

ImTCP: 利用可能帯域の計測を可能とするTCP

大阪大学 大学院情報科学研究科
Cao Le Thanh Man
mlt-cao@ist.osaka-u.ac.jp

2004/02/20

1

ネットワーク帯域

本研究は
利用可能
帯域を対象
に

- 物理的帯域
 - 最大転送速度
- 利用可能帯域
 - ネットワークパスが空いている分
- TCPの最大転送スループット
 - 一本のTCPコネクションが最大で獲得できるスループット

2004/02/20

2

利用可能帯域の用途

- データ転送プロトコルの制御
- サービスオーバーレイネットワークの経路選択
- ネットワークトポロジーの設計
- ネットワーク故障発生箇所の特定

2004/02/20

3

利用可能帯域計測ツール

- ルータでトラフィックを監視
 - ネットワーク管理者向け
- 受動的にエンドホストでトラフィックを監視
 - 長時間がかかる
- 能動的にエンドホスト間で計測用トラフィックを流し、計測
 - よい計測結果
 - 計測用トラフィックを流す必要がある

2004/02/20

4

提案方式のアイデア

- 能動的に利用可能帯域を計測
- 新たに計測用のトラフィックの流さない

- 
- TCPコネクション内で計測を行う
 - TCPのデータパケットを計測用パケットとして利用する

2004/02/20

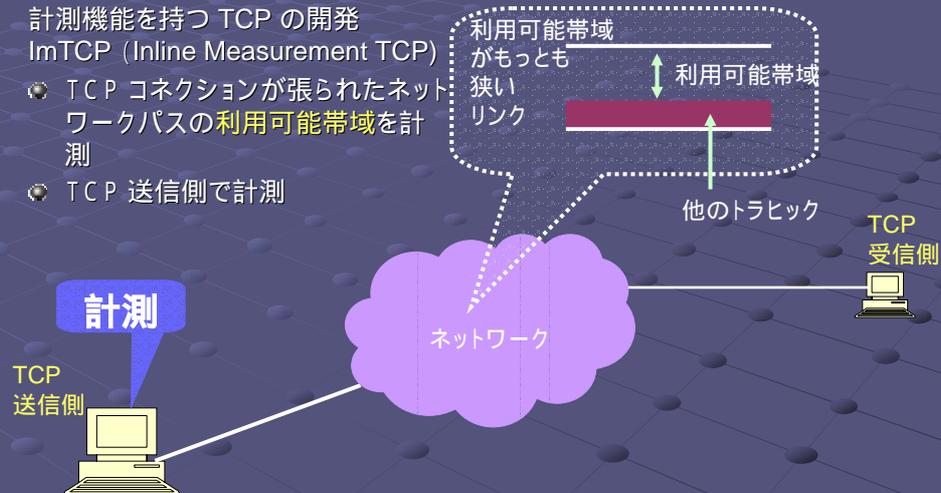
5

研究目的

計測機能を持つ TCP の開発

ImTCP (Inline Measurement TCP)

