

オーバーレイネットワークにおける計測結果統合手法の精度評価

○長谷川剛 村田正幸
大阪大学

研究の背景 (1)

- ▶ **オーバーレイネットワーク**
 - ▶ IPネットワーク上に論理的に構築されるネットワーク
 - ▶ アプリケーション指向な上位層ネットワーク
- ▶ **オーバーレイネットワークにおけるトラフィック制御**
 - ▶ 例: P2Pのピア選択、オーバーレイルーティング
 - ▶ ネットワーク性能に基いて接続ピア、トラフィックを經由させるオーバーレイレベルの経路を選択
 - ▶ ユーザ性能 (遅延時間、スループット等) の向上、障害箇所の迂回、マルチパス転送、...
 - ▶ オーバーレイノード間のネットワーク性能の把握が重要

研究の背景 (2)

- ▶ **オーバーレイネットワークにおける計測**
 - ▶ N個のオーバーレイノードがあると、N²本のオーバーレイパスを選択可能
 - ▶ 複数のオーバーレイパスが同じIP経路を共有 (経路重複)
 - 計測によるネットワーク負荷の増大、計測競合による精度の低下
- ▶ **既存の計測オーバーヘッドの削減手法**
 - ▶ ASレベル/IPレベルの(完全な)トポロジ・経路情報が必要
 - ▶ 把握するためには集中制御、あるいはノード間での情報交換・集約が必要
 - ▶ IPネットワーク、オーバーレイネットワークは常に変化
 - ▶ 完全なトポロジ・経路情報に基づく計測スケジューリングは無駄が大きい
 - ▶ 計測の量と計測精度はトレードオフの関係
 - ▶ 計測の量を削減すると、計測精度が犠牲になる

研究の背景 (3): 経路競合

- ▶ (完全共有) 経路途中に他ノードが存在する場合
 - ▶ traceroute+パケットキャプチャによって検出可能
- ▶ (片側共有) 送信元から途中まで同じ経路である場合
 - ▶ 送信元からのtracerouteで検出可能
- ▶ (部分共有) 中間のルータ間経路を共有している場合
 - ▶ 検出できない

完全共有経路の計測数削減手法

- ▶ 必要最小限の情報交換で完全共有を検出
- ▶ 部分パスの計測結果から全体の計測結果を推定
 - ▶ RTT: 和、帯域: 最小値、廃棄率: $1-(1-p1)(1-p2)$

計測数削減手法の性能評価例

- ▶ アンダーレイトポロジ: BAトポロジ, Abilene inspired, ランダム
- ▶ オーバーレイノード: ルータ上にランダムに存在
- ▶ ネットワークトポロジによらず計測パス数を1/30~1/50に削減
- ▶ 密度がある程度以上になると、計測パス数は減少
 - ▶ 経路の重なりが急激に増加するため
 - ▶ ノード数が増えても、ネットワーク規模が変化しなければ、計測パス数を小さく維持することが可能

計測数削減手法の計測精度

- ▶ 長い経路の性能を、短い経路の成功から推定
 - ▶ RTT：和、帯域：最小値、廃棄率： $1-(1-p_1)(1-p_2)$
- ▶ IETFでも同様の議論が行われている
 - ▶ RFC5835: Framework for metric composition
 - ▶ 計測結果の空間的合成 (composition)
- ▶ 推定精度が劣化することがある
 - ▶ 中継ノードの負荷
 - ▶ 計測タイミングの違い
 - ▶ ...
- ▶ 実測データに基づいた精度評価が必要



▶ 7

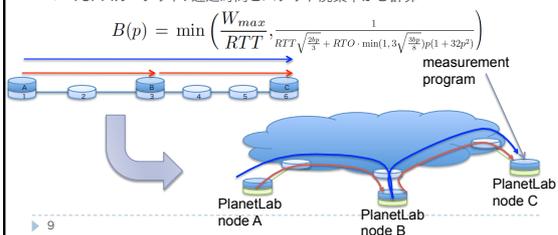
研究の目的

- ▶ 計測数削減・計測結果統合手法の精度評価
- ▶ 実測結果に基づく精度評価
 - ▶ PlanetLab環境を利用
 - ▶ 遅延時間、パケット廃棄率：実測結果に基づく評価
 - ▶ TCPスループットについて：TCPスループット推定値に基づく評価
- ▶ 評価指標
 - ▶ 長い経路の性能指標の推定精度
 - ▶ オーバレイルーティングにおける経路選択の失敗確率

