

Proactive recovery from multiple failures utilizing overlay networking technique  
 オーバレイネットワーキング技術を用いた複数障害からのプロアクティブ型回復手法

中野研究室  
堀江拓郎

### 研究の背景

- 常時接続を前提としたアプリケーション
  - ネットワークに高い信頼性を要求する
  - ネットワークの障害に弱い
- AS間ルーティング
  - 経路情報を1ホップずつ転送
    - 経路収束の時間に上限がない
  - 特定の障害からの回復に長時間かかる
    - 障害検知後、経路を再計算し、ネットワークに伝搬
    - 改善手法はプロトコルの標準化作業が必要

2010/2/17 2

### 研究の目的

大規模パケット交換ネットワークにおける複数同時障害に対して効率的な回復手法を提案

- オーバレイルーティングを適用
  - アプリケーション層で経路を制御する
  - プロトコルの標準化作業が不要
  - 複数同時障害が起こりやすい
- プロアクティブ型障害回復を採用
  - 回復用設定を事前に準備し、障害検知時に適用
  - 複数同時障害から早期に回復可能

2010/2/17 3

### オーバレイネットワークにおける複数同時障害

- オーバレイリンク
  - 複数のアンダーレイリンクから構成
  - 用いるアンダーレイリンクが重複する他のオーバレイリンクが存在しうる
- 重複するアンダーレイリンクの障害
  - 用いるアンダーレイリンクが重複する複数オーバレイリンクの障害として表れる
  - オーバレイネットワークの信頼性が低下する

用いるアンダーレイリンクが重複する複数オーバレイリンクの障害

2010/2/17 4

### RRL: Resilient Routing Layers [24] (1)

- 元のトポロジから複数の回復用トポロジ(RLSet)を生成
  - トポロジ毎に発生障害を想定
    - 想定した障害に対応する様にノードを各トポロジで隔離する
      - 隔離ノードが持つリンクの重みを最大値に設定
  - 全ての単一ノード障害を想定
    - 各ノードの障害がいずれかのトポロジで少なくとも1回は想定される
- 全ノードでRLSetを共有
  - 想定した障害の発生時には、全ノードが同じトポロジを用いてルーティング
  - 単一障害から100%回復可能

2010/2/17 5

### RRL: Resilient Routing Layers [24] (2)

- 想定した複数同時障害からも回復が可能
  - 全ての障害パターンを網羅するためには、非常に多くのトポロジが必要
  - 発生しやすい複数障害を想定したトポロジを生成する
    - 回復効率を向上させられる

2010/2/17 6

[24] A. Hansen, A. Kvalbein, T. Cicic, and S. Gjessing, "Resilient routing layers for network disaster planning," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3421, pp. 1097–1105, Apr. 2005.

[24] A. Hansen, A. Kvalbein, T. Cicic, and S. Gjessing, "Resilient routing layers for network disaster planning," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3421, pp. 1097–1105, Apr. 2005.

## 提案手法 – RLSet構築

- 大規模パケット交換網における複数同時障害から回復
  - オーバーレイネットワーク上で経路制御する
  - 障害に対してプロアクティブ型回復を行う
- 複数同時障害に対して効率的なRLSetを構築
  - 各オーバーレイノードが、自身が持つオーバーレイリンクから複数の回復用トポロジを生成する
    - 用いるアンダーレイリンクが重複するオーバーレイリンクの障害を、同じトポロジで想定する
    - 重複するアンダーレイリンクに起因する複数同時障害に対応できる
  - 全てのオーバーレイノードが生成した回復用トポロジを、1つのRLSetに統合
    - 対応できる複数同時障害のパターンの増加

→ 少ない回復用トポロジで多くの障害パターンに対応可能

2010/2/17 7

## 提案手法 – トポロジ選択法

- 隣接ノードが障害を検知した場合、発生している全ての障害を想定した回復用トポロジがあれば、それを用いてルーティングする
  - 静的トポロジ選択
- その様な回復用トポロジがない場合
  - 静的トポロジ選択
    - 送信ノードが最も多くの障害を想定している回復用トポロジを選び、それを最後まで使う
  - 動的トポロジ選択
    - 1ホップ毎に、次ホップへの経路に障害がある場合はそれを想定した回復用トポロジに切り替えて転送する

2010/2/17 8

## 性能評価 – 評価環境

- アンダーレイネットワーク
  - BAモデル
  - AT&Tのルータレベルネットワーク
    - 523ノード, 1304リンク
- オーバーレイネットワーク
  - BAモデル
    - 130ノード, 510リンク
  - ERモデル
- 発生させる障害
  - ランダム障害
  - 隣接障害
    - 隣接する複数アンダーレイリンクの障害
- 評価指標
  - 到達性
  - 経路長

2010/2/17 9

## 性能評価 – 到達性と経路長

### 到達性

■ 動的トポロジ選択を用いた場合、ネットワーク全体の25%の障害発生時に到達性を51%から97%まで回復できる

### 平均経路長

■ 障害を取り除いて再計算したトポロジに比べて、平均経路長は最大で1.3%しか増加しない

2010/2/17 10

## まとめと今後の課題

- 大規模パケット交換網において、複数同時障害から回復できる手法を提案
  - アンダーレイリンクが重複する複数オーバーレイリンクの障害を、同じ回復用トポロジで想定することで、少ない回復用トポロジで多くの障害パターンに対応する
  - 評価により、平均経路長をほとんど増加させずに到達性を大きく改善できることがわかった
- 今後の課題
  - 無線アドホックネットワークなどのトポロジが変化しやすい環境への適用

2010/2/17 11