実現手法について述べる。まず、図 1 に示すように、Reverse FID エントリを PURSUIT におけるパケットフォーマットに追加する。ただしデフォルトではすべてのビット列を 0 に指定してあるものとする。パケットを受信したフォワーディングノードの動作を以下に示す。

- ・フォワーディングノードはパケットを受信したインターフェースの LID と Reverse FID との論理和を計算する。
- ・得られた演算の結果を新たな Reverse FID とするようパケットの Reverse FID エントリを書きかける。
- ・通常の FID に従いパケットを転送する。

上記の動作をパケットがエンドホストに到達するまで行った際に最終的に生成された Reverse FID はまさにサブスクライバーからパブリッシャーまでのFIDを示している。Reverse Pathを利用することの利点の一つとしてエンドホストのみでなくFNもデータ送信者に対してアクセスできることがあげられる。また、Reverse Path の生成はパブリッシャーとサブスクライバーとの通信のみならず、RP とエンドホスト間でも有効であるため、3 節で述べたフォワーディングノードにおけるローカルキャッシュの利用が実現できる。

5. シミュレーション結果

表 1 はシミュレーション諸元を、図 2 は Reverse Path 利用時におけるパケット受信率に対するサブスクライバーの待ち時間の変化を示したものである。同図により、いかなるパケットロス率の場合においても Reverse Path を利用した場合のほうがコンテンツを短時間で取得できることがわかる。これは、Reverse Path を用いることにより、フォワーディングノードにおけるローカルキャッシュを利用できること、およびランデビューポイントへ

表 1. シミュレーション諸元

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Bandwidth □ | 54Mbps□ |
| Volume of data□ | 20MB□ |
| The number of routers□ | 16□ |
| Cache space□ | 10□ |
| The number of publisher□ | 1□ |
| The number of subscriber □ | 1□ |
| Rate of packet loss□ | 1,2,3,4,5% □ |
| Total number of packets□ | 163,840□ |
| Processing time at RP and TM □ | 1msec□ |

| | | | |
|----------------------|--------------|-------------|------|
| Reverse FID : 00000□ | FID : 00111□ | (SID, RID)□ | DATA |
|----------------------|--------------|-------------|------|

図 1. パケットフォーマットの拡張

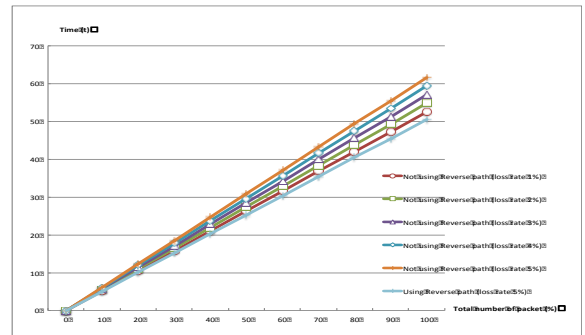


図 2. パケット受信率に対する時間の変化

の再アクセスが不要になり、RPでの処理遅延を減らすことができることに起因する。

6. 結論

現在インターネットを流れるトラフィックの多くは、コンテンツオリエンテッドなものであるのに対して、それを支えるネットワーク技術はいまだにロケーションオリエンテッドなものである。その乖離を解決する手法としてインフォメーションセントリックネットワークのうちの一つである PURSUIT が注目されている。PURSUITにおけるFIDは片方向通信のみで有効であるが、Reverse Pathを用いることにより、サブスクライバーのみならずフォワーディングノードもサブスクライバーへ可能になる。また、コンテンツ探索時にフォワーディングノードにおけるローカルキャッシュを有効利用し、RP への負荷集中を防ぐことも可能となる。

7. 参考文献

- [1] 山本 幹, “[チュートリアル招待講演] コンテンツオリエンテッドネットワーク—コンテンツ流通の新しい潮流—,” 信学技法, 2011年5月
- [2] P. Jokela et al., “LIPSIN: Line speed Publish/Subscribe Inter-Networking,” Proc. ACM SIGCOMM, Barcelona, Spain, 2009.
- [3] G Xylomenos, et al. : Caching and Mobility Support in a Publish-Subscribe Internet Architecture, IEEE Comm Magazine, July 2012.