

オーバーレイネットワークにおける パケット廃棄率の計測結果の空間的合成手法

飯島 優介
中野研究室

研究の背景: オーバーレイネットワークにおける計測手法

- 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アプリケーション層ネットワーク
 - IPネットワークの変更なく、アプリケーションに適したネットワークを構築できる
- オーバーレイネットワーク上での計測
 - 性能を維持・向上するためには、IPネットワークの性能(遅延時間、パケット廃棄率、帯域など)を計測によって得る必要がある
 - 全てのパスの計測: $O(n^2)$ の計測コストが必要 (n : オーバーレイノード数)
 - 計測コスト削減手法
 - 計測パス数や計測項目が削減される、計測精度が下がるなどの問題点が存在

研究の背景: 計測結果の空間的合成手法

- オーバーレイパスの経路の重複関係に着目し、重複部分の計測を行わないことで、計測コストを削減し、計測衝突による計測精度の低下を回避する
 - 計測を行わないパスの性能は、計測を行った部分パスの計測結果を用いて推定
 - 計測精度が保たれることが必要
 - パケット廃棄率に関する精度検証が行われていない

遅延時間: D , 帯域: B , パケット廃棄率 = P

空間的合成によるネットワーク性能の推定式
 $D = d1 + d2, B = \min(b1, b2), P = 1 - (1-p1)(1-p2)$

G.Hasegawa and M.Murata, "Scalable and density-aware measurement strategies for overlay networks," in Proceedings of ICIMP 2009, May 2009

研究の目的

- オーバーレイネットワークにおけるパケット廃棄率の計測結果に対する、計測結果統合手法の精度評価、および精度を向上させるための計測・データ処理手法の提案
 - PlanetLab環境におけるネットワーク性能の計測結果を用いて、計測結果統合手法の精度評価を行う
 - パケット廃棄率の計測に着目
 - 推定精度を向上するためのデータ処理手法を検討し、そのために必要となる計測手法を提案する

ネットワーク性能の計測データ

- PlanetLab環境
 - 世界規模の実験用ネットワーク
 - 参加者は任意のノードに仮想マシンを設置可能
- ネットワーク計測データ
 - 3台のノード上の仮想マシンをランダムに選択
 - A, B, C とする
 - 経路AB, BC, AC (Bを経由) の性能を計測
 - 2010/11/17-2011/1/21の期間に計測
 - 47,503パターンの計測結果
 - パケット廃棄率の計測
 - 1,000個のパケットを0.5秒間隔で送信、を10回繰り返し、パケット廃棄率を観測

パケット廃棄率の推定精度の評価結果

- 横軸: 実際の計測値、縦軸: 統合手法による推定値
 - 真の廃棄率が高いと、推定精度が高い
 - TCPデータのスループット等にとって重要となる、0.1%以上の廃棄率は十分な精度で推定可能
 - 真の廃棄率が非常に低い場合には、10,000回の試行では正確な廃棄率が得られない
 - $y=x$ の線から大きく離れた点が存在
 - このような計測を検出することで、全体の計測精度を改善できる可能性がある

真値の区間別の対数誤差				
	0以上 0.001未満	0.001以上 0.01未満	0.01以上 0.1未満	0.1以上
平均対数誤差	0.633	0.433	0.403	0.118

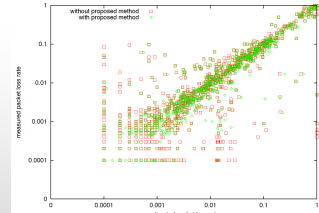
計測精度向上のためのデータ処理手法

- 異常な計測結果を廃棄し、計測し直す
 - サーバや仮想マシンの負荷により、異常な計測値 (異常値) が発生する
 - 異常に高いパケット廃棄率が計測される
 - 計測されたパケット廃棄率が、ネットワークの性能を表さない
 - 推定精度・計測精度の低下原因となる異常値が得られた場合には、計測をやり直す
- 提案するデータ処理手法
 - スミルノフ・グランプス検定によって異常値を判定
 - 計測結果のうち、最大のパケット廃棄率を持つものを、異常値の候補とする
 - 計測回数、平均値、不偏分散、及び有意水準より、異常値であるかどうかを判定し、異常である場合にはその計測結果を廃棄する
 - 異常値がなくなるまで繰り返す
 - 異常と判断された計測はやり直す

7

データ処理手法の性能評価

- 異常値と判定された計測結果を廃棄した場合の、計測精度を評価する
- グラフ
 - 赤: 処理前、緑: 処理後
 - $y=x$ から離れた計測結果が減少
- 平均対数誤差の比較
 - データ処理により、計測精度が大きく向上
 - 真値が0.1以上の場合には、ほとんど効果がない
 - 検定によって正しい値が異常値と判定されている可能性がある
 - 計測をやり直す場合も同様の結果が得られると考えられる



	0以上 0.001未満	0.001以上 0.01未満	0.01以上 0.1未満	0.1以上
処理前	0.633	0.433	0.403	0.119
処理後	0.523	0.297	0.297	0.123

8

まとめと今後の課題

- オーバレイネットワークにおけるパケット廃棄率の計測結果に対する、計測結果統合手法の精度評価を行った
 - TCPスループットなどに影響を与えるような、比較的高いパケット廃棄率は、高い精度で推定可能
 - 廃棄率が低い場合には、精度が低下する
 - 計測回数の増加が求められる
- 計測精度を向上させるための計測・データ処理手法を提案した
 - 統計的検定手法を用いて異常な計測結果を検出し、計測をやり直す
 - 計測精度が大幅に向上することを確認した
- 今後の課題
 - TCPスループットや利用可能帯域などに関する精度評価
 - 異なるネットワーク環境における精度評価

9