- TCP コネクションが張られたネットワークパスの**利用可能帯域**を計測
- TCP 送信側で計測



2004/02/20

6

研究内容

TCP に導入する
計測アルゴリズム

計測アルゴリズムを
TCP に適用する方法

ImTCP

2004/02/20

7

計測アルゴリズムに対する要求

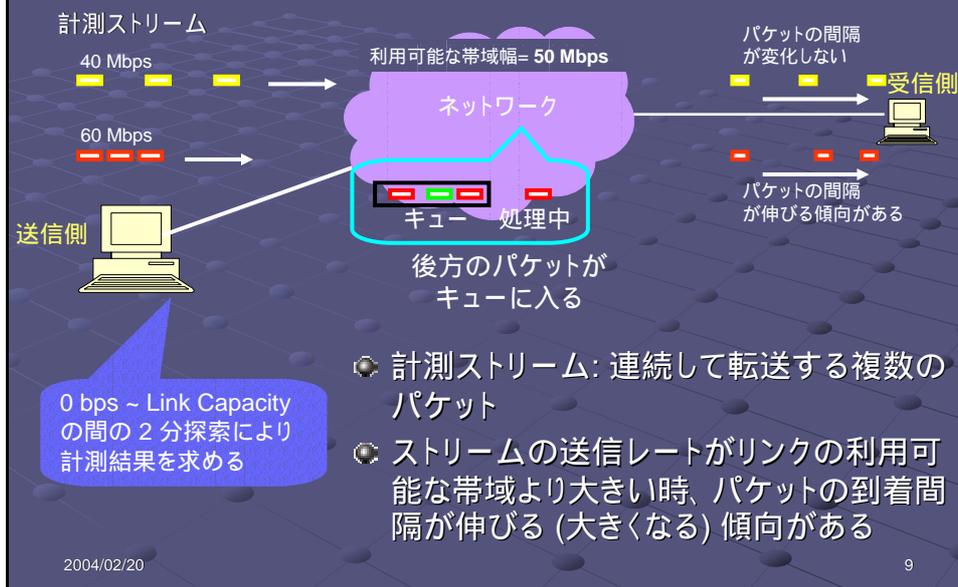
1. 計測用のパケット数が少ない
 - TCPに導入することを意識して
2. ほかのトラフィックに影響を与えない
3. 素早くかつ連続的に計測結果を出す

