

A study on free-riding traffic problem in overlay routing

オーバレイルーティングに起因する ただ乗り問題に関する研究

大阪大学 大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻 中野研究室
平岡 佑一朗

発表の流れ

- ❖ 研究背景
- ❖ 研究目的
- ❖ 評価指標
 - ❖ 対象パス, メトリック
 - ❖ 使用データ
- ❖ オーバレイルーティングの有効性評価
- ❖ ネットワークただ乗り問題
 - ❖ ただ乗り問題の定量的指標
- ❖ ただ乗り問題の評価
- ❖ まとめと今後の課題

2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

2

研究背景

- ❖ オーバレイルーティング
 - ❖ トラフィックのルーティングをサービスとするオーバレイネットワーク
 - ❖ エンドホストが享受する性能の向上
- ❖ オーバレイルーティングの性能評価
 - ❖ 遅延時間やパケット廃棄率を用いた評価が行われている
 - ⇒ 帯域情報を用いた場合の性能評価が必要
- ❖ オーバレイルーティングにより生じる問題
 - ⇒ IP ルーティングとのポリシーの相違が原因
 - ⇒ **ネットワークただ乗り問題**
 - ❖ ISP のコスト構造を無視したトラフィックの発生

2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

3

研究目的

- ❖ オーバレイルーティングの有効性評価
 - ❖ 遅延時間に加え, 利用可能帯域, TCPスループットをメトリックとした場合の有効性
 - ❖ メトリック間の相関関係
- ❖ ネットワークただ乗り問題の定量的評価
 - ❖ 定量的指標の導入
 - ❖ メトリック別のただ乗り量の評価
 - ❖ ただ乗りを緩和できる迂回パスの存在割合
 - ❖ ただ乗りの制限量と性能改善度の関係

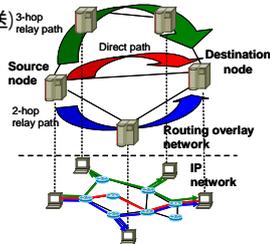
2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

4

評価指標

- ❖ PlanetLab [12] 上でオーバレイルーティングを行う
- ❖ 転送パスの候補
 - ❖ 直接パス (ノード間で直接転送) 3-hop relay path
 - ❖ 2ホップ迂回パス (中継ノードを1つ用いて転送) Direct path
 - ❖ 3ホップ迂回パス (中継ノードを2つ用いて転送) 2-hop relay path
- ❖ ルーティングメトリック
 - ❖ 遅延時間
 - ❖ 利用可能帯域
 - ❖ TCPスループット
- ❖ 性能改善度:
 - ❖ 直接パスの性能を1としたときの迂回パスの性能の改善度



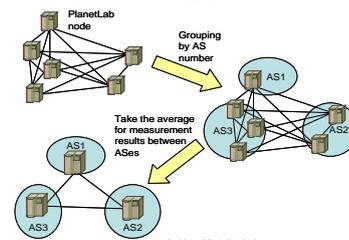
2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

5

使用データ

- ❖ PlanetLab 参加ノード間の遅延時間, 利用可能帯域の計測結果
 - ❖ Scalable Sensing Service [13] が計測・公開
 - ❖ AS単位でノードをグルーピングし, 同ASペアのデータが複数ある場合は, その平均値を使用



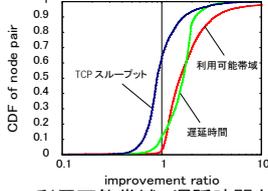
2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

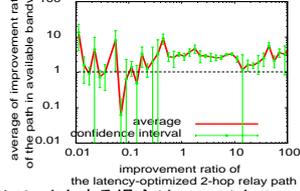
6

オーバレイルーティングの有効性評価

最適迂回パスによる性能改善度



遅延時間と利用可能帯域の相関



- ❖ 利用可能帯域、遅延時間をメトリックとする場合は90%以上のノードペアで性能が改善する
- ❖ TCPスループットをメトリックとする場合は、50%以上のノードペアで性能が改善しない
- ❖ 遅延時間が改善する迂回パスは利用可能帯域も改善する場が多い

