

Osaka University Advanced Network Architecture Research Group
http://www.anarg.jp/

一部のノードからの情報収集により
全リンク上のトラフィック量を推定する手法

大阪大学 情報科学研究科
樽谷優弥
村田研究室

2010/11/02 1

Osaka University

研究背景

- **トラフィックエンジニアリング**
 - 現在のトラフィックを収容するために経路情報を制御
 - 制御タイミング: トラフィック変動発生時
 - 制御目的: ネットワークの最適化
 - 入力: トラフィックマトリクス
 - 制御対象: 経路情報
 - 制御を行うためには**トラフィックマトリクスが必要**

2010/11/02 2

Osaka University

トラフィックエンジニアリング

- **トラフィックマトリクスを直接収集するのは困難**
- **リンク上のトラフィック量を用いたトラフィックエンジニアリング手法**
 - 推定したトラフィックマトリクスを用いたトラフィックエンジニアリング
- **大規模なネットワークではリンク上のトラフィック量を収集する負荷が大きい**
 - 全てのノードからリンク情報の収集が必要となるため

$X = AT$

経路情報 トラフィックマトリクス
リンクのトラフィック量

2010/11/02 3

Osaka University

研究の目的

- **研究の目的**
 - リンク上のトラフィック量の収集負荷の削減
- **本研究のアプローチ**
 - 一部のノードから収集したトラフィック量から全リンク上のトラフィック量を推定する手法を提案
 - 収集元ノードの選択手法を提案
 - 推定誤差は収集元ノードの選択に依存
 - 推定誤差が大きくなると輻輳の判別が困難

2010/11/02 4

Osaka University

提案手法の概要

Step.1 リンク上のトラフィック量の収集元ノードの選択

- 大きな推定誤差を回避できるような情報収集元を選択

Step.2 収集した情報から全リンク上のトラフィック量の推定

- リンク上のトラフィック量と経由する対地間トラフィックの数との関係を利用

Step.3 推定したトラフィック量の補正

- 以下の式を満たすように推定されたトラフィック量を補正

$X = AT$

経路情報 トラフィックマトリクス
リンクのトラフィック量(リンク負荷)

2010/11/02 5

Osaka University

Step.1 収集元ノード選択

他のノードから収集できない対地間トラフィックを經由するノード

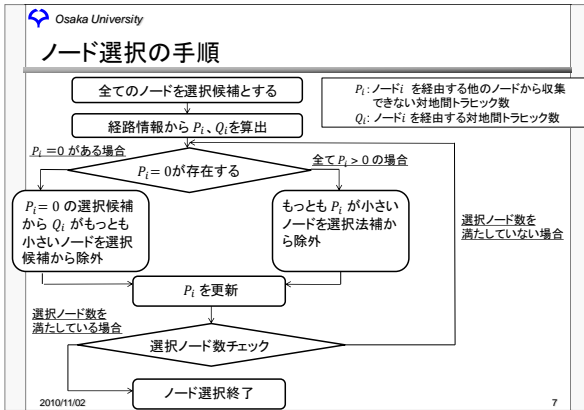
ノードの選択

ノードの選択

經由する対地間トラフィックの数が多しノード

1. 他のノードから収集できない対地間トラフィックを經由するノードを選択
 - 全く収集されない対地間トラフィックが存在しないようにするため
2. 經由する対地間トラフィックの数が多しノードを選択
 - 多くの対地間トラフィックの情報を取得するため

2010/11/02 6



Osaka University

Step.2 リンク上のトラフィック量の推定

- **リンク上のトラフィック量と経由する対地間トラフィックの数の関係**
 - シミュレーションによって調査

シミュレーション環境
 トポロジ: AT&T トポロジ (523 ノード 1304 リンク)
 トラフィックマトリクス: Gravityモデルと対数正規分布 ($\sigma = 4.3, \mu = 1.04$) に従って生成

