

Proposal and evaluation of robust multipath routing with attractor selection

アトラクタ選択モデルに基づくロバストなマルチパス経路制御手法の提案と評価

情報ネットワーク学専攻 村田研究室
隠塚 尚孝

2014/2/14 1

研究背景

- 情報ネットワークの急激な成長による従来制御の限界 [1]
 - 大規模化→膨大な情報から最適解を導き出すのは困難
 - 複雑化→変動する環境下で最適解を求め続けることは不可能

理想的なシステム

- 適応性 (adaptability)
- 耐故障性 (fault-tolerant)
- 拡張性 (scalability)

➔

経路制御

ネットワークの動的変動に際しても性能を維持
例) 経路変更により輻輳を解消

故障が発生しても経路制御に支障がない
例) 故障発生直後でも通信が可能

大規模なネットワークでも制御可能
例) ノード数によらず制御可能

[1] "AKARI" Architecture Design project, "AKARI Architecture Conceptual Design Ver. 2.0," Sep. 2009.

2014/2/14 2

研究の目的と方法

- 研究の目的
 - マルチパス経路制御により適応性、耐故障性、拡張性に優れた経路制御手法を実現
- 研究の方法
 - 故障に強い経路候補の構築方法の検討
 - 生物モデルを経路選択に応用

2014/2/14 3

マルチパス経路制御の概要

- トポロジ情報(静的)に基づく経路候補の構築
 - 長周期で行うことで計算負荷軽減 → 拡張性
 - 故障に強い経路候補の構築 → 耐故障性
- 遅延(動的)に基づく経路選択
 - 生物モデルを応用 → 適応性、拡張性

2014/2/14 4

故障に強い経路候補の構築方法

- ホップ数に基づく k -shortest path
 - Node Disjoint (ND法)
 - 経路間で同じ中継ノードを共有しない
 - Link Disjoint (LD法)
 - 経路間で同じリンクを共有しない
 - Node Disjoint + Link Disjoint (NLD法)
 - NDで得られる経路とLDで得られる経路の両方を用いる

2014/2/14 5

Disjoint 条件緩和による経路数確保

- 一般に任意のノード間に必要数の Disjoint な経路が存在することは保証できない
 - 経路数は耐故障性、適応性に影響を与える
- 一部のリンク、ノードの共有を許容し、再度経路を探索
 - 完全にDisjointな場合と比較して耐故障性が低下する
 - それでも必要数用意できない場合が存在する

2014/2/14 6

経路選択

- アトラクタ選択モデル[2]を経路選択に応用
 - $\frac{dm_i}{dt} = f(m_i) \times \alpha + \eta$ ($f(x)$:ポテンシャル関数, η ガウシアンノイズ)
 - アクティビティ(α):現在の経路選択の良さ ($0 \leq \alpha \leq 1$)
 - $\alpha = (\text{過去}W\text{回の内最少の遅延}) / (\text{直近の遅延})$
 - 状態値 (m_i):経路 i の良さを表すスカラー値
 - 最大の m_i を持つ経路を選択

[2] A. Kashiwagi, I. Uraha, K. Kiseko, and T. Yomo, "Adaptive response of a gene network to environmental changes by fitness-induced attractor selection," *PLoS ONE*, vol. 1, p. e49, Dec. 2006.

2014/2/14 7

シミュレーション評価環境

- Omnet++ [4]
- 評価トポロジー
 - Waxmanトポロジー [5]
 - 100ノード, 219リンク (50 [Mbps])
- トラフィックモデル
 - CBRトラフィック (8 [Mbps])
 - 383 セッション
- マルチパス経路制御
 - 経路選択間隔 $T = 10$ [s]
 - 経路候補数 $k = 3$
- 比較対象
 - OSPF
 - Greedy アルゴリズムに基づいて経路を選択するマルチパス経路制御

[4] "OMNeT++ Network Simulation Framework", <http://www.omnetpp.org/>

[5] B. M. Waxman, "Routing of multipoint connections," *IEEE Journal of Selected Areas in Communications*, vol. 6, pp. 1617-1622, Dec. 1988.

2014/2/14 8

故障に対する耐故障性評価

- マルチパス制御により耐故障性が向上
 - 特にLD法, NLD法では全体の5%が故障しても高い確率で全ノード対が通信可能

2014/2/14 9

トラフィック変動に対する適応性評価

- 400 [s] でトラフィックマトリクスを変更
- 提案手法は一時的にパケット到達率が低下するがすぐに上昇
- 提案手法はすぐに経路選択が収束するがGreedyはフラッピングが発生している

2014/2/14 10

まとめと今後の課題

- まとめ
 - 拡張性, 適応性, 耐故障性に優れたマルチパス経路制御を提案
 - 静的情報に基づく耐故障性の高い経路候補の構築
 - 動的情報に基づく適応性の高い経路選択
 - シミュレーション評価
 - 互いに素な経路構築方法の内, Link Disjoint と Node Disjoint を組み合わせること高い耐故障性を持つことを確認
 - アトラクタ選択モデルは Greedy よりも適応性があることを確認
- 今後の課題
 - ECMP等の複数の経路にトラフィックを分散させる手法との比較評価
 - より高い耐故障性を持つ経路候補の構築方法についての検討

2014/2/14 11