

# Increasing robustness to environmental changes for congestion control mechanisms

## 輻輳制御機構の環境変動への耐性向上

大阪大学 大学院情報科学研究科  
情報ネットワーク学専攻 中野研究室  
児玉 瑞穂

### 研究の背景と目的 (1)

- インターネットの爆発的な普及
  - 利用人口の増加
  - ネットワークの高速化
 ⇒ 効率的な輻輳制御が必要
- トランスポート層ではエンド端末間の計測で輻輳を判断する
  - TCPにおける輻輳を判断する指標
    - パケット廃棄の発生(従来手法)
      - パケット廃棄が発生するまでウィンドウサイズを上げ続け、パケット廃棄が発生したらウィンドウサイズを下げる
    - 遅延時間
      - RTT (Round Trip Time)の増加=キューイング遅延の増加と判断する
      - 初期段階の輻輳を感知することができる
    - 帯域情報
      - 適切なウィンドウサイズ=利用可能帯域×RTTであることを利用する
 ⇒ これらの指標には計測誤差が含まれる

2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

2

### 研究の背景と目的 (2)

- 輻輳の指標の計測結果に依存している手法においては、その性能は計測精度や急激な環境変動に影響を受ける
  - 計測が正確である場合には性能は高い
  - 計測に誤差や遅延が含まれる場合には性能が低下する



計測に応じて指標への依存度を変化させ、誤差や急激な環境変動が与える影響を緩和する方法を提案する

2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

3

### 提案手法

- 提案1
  - 輻輳の指標への依存度を動的に調整する
    - 計測結果の変動の大きさに応じて依存度を変化させる
      - 変動が大きいときは、依存度を弱くする
      - 変動が小さいときは、依存度を強くする
- 提案2
  - 意図的にノイズを加えてデータ転送速度を振動させる
    - ランダム性を加えることにより、急激な環境変化の影響を吸収する

⇒ 利用可能帯域を輻輳の指標として用いる TCP Symbiosisに適用して有効性を示す

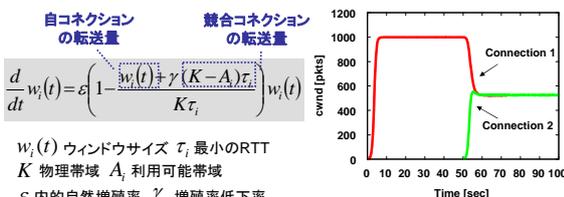
2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

4

### TCP Symbiosis

- 利用可能帯域を輻輳の指標として用いる手法
  - データパケットとACKパケットの送信間隔を見て帯域を計測する



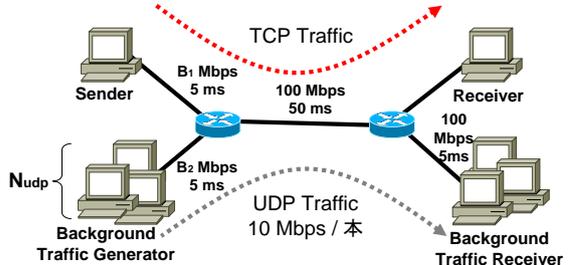
- 平均スループット、安定性、収束時間、コネクション間の公平性、およびネットワークの帯域遅延積に対するスケールラビリティが優れている
- 利用可能帯域の計測結果に強く依存している

2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

5

### シミュレーション環境



- ボトルネックリンク帯域: 100Mbps
- RTT: 120msec
- バックグラウンドトラフィックの本数を時間ごとに変化させる

2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

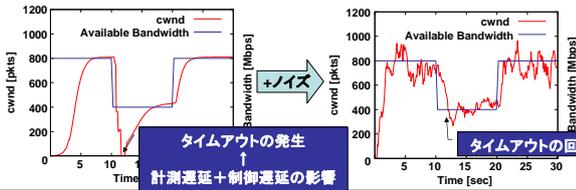
6

## 意図的なノイズの付加方法

### • TCP Symbiosisの制御式

$$\frac{d}{dt} w_i(t) = \varepsilon \left( 1 - \frac{w_i(t) + \gamma(K - A_i)\tau_i}{K\tau_i} \right) w_i(t) + m w_i(t) \xi_i(t)$$

$m$  どの程度振動を加えるか決定するパラメータ  $\xi_i(t)$  ホワイトノイズ



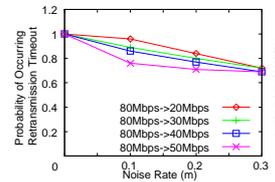
2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

7

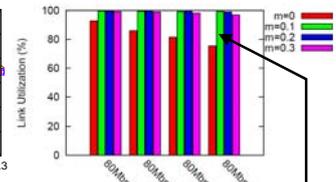
## 提案手法の有効性

### タイムアウトの発生頻度



ノイズを加えることにより  
タイムアウトの発生確率が減少する

### リンク利用率



タイムアウトを回避することにより  
リンク利用率が改善する

75%→99%に改善する

2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

8

## まとめと今後の課題

### • まとめ

- 輻輳の制御に用いる指標に含まれる計測誤差および急激な環境変動の影響を緩和する方法の提案および評価
- 指標の計測結果への依存度を環境に応じて設定する
  - 計測誤差の大きさに関係なく高いリンク利用率を保つことができる (リンク利用率100%を保持できる)
- 意図的にノイズを加えてデータ転送速度を振動させる
  - ランダム性を加えることにより環境変動の影響を緩和する (リンク利用率が75%から99%に改善する)
  - 最小のRTTを得られず、公平性が劣化する問題を解決できる

### • 今後の課題

- 他の輻輳制御手法に適用しても効果があることを示す
- 実装実験における評価を行う

2009/2/18

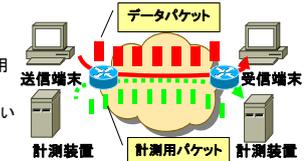
平成20年度 修士論文発表会

9

## 参考: ネットワーク帯域計測手法

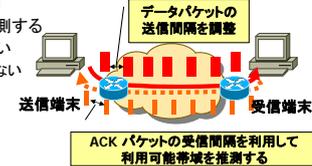
### • 従来の計測手法

- データパケットとは別に計測用パケットを送出する
  - ネットワークへの影響が大きい
  - 計測にかかる時間が長い



### • インラインネットワーク計測

- データパケットを使用して計測する
  - 計測用のパケットが必要ない
  - ネットワークへの影響が少ない
  - 計測にかかる時間が短い



2009/2/18

平成20年度 修士論文発表会

10