- 既存の計測アルゴリズムからふさわしいものを選び
- 改善を加え: **精度よりも速度と頻度を重視**
上記の要求を満たした計測アルゴリズム

2004/02/20

8

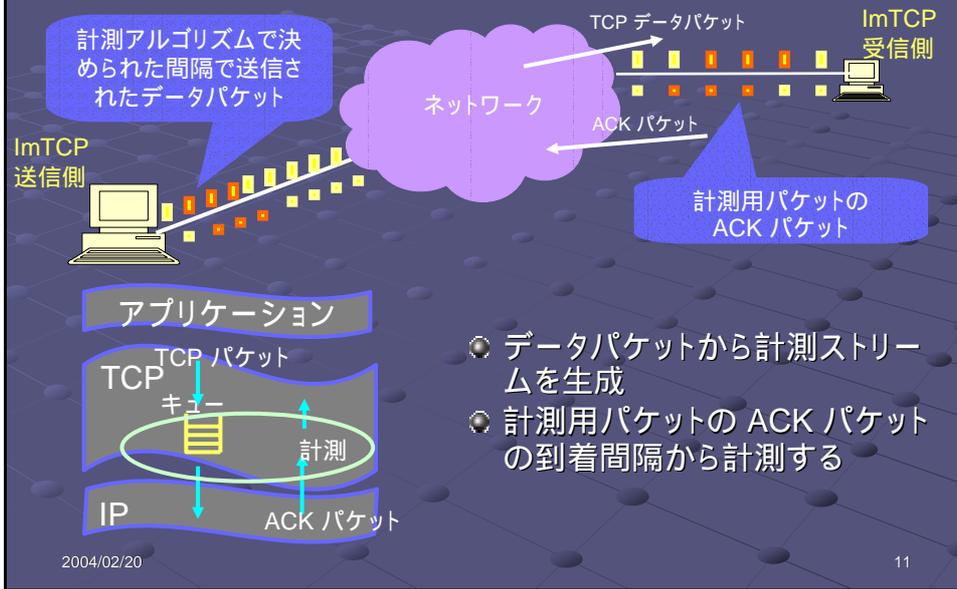
既存の計測方式 PathLoad



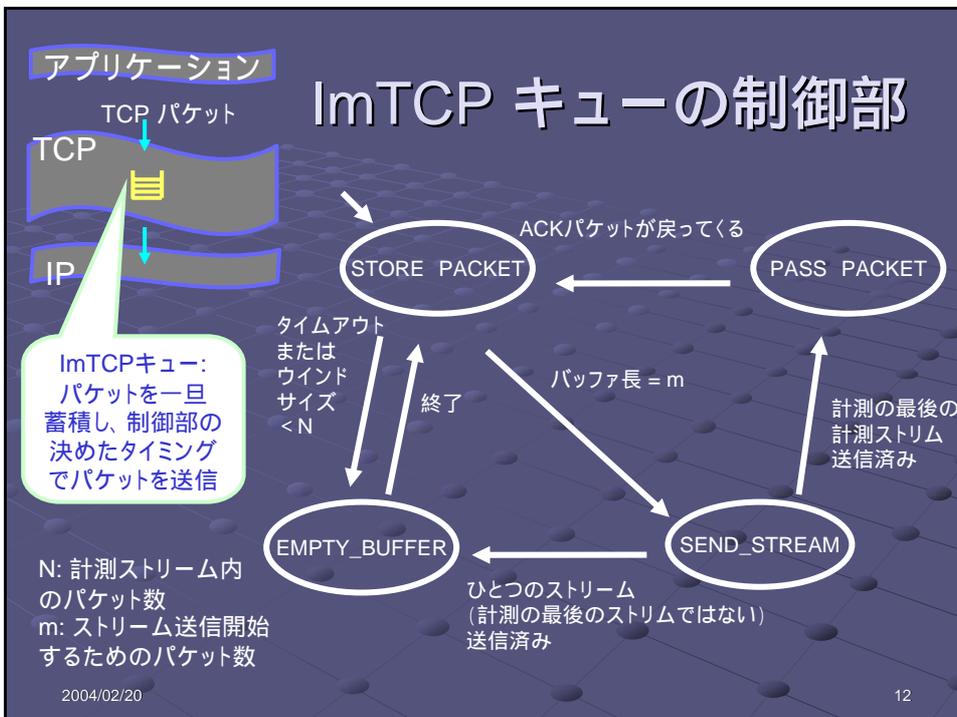
既存の計測方式の改善

- 計測ストリーム内のパケット数を減らす
 - 計測ストリーム内のパケット転送レートを変化させるパケット数が少なくても一つのストリームで多くの帯域の範囲を探索することが可能
- 計測ストリーム数を減らす
 - 計測を連続的に行うため、過去のデータの統計結果から計測値の出現確率が高い範囲を探索区間とする少ないストリーム数でも効率的に探索可能

ImTCP の計測方法



ImTCP キューの制御部



パラメータ設定 (1)

● 計測ストリーム送信開始するためのパケット数 (m)

- m 小さいと: パケット蓄積時間の短縮
- m 小さすぎると: ストリームの前半が転送されたとき、後半が到着してない可能性がある(ストリーム作成失敗)

● 設定方法

- m=Nを初期値とする
- ある m の値で、F回の計測が正常に行われれば、mを1減少させる (F=2としている). mの最小値を2とする
- ストリームの作成に失敗したら、mを1増加させ、ストリームの作成を再度行う. mの最大値をNとする

2004/02/20

13

パラメータ設定 (2)

● パケット待ちタイムアウト (T)

N 個連続の Ack パケットが到着する時間 (= ImTCP に N 個のパケットが到着する時間) の分布を求めて、それによりタイムアウトを設定

仮定: RTTの分布は $N(A, D)$ とする

X の分布: $N(A, D)$

Y の分布: $N(A+K, D)$. K は $(N-1) * \text{PacketSize} / A - Bw$ で近似する.

Z = Y - X になるため、Z の分布: $N(K, 2D)$ となる.