▶ 8

PlanetLabにおける計測環境

- ▶ PlanetLabのスライス上に計測プログラムを設置し、計測を行う
 - ▶ AC(B経由)、AB、BCの計測を順に行う
 - ▶ 遅延時間: 96,036パス、40パケット/パス
 - ▶ パケット廃棄率: 1,384パス、10,000パケット/パス
 - ▶ TCPスループット: 遅延時間とパケット廃棄率から計算



▶ 9

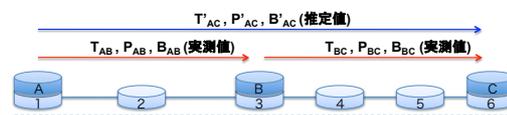
計測結果統合手法

- ▶ 遅延時間

$$T'_{AC} = T_{AB} + T_{BC} \quad (1)$$
- ▶ パケット廃棄率

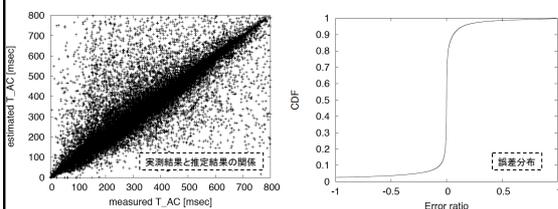
$$P'_{AC} = 1 - (1 - P_{AB})(1 - P_{BC}) \quad (2)$$
- ▶ TCPスループット

