

局所情報に基づく高信頼トポロジ生成手法の提案

倉田 園子
大阪大学基礎工学部情報科学科
村田研究室

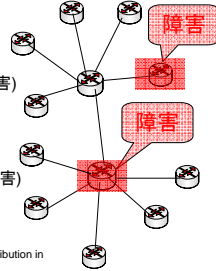
研究の背景

- **インターネット利用の普及**
 - アプリケーション性能を考慮した論理トポロジの構築
 - ノード負荷の軽減
 - 障害への耐性の向上
- **ネットワークの大規模化**
 - 論理トポロジ構築の分散化
 - 大域情報の取得が困難
 - リンク接続数の分布が**べき則**に従う
 - 多くの隣接ノードを持つ少数の **ハブノード**
 - 少数の隣接ノードを持つ多数の **非ハブノード**

べき則に従うトポロジ生成手法

● BA (Barabasi-Albert) モデル

- **利点**
 - 平均ホップ数が小さい [3]
 - ランダムに発生する障害 (ランダム障害) への耐性が高い [4]
- **欠点**
 - 大域情報の取得が必要
 - ハブノードで発生する障害 (アタック障害) への耐性が低い [4]



[3] K. L. Goh, B. Kahng, and D. Kim, "Universal behavior of load distribution in scale-free networks," *Physical Review Letters*, vol. 87, Dec. 2001
 [4] L. Zhao, K. Park, and Y.-C. Lai, "Attack vulnerability of scale-free networks due to cascading breakdown," *Physical Review E*, vol. 70, Sept. 2004

研究の目的

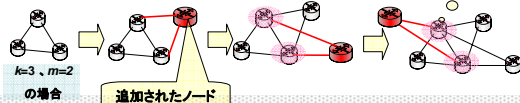
- **障害への耐性が高いネットワークの構築**
 - 局所情報に基づいてトポロジを生成
- **高信頼トポロジ生成手法を提案**
 - BAモデルを拡張
 - スモールワールドの性質、ランダム障害への耐性を活かす
 - 新たに追加したノードが近隣のノードの情報を取得

分散クラスタリング [18] に基づくトポロジ生成手法

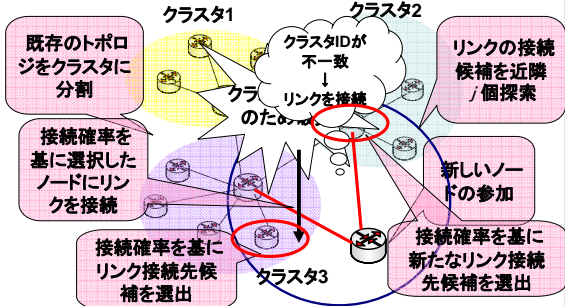
[18] S. Basagni, "Distributed clustering for ad hoc networks," in *Proceedings of the 1999 International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Networks (ISPAN99)*, pp. 310-315, June 1999.

拡張BAモデルによるトポロジ生成

- **初期状態**
 - k 個のノード間でリンクをフルメッシュに設定
- **Incremental Growth (段階的成長)**
 - ノードを1つずつ追加する
 - 追加するノードから m 本のリンクを接続する
- **Preferential Attachment (優先接続)**
 - リンク接続数に比例して各ノードの接続確率を決定する
 - **全ノードのリンク接続数の情報が必要となる**



分散クラスタリングに基づくトポロジ生成手法



提案手法の障害への耐性評価

● 評価に用いるトポロジ

- 以下の条件で提案モデルおよびBAモデルで生成
 - 初期ノード数 3
 - 追加ノード数 997
 - 1ノードあたりの追加リンク数 2

● ノード障害の発生

- リンク接続数が多いノードから故障 (アタック障害)
- ランダムに選んだノードが故障 (ランダム障害)

● 評価指標

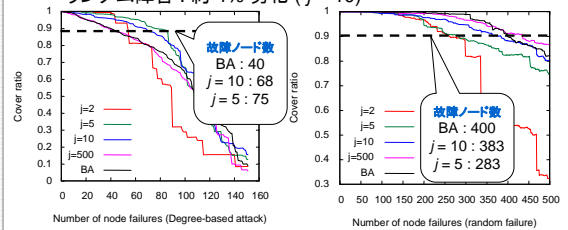
- カバー率: トポロジ全体のうち通信可能なノードの割合

7

評価結果 (ノード障害への耐性)

● 9割の接続性を維持できる故障ノード数

- アタック障害: 約 70% 向上 ($j = 10$)
- ランダム障害: 約 4% 劣化 ($j = 10$)



8

まとめと今後の課題

● まとめ

- 局所情報に基づくトポロジ生成手法を提案
 - BAモデルを拡張
- トポロジの特性を評価
 - アタック障害への耐性が 70% 向上
 - ランダム障害への耐性が 4% 低下

● 今後の課題

- 障害発生時におけるリンクの再接続手法の提案
 - 大規模なアタック障害によるカバー率の低下を防ぐ

9