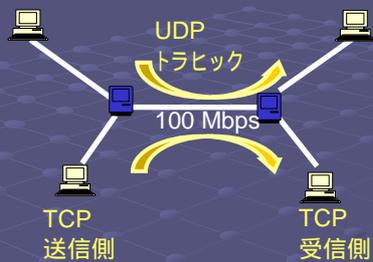
T = K + 4D とする

正規分布の性質により、N個のパケットが到着する確率が98%

2004/02/20

14

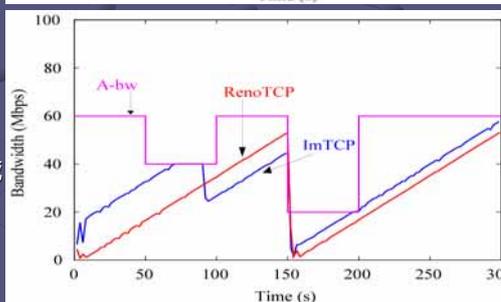
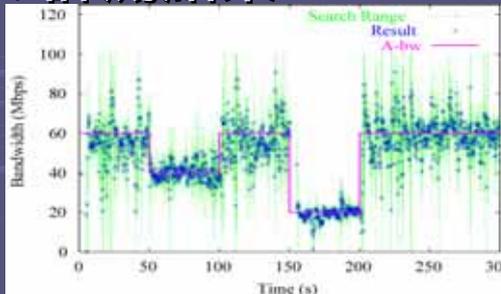
ImTCP の計測結果



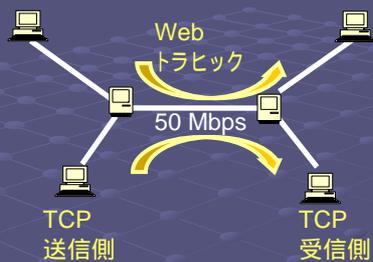
UDP トラフィックの転送レートを変えることで、利用可能な帯域幅を変える

- 計測結果が利用可能な帯域幅の変化を反映できる
- TCP スループットが利用可能な帯域幅に達していない場合でも計測できる

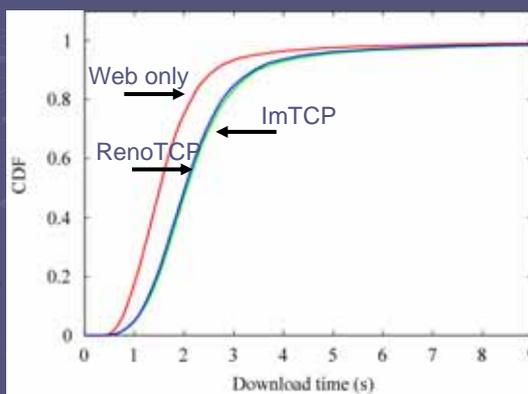
2004/02/20



外部トラフィックへの影響



Web のトラフィックを背景トラフィックとし、Web ページのダウンロード時間について調べる

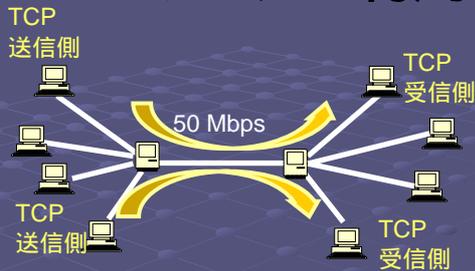


- 平均スループットは同じくらい (ImTCP: 25.2 Mbps, Reno TCP: 24.1 Mbps)
- ImTCPの計測機能が背景トラフィックへ余分な影響を与えない

2004/02/20

6

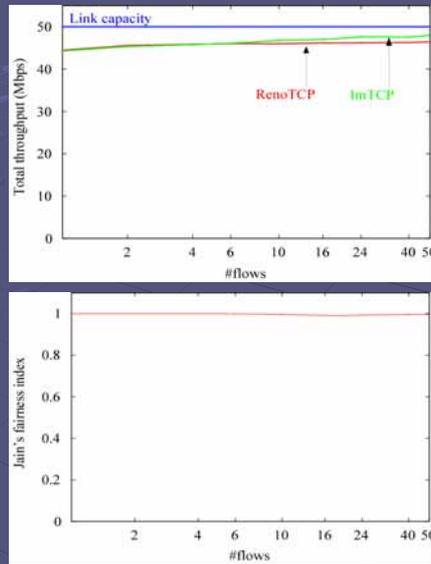
リンクの利用率と公平性



複数本のImTCPがひとつのボトルネックリンクを共有する環境

- ImTCPが Reno TCP とほぼ同じリンク利用率
- ImTCPコネクション間の公平性が高い

2004/02/20



まとめと今後の課題

●まとめ

- 利用可能な帯域幅を計測できる TCP の提案と性能評価

●今後の課題

- 受信側ベースのインラインネットワーク計測
- 物理的帯域の計測

2004/02/20

18