

遅延および帯域情報を用いた オーバレイルーティングの有効性評価

大阪大学
平岡 佑一朗 長谷川 剛 村田 正幸

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

1 / 16

概要

- 研究の背景
- オーバレイルーティングの有効性に関する検討
 - 遅延時間, および利用可能帯域に関する性能比較
 - 直接パスに対する迂回パスの有効性, 改善度の評価
- オーバレイルーティングの問題点
 - オーバレイネットワークパスの選択に関する問題
 - ネットワークただ乗り問題

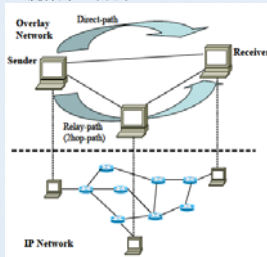
2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

2 / 16

研究の背景 (1)

- ルーティングが目的のオーバレイネットワークの登場
→ オーバレイルーティング
 - 例: Resilient Overlay Network (RON) [2]
 - 参加ノード間の伝送遅延時間やパケット廃棄率の計測
 - より効果的に転送できるパスの選択
 - IP ネットワークの障害を素早く検知
- ユーザにとってのネットワーク性能の改善
 - スループットや転送遅延時間など



[2] D. G. Andersen, H. Balakrishnan, M. F. Kaashoek, and R. Morris, "Resilient overlay networks," in *Proceedings of 18th ACM Symposium on Operating Systems Principles*, Oct. 2001.

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

3 / 16

研究の背景 (2)

- オーバレイルーティングの性能評価
 - 国内の ISP 間のデータ転送における性能評価 [6]
 - 迂回パスをルーティング候補にする
→ 遅延時間について全体の28%のパスで直接パスより性能が向上
 - 遅延時間に関する情報を用いた評価が多い
→ 帯域に関する情報を用いた評価が必要
 - ファイル交換ネットワーク
→ データサイズが大きく, 帯域に関する情報が重要
- 研究の目的
**遅延時間と利用可能帯域に関する情報を用いて
オーバレイルーティングの有効性に関する検討を行う**

[6] S. Kamei, "Applicability of overlay routing in Japan using inter-domain measurement data," *Overlay Network Workshop*, Dec. 2006.

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

4 / 16

計測データおよび計測指標 (1)

- ネットワーク環境: PlanetLab [11]
 - データ元: Scalable Sensing Service (S-cube) [10]
 - 参加ノード間の遅延時間, 利用可能帯域, パケット廃棄率を計測
 - 計測日時: 2006年10月25日
 - PlanetLab 参加ノード数: 588 (AS数 179)
- 計測データの整理
 - 参加ノードを AS 番号ごとにグルーピング
 - AS ごとにオーバレイノードが 1つずつあると仮定
 - 同一ネットワーク内で中継することは無意味
 - AS 間のデータが複数存在するときはその値の平均値をとる

[10] Scalable Sensing Service, available at <http://networking.hpl.hp.com/s-cube/>.
[11] PlanetLab Web Page, available at <http://www.planet-lab.org/>.

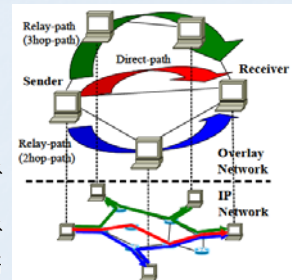
2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

5 / 16

計測データおよび計測指標 (2)

- 比較対象
 - 直接パス (ノード間で直接転送)
 - 2ホップ迂回パス (1つのノードを中継させて転送)
 - 3ホップ迂回パス (2つのノードを中継させて転送)
- 比較メトリック: 遅延時間, 利用可能帯域
 - 迂回パス遅延時間
 - 迂回パスを構成するノード間パスの遅延時間の和
 - 迂回パス利用可能帯域
 - 迂回パスを構成するノード間パスの利用可能帯域の最小値
- 以降のスライドで使用する用語
 - 迂回パス: 最適迂回パス
 - 改善度: 直接パスの値に対する迂回パスの値の比率



