

エンド端末間パスにおける 複数区間の利用可能帯域計測手法の 実験評価

松岡研究室: 森本 顕

2014/2/20

特別研究報告会

1

研究の背景1

インターネットトラフィックの急激な増加

- インターネットの高速化、大規模化、複雑化し、その性能の把握が困難になっている

エンド端末間パスの利用可能帯域

- ネットワークアプリケーションの品質を向上させるために重要な情報

既存の利用可能帯域計測手法

- ボトルネック区間の利用可能帯域の値のみ計測
- ボトルネック箇所の特定や区間ごとの利用可能帯域の計測はできない
- これらを知ることができれば、輻輳制御やオーバーレイネットワークのトポロジ制御、経路制御などに利用できる

2014/2/20

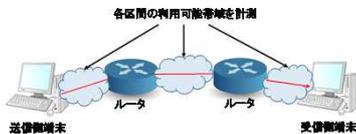
特別研究報告会

2

研究の背景2

エンド端末間パスの複数区間の利用可能帯域を計測する手法

- パス上の任意の区間の利用可能帯域を同時に計測できる
- パス上のルータにおいて通過するパケットの通過時刻をタイムスタンプとしてパケットに記録できることを前提とする
- その情報を基にパス上の各区間の利用可能帯域を推定
- シミュレーションのみで性能評価が行われている



2014/2/20

特別研究報告会

3

研究の目的

実機を用いた実験によって、エンド端末間パスの複数区間の利用可能帯域を計測する手法の性能評価を行い、実ネットワーク上における有効性を評価する

計測精度が低下する原因を明らかにし、精度を向上させる方法を提案する

2014/2/20

特別研究報告会

4

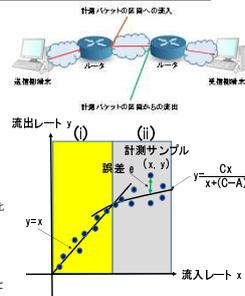
利用可能帯域の計測原理

ある区間への計測パケットが入る時の流入レート (x) と、その区間から計測パケットが出る時の流出レート (y) の組である計測サンプル ((x, y)) が従うと考えられるモデルと関係式

- 領域 (i): 流入レート < 利用可能帯域の場合
 - 流出レートは流入レートとほぼ等しくなる
 - $y \approx x$
- 領域 (ii): 流入レート > 利用可能帯域の場合
 - 流出レートは流入レートより小さくなる
 - $\frac{y}{x} < 1$
 - $y = \frac{Cx}{x+(C-A)}$
 - 背景トラフィックと計測パケットによるトラフィックが、それぞれのレートに比例して物理帯域を分け合うと仮定

上述した2つの現象の閾値となる流入レートの値を利用可能帯域と推定する

- 利用可能帯域を様々な値に仮定して、式と計測サンプルとの誤差が最も小さくなる場合の値を計測結果とする



2014/2/20

特別研究報告会

5

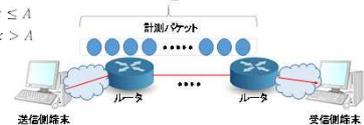
計測手法

送信側端末は K 個のパケット (P_1, P_2, \dots, P_K) を一定のレートで受信側端末に送信する

K 個の計測パケットから K_0 個の連続したパケット (P_i, \dots, P_{i+K_0-1}) を抽出し、流入レート x_i と流出レート y_i を算出し、計測サンプル ((x_i, y_i)) とする

