

F-09

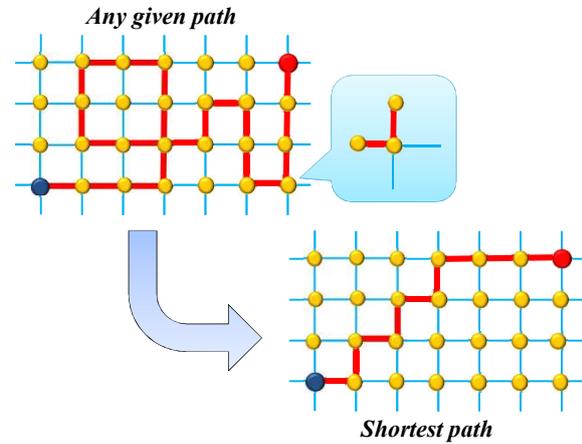
仮想グリッドネットワークにおける通信経路の自己最適化に関する研究

情報工学専攻 助教 金 鎔煥

概要

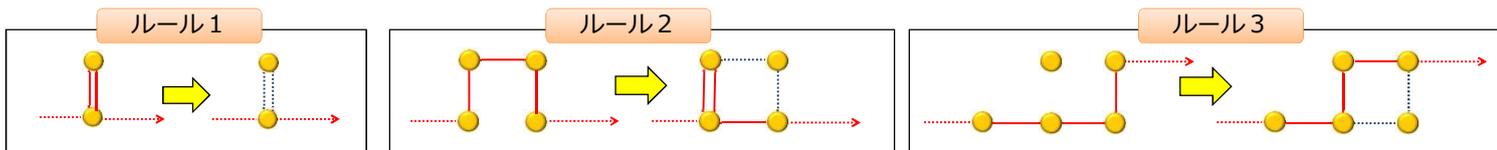
局所的な情報のみで全域的な問題を解決

- グリッドネットワークを構成する各ルータ（計算機）は全体経路を知らなくても経路制御（ルーティング）が可能
- 通信元・通信先の移動などにより経路は更新されても局所的な情報のみを用いて各ルータが**局所的に経路を変更**することで全体経路を最適化（最短経路の構築）させる



特長

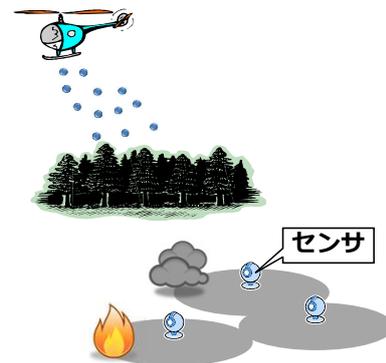
- いくつかの簡単なルールだけで自律的に最適化(2次元、2ホップの例)



- 仮想グリッドネットワークを構築するため、あらゆるネットワーク（WSNなど）に適用可能
 - ・ 2次元平面のみならず3次元空間にも拡張可能
- 局所情報のみ利用するため、メモリを殆ど必要とせず、情報交換のための通信も少ない
 - ・ 2次元平面の場合前後2ホップ先の情報のみ、3次元空間の場合は前後3ホップ先の情報のみ
- 自律的な運用が可能であるため、**管理コストが低く、状態が変化しても常に最適な状態に戻す**

実用化イメージともたらされる喜び・驚き

- 人が入りづらい場所（密林、海の中など）にネットワークを構築・運用
 - ・ センサをばらまいて構築 → 充電や回収などが困難 → エネルギー効率が重要
- **常に最小限のルータだけを利用して経路制御**
 - ・ 経路が変更されても局所的な情報だけで常に自律的に最適化可能
- **災害時の情報収集・伝達、ターゲットの探索や観察など**にも活用可能
 - ・ 災害時など通信インフラ（4Gなど）が使えない環境でも情報伝達可能
 - ・ 常に最小限の数の端末だけを利用して通信経路を保持



今後の課題

- 複数のターゲットに対して経路を構築する場合の経路最適化
- 3次元空間での可解性（どこまで少ない情報で最適化できるかの限界）の解明
- 実機での検証実験

求める連携先とメッセージ

- 理論的研究（アルゴリズム設計、証明、時間解析など）を重要視する研究団体、機関、企業など
- **厳しい制約の基で、難しい問題を解決**することに興味があります