- シミュレーション結果より関係をモデル化

$$U_i = \alpha Z_i + \beta$$

U_i : リンク i 上の推定されたトラフィック量
 Z_i : リンク i を経由する対地間トラフィックの数

- **推定方法**
 - 収集したトラフィック量から α, β を算出
 - Z_i に対地間トラフィックの数を代入し、トラフィック量を推定

2010/11/02 8

Osaka University

Step.3 リンクのトラフィック量の補正

- **リンク上のトラフィック量は以下の関係を満たす必要がある**

$$X = AT$$

各リンク上のトラフィック量 X
 経路情報
 トラフィックマトリクス T

- **補正の方法**
 - トラフィックマトリクスの推定
 - $\|X' - AT\|$ を最小化するような T を取得
 - X : Step. 2 で得られた推定されたトラフィック量
 - 推定されたトラフィックマトリクスと経路情報からリンク上のトラフィック量を算出

$$AT \rightarrow X$$

推定されるトラフィック量

2010/11/02 9

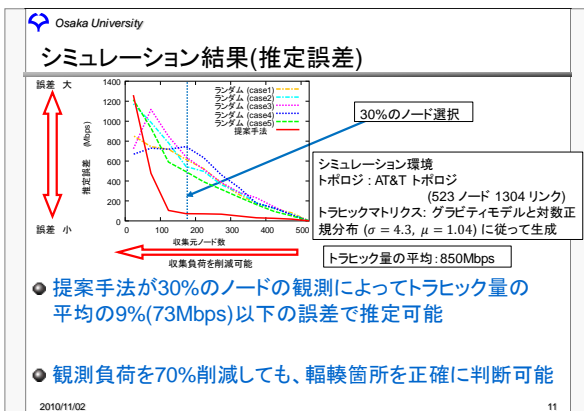
Osaka University

評価方法

- **評価環境**
 - トポロジ
 - AT&T トポロジ (523 ノード, 1304 リンク)
 - トラフィックマトリクス
 - T^{grav} : Gravityモデルと対数正規分布に従って生成
 - Δ : 正規分布に従って生成
 - 収集元ノード数を変更して調査: 23~523
- **評価指標**
 - リンク負荷の推定誤差 (RMSE)

$$X_{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{k=1}^L (\hat{X}_k - X_k)^2}$$

2010/11/02 10



Osaka University

トラフィックエンジニアリングに適用した場合の評価

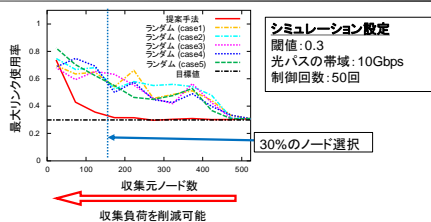
- **評価の概要**
 - 選択されたトラフィック情報のみから推定されたトラフィックマトリクスを用いたトラフィックエンジニアリングの性能評価
- **評価に用いたトラフィックエンジニアリング手法**
 - 以下の動作を50回繰り返す

1. 入力されたトラフィックマトリクスから各リンクのリンク使用率を算出
2. 最大リンク使用率が閾値0.3を超えている場合
 - そのリンクを經由している対地間トラフィックのうちトラフィック量が最大の対地間に、光バスを一本追加
3. 最大リンク使用率が閾値 0.3を超えていない場合
 - リンク使用率のもっとも低いバスから順に光バスを削除

- **評価指標**
 - トラフィックエンジニアリング後の最大リンク使用率

2010/11/02 12

シミュレーション結果(トラフィックエンジニアリング性能)



- 30%のノードからの情報収集のみで、リンク使用率を目標値まで削減する制御が可能

➡ 提案手法によって収集負荷を70%削減可能

2010/11/02

13

まとめと今後の課題

- **まとめ**
 - 一部の収集元ノードを選択し、全リンク上のトラフィック量を推定する手法を提案
 - シミュレーション結果より、提案手法によって収集による負荷を70%削減することが可能であることを確認
- **今後の課題**
 - 他のトポロジにおける提案手法の有効性の評価

2010/11/02

14