

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

パワー則の性質を有するネットワークにおける経路制御のためのフラディング手法の提案

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 牧野 暢孝
<n-makino@ist.osaka-u.ac.jp>

2004/10/15 IN研究会発表資料 1

発表内容

- 背景
 - 経路制御のトラフィック増加
 - インターネットのトポロジー特性 (べき乗則, Power-Law)
- 研究の目的
 - Power-Lawの性質を利用した経路制御のトラフィックを抑える手法の提案
- 関連研究の紹介
- 提案手法の紹介
 - シミュレーションによる評価
- まとめと今後の課題

2004/10/15 IN研究会発表資料 2

研究の背景(1/2)

経路制御メッセージの増大

- インターネットにおける経路制御
 - BGP, OSPF
- フラディングによる経路情報の交換
 - 受け取った情報をすべての隣接ノードに配布
 - 以降, 単純フラディングと呼ぶ
 - 制御メッセージの重複が発生
- ネットワークの大規模化
 - フラディング時の制御メッセージ量, 重複数が増加

2004/10/15 IN研究会発表資料 3

研究の背景(2/2)

インターネットのトポロジー特性

- インターネットでは, 隣接ノード数の分布がべき乗則に従う
- Power-Lawネットワーク
 - 多くの隣接ノードを持つ, 少数の **ハブノード**
 - あまり隣接ノードを持たない, 多数の **非ハブノード**

Power-Law = べき乗則 = パワー則

ノード数1000のPower-Lawネットワークにおける隣接ノード数の分布

2004/10/15 IN研究会発表資料 4

研究の目的

- Power-Lawネットワークにおける制御メッセージ量の評価
 - 単純フラディングによる制御メッセージ量
 - Power-Lawネットワークの性質を調査
- 新手法の提案・評価
 - Power-Lawネットワークの特性を利用
 - フラディング時の制御メッセージ量の改善
 - 到達率を保ちつつ, 制御メッセージ量を抑える

2004/10/15 IN研究会発表資料 5

Power-Lawネットワークにおける制御メッセージ量の評価

- BAモデル[1] で生成した1000ノードのトポロジー ($m=m_0=2$)
- ハブノードの隣接リンクに障害が発生
 - 左:1リンクの故障 / 右:ノードが故障
- 制御メッセージの集中
 - 輻輳が生じる可能性

ノード数1000のPower-Lawネットワークにおける, リンク故障時の制御メッセージの数

ハブノードにメッセージが集中

2004/10/15 IN研究会発表資料 6

[1] A. Barabasi and R. Albert, "Emergence of scaling in random networks," Science, vol. 286, pp. 509-512, Oct. 1999.

関連研究の紹介(1/2)

制御メッセージの削減手法

- P2Pネットワークにおいて研究されている
- 確率を用いた検索手法
 - あらかじめ決められた確率により情報を中継する/しないを選択
 - 制御メッセージを間引きすることで重複を削減

経路制御に利用できる可能性

2004/10/15 IN研究会発表資料 7

関連研究の紹介(2/2)

確率によるフラディング手法

- 各隣接ノードへ確率 p で中継
 - 伝達率が99.9%となる確率 p の下限値 p_c の導出手法[2]
- シミュレーションによる評価
 - 文献[2]の解析手法で求めた結果 $p_c = 0.90$
 - 制御メッセージの重複を1割削減
 - すべてのノードに伝わるとは限らない

[2] F. Banaei-Kashani and C. Shahabi, "Criticality-based analysis and design of unstructured peer-to-peer networks as complex systems," in *Proceedings of GP2PC*, pp. 22–32, May 2003.

2004/10/15 IN研究会発表資料 8

提案手法 (1/3)

提案手法の概要

- 確率による手法
 - 制御メッセージの削減の効果が少ない
 - すべてのノードに伝わるのが保証できない
 - 経路情報は、すべてのノードに伝えることが重要
- 提案手法
 - 確率による手法に加え、
 - 隣接ノード同士が定期的に情報交換を行う
 - 確率的にメッセージが届かないノードにも情報を伝える
 - 中継確率を小さくすることで、メッセージ量を削減

2004/10/15 IN研究会発表資料 9

提案手法 (2/3)

提案手法の動作例

- 提案手法の動作
 - i) 中継確率 p を設定し、確率 p でフラディングを行う
 - ii) 隣接ノード同士が情報交換を行う
 - 確率的にメッセージが届かないノードにも情報を伝える

確率 p の値を小さくすることで、メッセージ量を削減

2004/10/15 IN研究会発表資料 10

提案手法 (3/3)

中継確率 p の設定

- ノード同士の情報交換
- 1回の情報交換で伝わるノード数を見積もり
 - 中継確率を抑え、さらにメッセージを削減できる
 - シミュレーションの結果 約15%
- 85%に伝わるような p を求める
 - 下図より $p=0.6$ を採用

2004/10/15 IN研究会発表資料 11

提案手法の評価(1/3)

提案手法の評価方法

- 評価内容
 - 伝達率と制御メッセージ量
 - フラディングの種類
 - 単一ノードからの1回のフラディング
 - 複数ノードによるフラディング
 - 比較対象
 - 単純フラディング
 - 確率による手法 (中継確率 $p_c=0.9$)
- その他
 - ノード同士の情報交換は 5 sec 毎に行う
 - 1000 ノードのPower-Lawネットワーク (BAモデル, $m_0=m=2$)
 - 複数ノードによるフラディングは、全体で平均 1sec に1回

2004/10/15 IN研究会発表資料 12