特長が発揮される仕組み

- 分散システム・アルゴリズム分野での「情報の局所性」と「自己安定」の融合

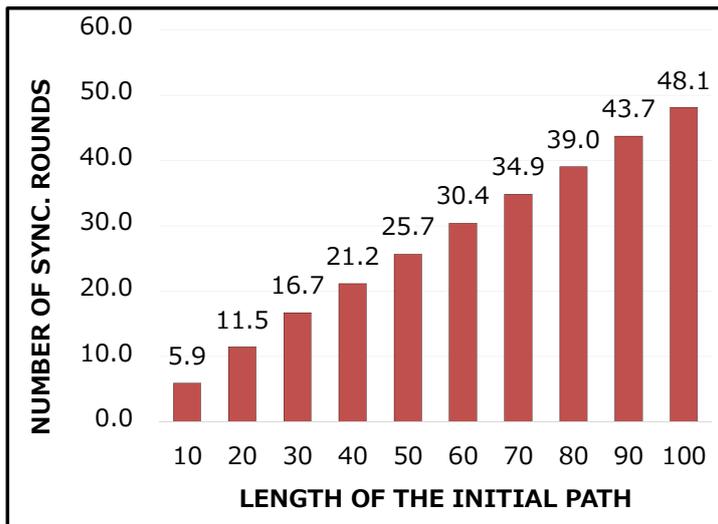
情報の局所性

- システム全体の情報を知らなくても、全域的な問題を解決
→ 低機能の端末でも実現可能、高いスケーラビリティを提供
- 予め決められた「最適な状況（正当な状況）」に自律的に変化
→ 一部端末の故障や不具合、外部の要因による状況の変化にも強い耐性を持つ

自己安定

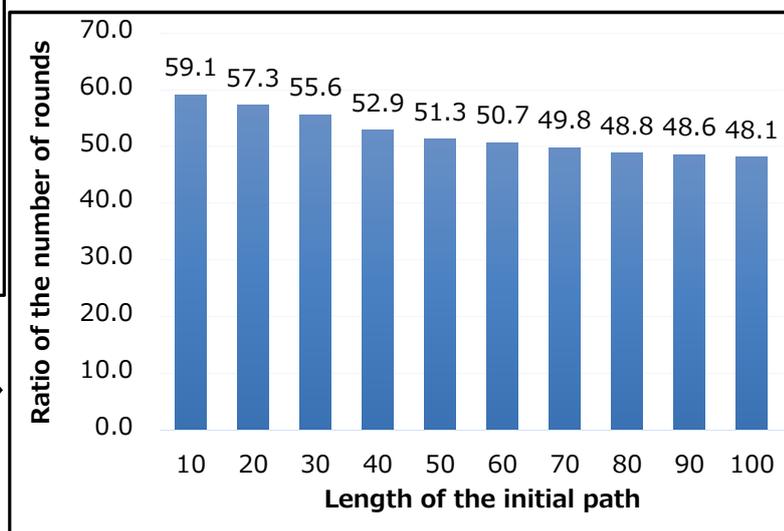
技術の特長の根拠となる実験データ等

- 局所的な情報のみでも経路長に比例した線形時間で最適化可能 + 長くなるほどさらなる効率向上
- 3次元空間上での収束時間（最適化に必要な時間）の実験グラフ（下）
 - $O(|P|)$ ラウンドで完了 → あらゆるルータで並行実行されるため $|P|$ が大きいと効率向上



- 最短経路を構築するために必要な平均時間

- 横軸は初期経路長
- 縦軸は最適化に必要なラウンド数
→ **線形時間で収束**されることが確認可能



- 最適化に必要な平均時間の効率

- 横軸は初期経路長
- 縦軸は収束時間の比率
(必要ラウンド数 / 初期経路長)
→ 経路長が**長くなるほど収束効率が向上**

試作品の状況

無し

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

研究フェーズ

- 基礎固め 1 2 3 4 5 実用性評価
- 原理検証 開発研究 技術移転可

文献・特許の情報

- Yonghwan Kim** and Yoshiaki Katayama, "A Self-optimizing Routing Algorithm using Local Information in a 3-dimensional Virtual Grid Network with Theoretical and Practical Analysis", *International Journal of Networking and Computing*, Vol. 7, No. 2, pp. 349-371, 2017.
- Yonghwan Kim** and Yoshiaki Katayama, "A Self-optimizing Routing Algorithm in a 3-dimensional Virtual Grid Network", *Proc. of the Forth International Symposium on Computer and Networking (CANDAR 2016)*, 2016.
- 宮川 歩, 金 鎔煥, 片山 喜章, "仮想グリッドネットワークにおける経路最適化分散アルゴリズムの改良", 電子情報通信学会技術研究報告 IEICE technical report: 信学技報 116(116), 49-56, 2016.

【お問合せ】名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627 FAX:052-735-5542

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp URL: <http://technofair.web.nitech.ac.jp/>