得られた計測サンプル群に対して、式とのフィッティングを行い、利用可能帯域を推定する

$$y = \begin{cases} x & x \leq A \\ \frac{Cx}{x+(C-A)} & x > A \end{cases}$$



2014/2/20

特別研究報告会

6

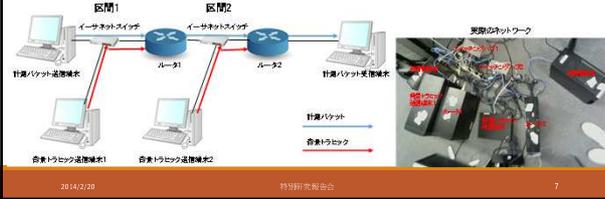
実験環境

物理帯域 10 Mbps

背景トラフィック量を調整し、区間1、区間2の利用可能帯域を様々な値に設定

計測パケットの送信レート: 0.1 Mbps 刻みで 0.1Mbps から 10Mbps まで

計測パケットを8個ずつ抽出し、流入レートと流出レートを算出する



2014/2/20

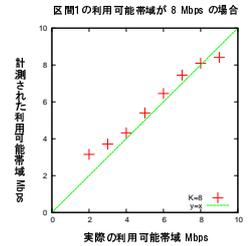
特別研究報告書

7

基本性能の評価結果1

区間1の利用可能帯域より区間2の利用可能帯域が小さいときは、概ね高い精度で計測できる

- しかし、区間2の利用可能帯域が特に小さい場合には精度が低下する
 - 流出レートが流入レートに比べて大きくなっている計測サンプルが多数存在している
 - 流入レートと背景トラフィックの総和が物理帯域より大きい場合、ルータ等において輻輳が発生し、キューイングが発生するため



2014/2/20

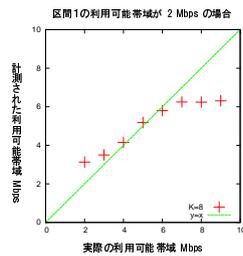
特別研究報告書

8

基本性能の評価結果1

区間1の利用可能帯域より区間2の利用可能帯域が大きいても、利用可能帯域をある程度の精度で計測できる

- 差が大きすぎる場合には、利用可能帯域よりも大きな流入レートを持つ計測結果が得られないため、精度が低下する



2014/2/20

特別研究報告書

9

計測サンプルの選別

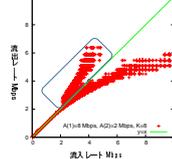
提案手法が用いているモデルは、流出レートが流入レートより大きくなることは想定していない

- 想定外の計測サンプルの存在によって計測精度が低下している

計測サンプルを選別し、計測精度の向上を図る

- 流出レートが流入レートより大きい計測サンプルをフィッティングから除外

利用可能帯域: 区間1: 8 Mbps, 区間2: 2 Mbps の場合



2014/2/20

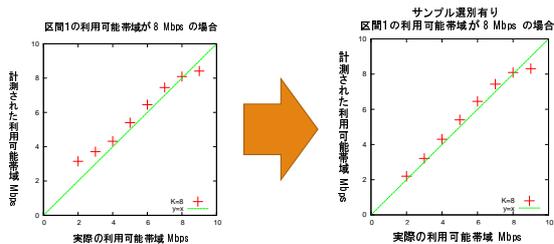
特別研究報告書

10

計測サンプルの選別を行った場合の精度評価

計測サンプルの選別を行った結果、計測精度が向上

- 流出レートが流入レートより 10% 以上大きい計測サンプルを排除



2014/2/20

特別研究報告書

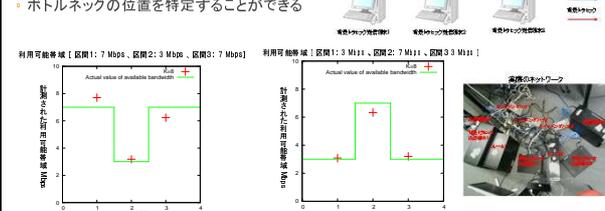
11

3つの区間を持つネットワークにおける評価

3つの区間の利用可能帯域を同時に計測

区間数が増加しても、それぞれの利用可能帯域を高い精度で計測できる

- ボトルネックの位置を特定することができる



2014/2/20

特別研究報告書

12

まとめと今後の課題

エンド端末間パスの複数区間の利用可能帯域を個別にかつ同時に計測する手法の、実ネットワークにおける有効性を実験評価を通じて検証した

- ・ 送信側端末に近いネットワーク区間の利用可能帯域が受信側端末に近いネットワーク区間の利用可能帯域より小さい場合でも、高い精度で計測できる
- ・ 計測精度が低下する原因を特定し、精度低下を防ぐ方法を検討し、その有効性を検証した

今後の課題

- ・ 計測精度を損なわずに、計測に用いるバケット数を削減する
- ・ より実際のネットワークに近い環境での性能評価を行う