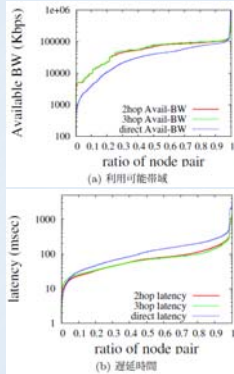
2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

6 / 16

利用可能帯域, 遅延時間の品質分布

- 直接パスにおいて10Mbps から100Mbps の間に存在するパスは全体の約 80%
→ 迂回パスを利用することで全体の約 90%に増加
- 直接パスにおいて10msから100ms の間に存在するパスは全体の約半数
→ 迂回パスを利用することで全体の約 80%に増加

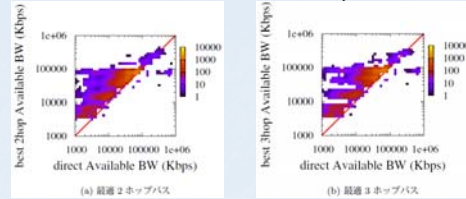


2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

7 / 16

直接パス, 迂回パスの性能比較 (利用可能帯域)



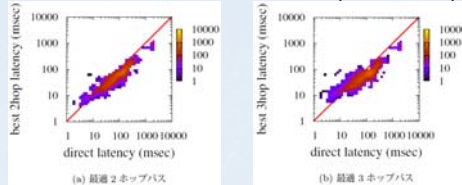
- 迂回パスが直接パスより有効となる割合
 - 2ホップ迂回パス: 96.6%
 - 3ホップ迂回パス: 97.7%
- 3ホップ迂回パスの有効度
 - 2ホップ迂回パスで改善せず, 3ホップ迂回パスで改善する割合: 46.9%
 - 2ホップ迂回パスで改善し, 3ホップ迂回パスでさらに改善する割合: 51.6%

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

8 / 16

直接パス, 迂回パスの性能比較 (遅延時間)



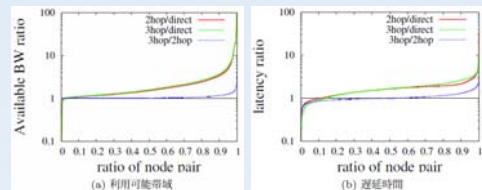
- 迂回パスが直接パスより有効となる割合
 - 2ホップ迂回パス: 87.5%
 - 3ホップ迂回パス: 85.4%
- 3ホップ迂回パスの有効度
 - 2ホップ迂回パスで改善せず, 3ホップ迂回パスで改善する割合: 17.8%
 - 2ホップ迂回パスで改善し, 3ホップ迂回パスでさらに改善する割合: 47.3%
- 遅延時間の改善度が利用可能帯域と比べて小さい
→ IP ルーティングがホップ数を基準としたルーティングを行うので相関関係のある遅延時間もある程度考慮されているため

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

9 / 16

利用可能帯域, および遅延時間の改善度の分布



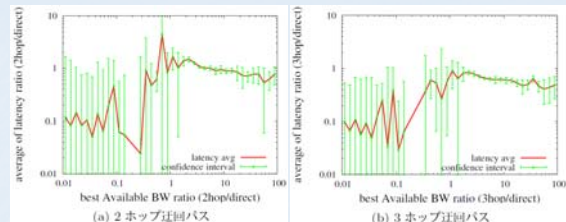
- 迂回パスの改善度: 大半が 1 以上
- 3ホップ迂回パス / 2ホップ迂回パス: 大半が 1 に近い
→ 3ホップ迂回パスを利用することでより良いパスが見つかる場合はあるが, その改善度は低い