$$B'_{AC} = \min(B_{AB}, B_{BC}) \quad (3)$$



▶ 10

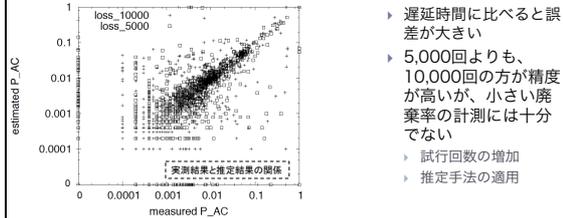
精度評価結果 (1): 遅延時間



- ▶ 平均対数誤差: 0.112
- ▶ 90%の経路の誤差が10%以内に収まっている

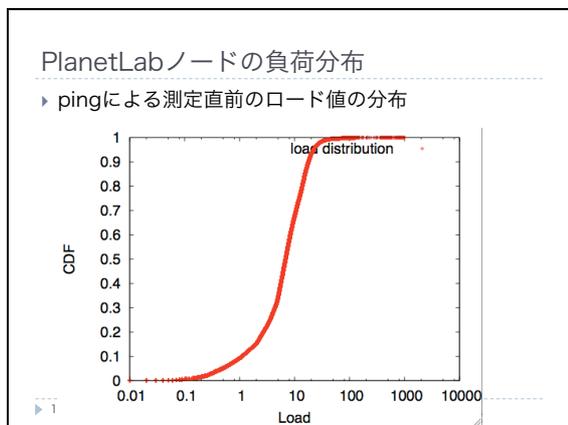
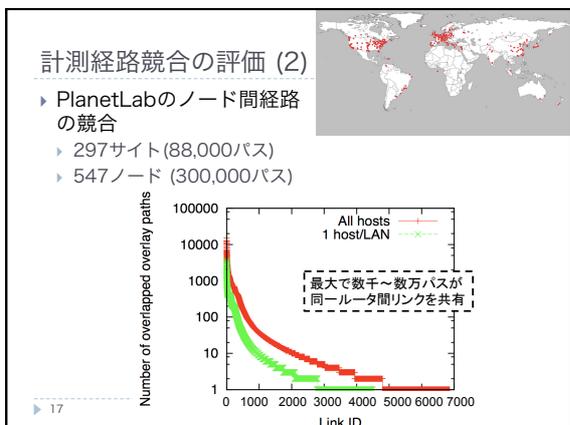
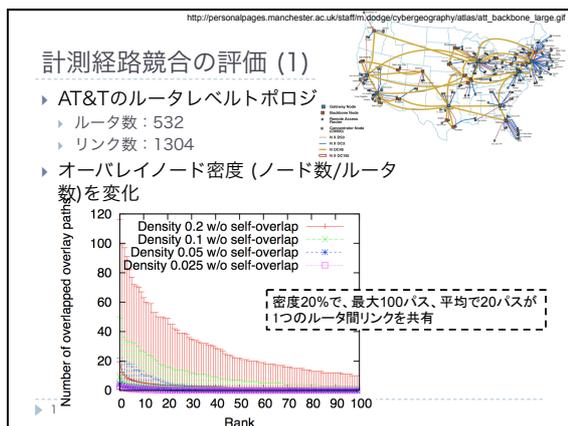
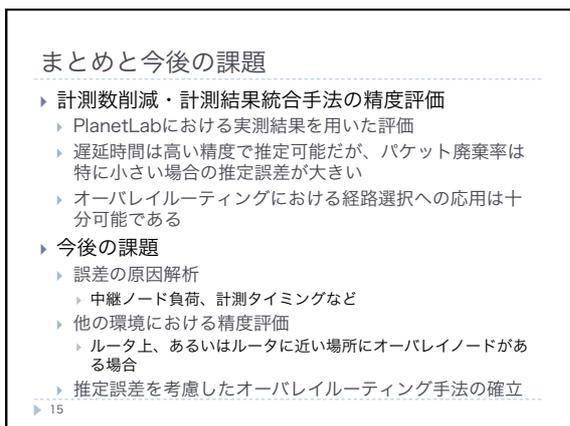
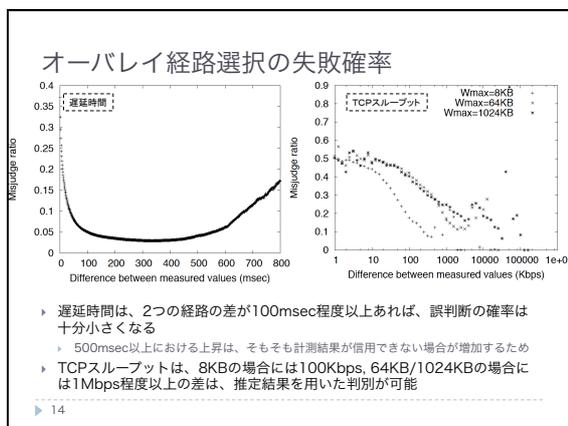
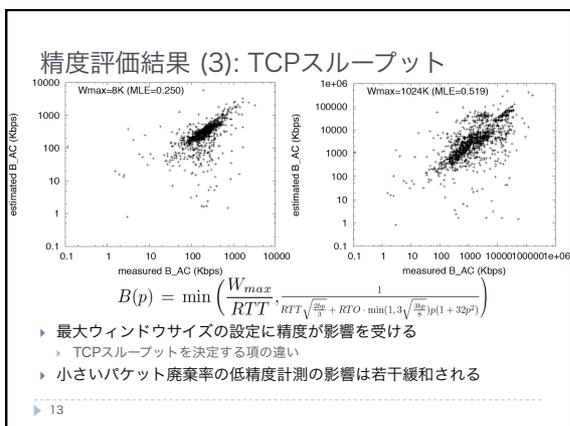
▶ 11

精度評価結果 (2): パケット廃棄率



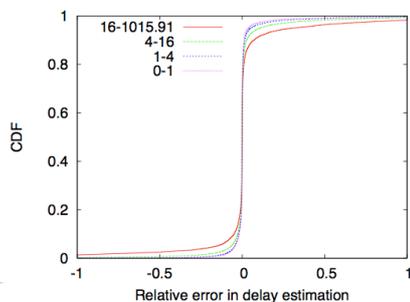
		範囲別の平均対数誤差					
		0	<0.001	<0.01	<0.1	<1.0	overall
10,000 trials		0.755	0.565	0.376	0.302	0.676	2.759
5,000 trials		0.650	0.671	0.454	0.316	0.798	0.007

▶ 12



ノード負荷の影響 (1)

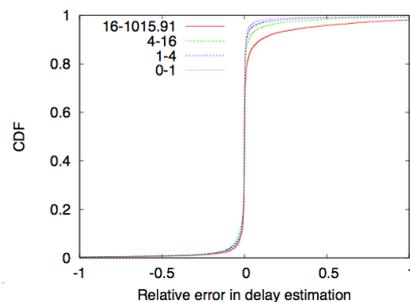
▶ 送信ノードの負荷別の推定誤差分布



▶ 19

ノード負荷の影響 (2)

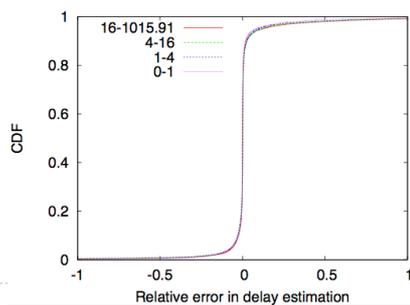
▶ 中継ノードの負荷別の推定誤差分布



▶ 20

ノード負荷の影響 (3)

▶ 受信ノードの負荷別の推定誤差分布



▶ 21