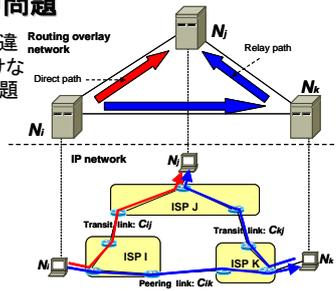
2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

7

ネットワークただ乗り問題

- ❖ ルーティングポリシーの相違から、送受信の利益を受けないISPにコストがかかる問題
 - ❖ ノード N_i/N_j 間で通信発生
 - ❖ 直接パスの選択時
 - ⇒ C_{ij} にかかるコストは ISP I が支払う
 - ⇒ コストは N_i から回収可能
 - ❖ 迂回パスの選択時
 - ⇒ C_{kj} にかかるコストは ISP K が支払う
 - ⇒ コストは N_i から回収不可
- ❖ トラフィックはアプリケーションレベルで転送
 - ⇒ パケットの送信先、送信元アドレスの監視により、ただ乗りトラフィックを区別することはできない



2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

8

ただ乗り問題の定量的指標

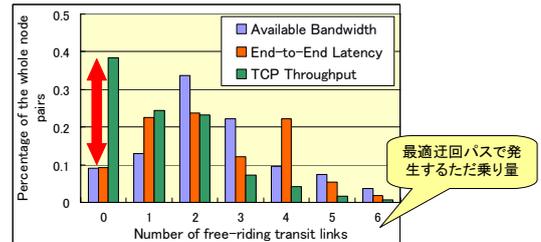
- ❖ ただ乗り量
 - ❖ 迂回パスを使うことにより新たに通過するトランジットリンクの本数
- ❖ 使用データ
 - ❖ ノードの所属するAS番号
 - ❖ traceroute.org [16] の所有するルートサーバから取得
 - ❖ AS間リンクの種類の推測データ
 - ❖ CAIDA [23] が推測・公開しているものを利用

2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

9

ただ乗り量の評価



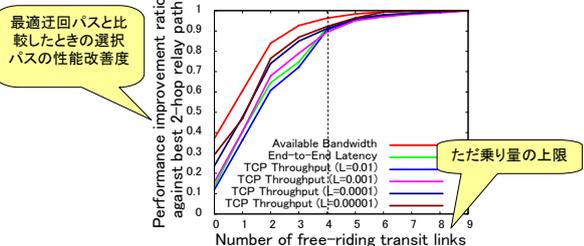
- ❖ TCPスループットをメトリックとする場合は、他の場合に比べて最適迂回パスでのただ乗り発生が少ない
 - ⇒ TCPスループットが最適迂回パスはASホップ数が少ない
- ❖ 利用可能帯域、遅延時間をメトリックとする場合は、多くのノードペアでただ乗りが発生する

2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

10

ただ乗りの制限と性能改善度



- ❖ ただ乗り量を4本に制限しても十分な性能が得られる
- ❖ 利用可能帯域を用いる場合、2本の制限で最適値の80%の性能が得られる
 - ⇒ ただ乗り緩和のためにはもっとも適したメトリック

2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

11

まとめと今後の課題

- ❖ まとめ
 - ❖ 遅延時間、および利用可能帯域の情報に基づいたオーバレイルーティングの有効性評価
 - ❖ 遅延時間、利用可能帯域を用いた場合の有効性が高い
 - ❖ 遅延時間が大きく改善するパスの多くは利用可能帯域も改善
 - ❖ ネットワークただ乗り問題の定量的評価
 - ❖ 性能改善を目的としたルーティング
 - ⇒ 性能が改善する迂回パスの多くでただ乗りが発生
 - ❖ TCPスループットをメトリックとした場合の性能の低さ
 - ⇒ 中継ノードでTCPを終端・中継転送することで改善可能
 - ❖ 利用可能帯域をメトリックとしたときに、ただ乗り量が少なく、性能が改善するパスを選択可能
- ❖ 今後の課題
 - ❖ ただ乗りトラフィックの検出手法の検討
 - ❖ ただ乗り量に応じた新たなISPのコスト構造の提案

2008/2/15

平成19年度 修士論文報告会

12