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

10 / 16

利用可能帯域と遅延時間の改善度の関係



- 利用可能帯域の改善度
 - 0.1以下: 遅延時間の平均値は悪化, 信頼区間もほぼ1.0以下
 - 0.1以上1以下: 信頼区間が広く, 遅延時間のばらつきが大きい
 - 1以上: 利用可能帯域が良くなるにつれ遅延時間は悪化
→ 利用可能帯域の良いパスを選ぶと一般的に遅延時間が悪くなる

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

11 / 16

オーバレイルーティングの増加にともなう問題

- オーバレイルーティングによりユーザ性能が向上
→ オーバレイルーティングを行うユーザの増加
- 各ユーザがオーバレイルーティングを使用
→ 各ノード間の遅延時間, 利用可能帯域などを取得し, 最適なパスを独自に選択して通信を行う
- しかし, 問題点もある
 - 各ノードが選んだ最適パスが迂回パスであっても, 直接パスを選んだほうがオーバレイネットワーク全体, および各ユーザにとって有効となる場合
 - オーバレイルーティングが ISP の行方ルーティングに悪影響を与える場合 (ネットワークただ乗り問題 [4])

[4] 長谷川剛, 小林正好, 村田正幸, 村瀬勉, "オーバレイルーティングに起因するネットワークただ乗り問題に関する一検討," 電子情報通信学会技術研究報告 (IN2006-136), Dec. 2006.

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

12 / 16

ネットワークただ乗り問題 (1)

- Internet Service Provider (ISP) の対外接続リンク
 - トランジットリンク: 上位 ISP と接続するリンク
 - 通過するトラフィック量の最大値で金銭的成本を決定
 - ピアリングリンク: 他 ISP とピアリング関係を結ぶリンク
 - 共有する ISP で回線維持コストを折半
 - 接続した両 ISP を通信の起点、終点とするトラフィックのみ通過
- ISP の行うルーティングは、リンクのコスト構造、制約を考慮して経路を決定

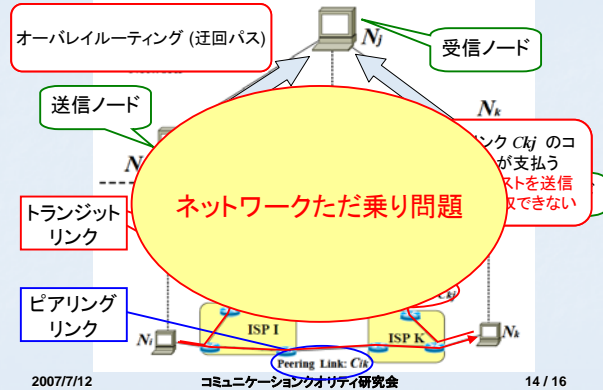
しかし、オーバーレイルーティングはこのコスト構造を無視したルーティングを行い、ISP に悪影響を与える

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

13 / 16

ネットワークただ乗り問題 (2)



2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

14 / 16

まとめ

- オーバレイルーティングの有効性に関する検討
 - 遅延時間、利用可能帯域を指標
 - 利用可能帯域を指標としたルーティングの効果が大きい
 - 利用可能帯域が大きくなる迂回パスでは遅延時間は悪化する傾向がある
 - 3ホップ迂回パスを利用する利点が少ない
- オーバレイルーティングに関する問題点
 - オーバレイネットワークパスの選択に関する問題
 - ネットワークただ乗り問題

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

15 / 16

今後の課題

- マルチパス転送を考慮した際のオーバーレイルーティングの有効性の検証
 - パス 1本のみでは 3ホップ迂回パスを利用する利点は少ない
 - マルチパスを考えたときの 3ホップ迂回パスの有効性
- オーバレイルーティングに関する問題の解決策の提案
 - ユーザ性能が向上、ただ乗りトラフィックが減少する新たな指標に基づいたオーバーレイルーティング手法を考える

2007/7/12

コミュニケーションオリティ研究会

16 / 16