

大規模ネットワーク障害に対応可能な オーバーレイルーティング手法

中野研究室 4年
堀江 拓郎

研究背景

- **ネットワークが正常に動作することが前提の社会**
 - 既存の障害対策は単一障害を想定
 - 大規模複数障害に対しては復旧に長い時間が必要
 - 災害、テロ、ルータの不具合などによって、大規模複数障害が起こりうる
 - ⇒ 複数障害発生時の対策が必要
 - ネットワークの冗長系を用意するにはコストが高い
 - 従来のプロトコルの改訂には標準化作業が必要
 - 大規模ネットワークでは全体を動的に監視できない

大規模ネットワークにおける複数障害に対して、
ネットワークの信頼性を高めるには？

研究目的

大規模ネットワークにおける複数障害に
対応可能な経路制御手法を提案

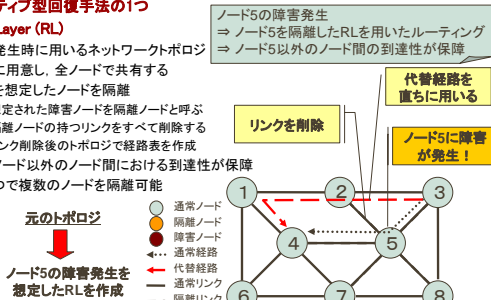
- **プロアクティブ型回復手法**
 - あらかじめ障害を想定した準備をしておくことで、障害検知後に直ちに復旧が可能
 - 適用するネットワーク規模に対してスケールアップ
- **オーバーレイルーティング**
 - アプリケーションレベルでの実装が可能
 - ネットワークの標準化作業が不要
 - ISP間のピアリングリンクがすべてのノード間で使用可能
 - 代替経路に用いることができるリンク数の増加
 - 平均経路長の減少

プロアクティブ型オーバーレイルーティング

Resilient Routing Layers (RRL) [1] (1/2)

- **プロアクティブ型回復手法の1つ**
- **Routing Layer (RL)**

- 障害発生時に用いるネットワークトポロジ
- 事前に用意し、全ノードで共有する
- 障害を想定したノードを隔離
 - 想定された障害ノードを隔離ノードと呼ぶ
 - 隔離ノードの持つリンクをすべて削除する
 - リンク削除後のトポロジで経路表を作成
- 隔離ノード以外のノード間における到達性が保障
- RL 1つで複数のノードを隔離可能

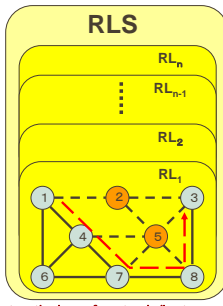
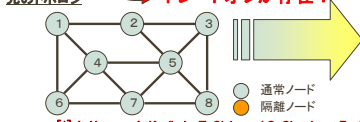


[1] A. Hansen, A. Kvalbein, T. Cicic, and S. Gjessing, "Resilient routing layers for network disaster planning," Lecture notes in computer science, vol. 3421, pp. 1097-1105, Apr. 2005.

Resilient Routing Layers (RRL) [1] (2/2)

- **RL群 (Routing Layer Set: RLS) を作成**
- **すべてのノードをRLSのいずれかのRLで隔離**
 - 単一障害に対して、100%復旧が可能
 - 複数障害に対しても、すべての障害ノードを同じRLで隔離していれば復旧が可能
 - ⇒ 1つのRLで多くのノードを隔離
 - 対応できる障害パターンが増加
 - リンク数の減少によって平均経路長が増加

元のトポロジ



[1] 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.

提案手法の概要

- **RRLをオーバーレイルーティングに適用**
- **複数障害に対して効果的なRLSの作成**
 - 同時に障害が起こる可能性が高いノードを同じRLで隔離
 - ハブ法
 - 隣接する複数ノードの障害を想定
 - 属性法
 - 同じ属性(同じ地域, 同じ種類のルータなど)を持つノード群の障害を想定
 - ノードを複数のRLで重複して隔離することを許可する場合のRLSも作成
 - RL 1つ当たりの隔離ノード数が増加
 - 到達性, 平均経路長に与える影響を調査
- **比較用RLSの作成**
 - 下位優先ランダム法
 - 一様ランダム法
 - 次数降順法
 - 次数昇順法

評価環境・条件

- JPNICに属するASのトポロジを用いる
- 属性法に用いる属性の与え方
 - カットサイズ(分割グラフ間をまたぐリンク数)が小さくなるようにグラフ分割を行い、分割結果に応じて各ノードに属性を与える
- 発生させる障害
 - ランダム障害
 - ランダムに選択した複数のノードに障害を発生させる
 - 隣接ノード障害
 - 隣接する(リンクで接続された)複数のノードに障害を発生させる
- 評価指標
 - 到達性
 - 障害ノードを除くすべてのノード間の経路の存在確率
 - 平均経路長
 - 到達可能なすべてのノード間の経路長の平均

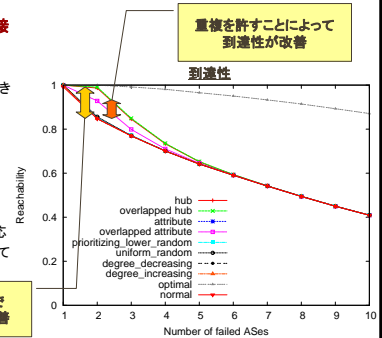
2008/2/22

平成19年度特別研究発表会

6

隣接ノード障害発生時の到達性

- 障害ノード数が1~10の隣接ノード障害における到達性
- ハブ法
 - 重複の有無に関わらず大きく改善
 - 最大で15%の改善(99%まで改善)
- 属性法
 - 最大で8%の改善
- 重複の効果
 - RLがより多くの障害に対応
 - ⇒ 重複させない場合に比べて改善割合が大きい



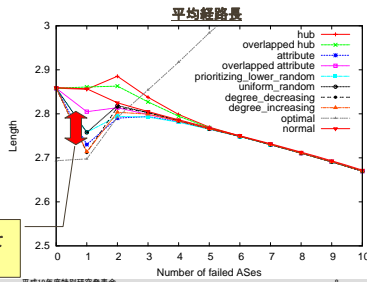
2008/2/22

平成19年度特別研究発表会

7

隣接ノード障害発生時の平均経路長

- 障害ノード数1~10の隣接ノード障害発生時における平均経路長
- ハブ法
 - ほとんど増大しない
- 属性法
 - 重複の有無に関わらず減少する
 - ピアリングリンクによる効果
- 重複の効果
 - RL内のリンク数が減少
 - ⇒ 平均経路長の増加



2008/2/22

平成19年度特別研究発表会

8

まとめと今後の課題

- まとめ
 - 大規模ネットワーク障害に対応可能なプロアクティブ型オーバーレイルーティング手法を提案
 - ハブ法の評価結果
 - ランダム障害
 - 到達性を改善, 平均経路長を維持
 - 隣接ノード障害
 - 到達性を大きく改善, 平均経路長を維持
 - 属性法の評価結果
 - ランダム障害, 隣接ノード障害
 - 到達性を改善, 平均経路長を減少
- 今後の課題
 - リンク障害など, 想定する障害の種類を増やした評価
 - 3ノード以上の障害に対する効果的なRLS作成手法の検討

2008/2/22

平成19年度特別研究発表会

9