

Mobility-Controlled Flying Routers for Information Centric Networking

移動制御可能な Flying Router を用いた
情報指向ネットワークの提案

2017/02/13 (Mon.)
修士論文発表会




北川 拓
情報ネットワーク学専攻
村田研究室

Osaka University

研究背景

- ICN (Information Centric Networking)
 - コンテンツ名を経路識別子とするコンテンツ指向のネットワーク
 - Interest (コンテンツの要求) と Data (コンテンツ) のメッセージ交換によって要求・取得型の通信を行う
- 名前によってエンドデバイスを容易に制御可能なことが注目
 - 例) スマートホームにおけるテーブルランプの点灯・消灯制御 [5]



Interest をネットワークに送るだけで対象機器を制御可能

近年では ICN を用いた **エンドデバイス** における柔軟な制御が盛んに検討されているが、**中継ノード** における制御については検討されていない

[5] W. Shang, et al., "Named data networking of things," in Proceedings of IEEE First International Conference on IoTDI, pp. 117-128, Apr. 2016.

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 1

Osaka University

研究目的とアプローチ

目的

ICN における柔軟な制御の有用性を向上させる

アプローチ

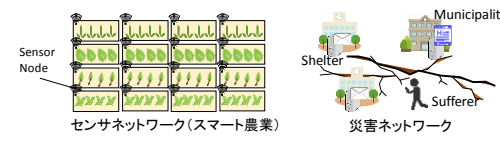
新たな制御領域として **中継ノード** の「移動」に着目
移動可能なルータを用いた分断ネットワーク間通信手法を提案・設計し、ICN でルータの移動制御を行う利点を示す

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 2

Osaka University

移動ルータを用いた分断ネットワーク間通信

- 分断ネットワーク間通信: 互いに接続性有さない独立したネットワーク(分断ネットワーク)間で行う通信



センサネットワーク(スマート農業) 災害ネットワーク

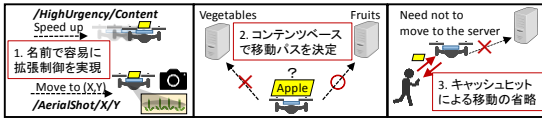
- ドローンに搭載された ICN ルータ (FR: Flying Router) を移動制御することにより分断ネットワーク間通信を行うアーキテクチャとして **RMICN (Router-Movable ICN)** を提案・設計
- RMICN では FR において **コンテンツベースの特徴を活用した移動制御** を行うことを設計方針とする

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 3

Osaka University

コンテンツベースで FR の移動制御を行う利点

- ルータの様々な拡張制御を名前を用いて容易に実現可能
 - 例) 緊急性の高いコンテンツの運搬時に移動速度を向上
 - 例) ドローンを活用した任意の位置の空撮やセンサ値の取得
- コンテンツベースの指標をパス・プランニングに応用可能
 - コンテンツ取得時間の短縮を目指したパス・プランニングが可能
- コンテンツ・キャッシュによる FR の移動の省略が可能
 - コンテンツ取得時間の短縮等が期待



2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 4

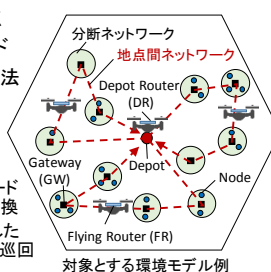
Osaka University

RMICN の FR の移動を介した通信手法

- FR の巡回移動により構成される **地点間ネットワーク** を提案
- Depot は FR の巡回の発着点
- DR は Depot に位置するノード

地点間ネットワークの構築方法

- DR は FR の数だけ巡回経路を算出
- DR は各 FR に一つの巡回経路を割り当て巡回させる
- FR は移動中に接続したノード (GW, DR) とメッセージを交換
- FR はより良い経路を発見した場合は DR から指示された巡回経路を自立的に変更する



対象とする環境モデル例

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 5

Osaka University

パス・プランニングのアルゴリズム概要

- DR における地点間ネットワーク (FR の巡回経路) の算出
 - VRP (Vehicle Routing Problem) によって問題をモデル化
 - VRP のヒューリスティックな解法である ACO (Ant Colony Optimization) を用いて地点間ネットワークを算出
- FR の自律的な移動パスの変更
 - FR は受信した Interest に対応する Data が地理的に近くにある場合、予め設定したコンテンツ取得時間の目安を越えない範囲で DR から与えられた巡回経路を無視した移動を行う



DR は VRP を解くことでベースとなる FR の巡回経路を求め、FR は巡回中により良いパスが見つければ自律的に経路を変更する

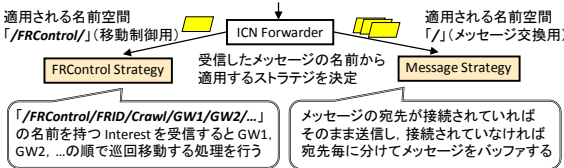
VRP の例

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 6

Osaka University

「移動制御」と「メッセージ交換」の実現

- ICN の **ストラテジ層** に役割毎にストラテジを定義
 - ストラテジ層: ICN におけるコンテンツ層の下位にあり、受信したメッセージの転送戦略 (どのような処理を行うか) を定義可能



適用される名前空間「/FRControl/」(移動制御用) ICN Forwarder 適用される名前空間「/」(メッセージ交換用)

FRControl Strategy 受信したメッセージの名前から適用するストラテジを決定 Message Strategy

「/FRControl/FRID/Crawl/GW1/GW2/...」の名前を持つ Interest を受信すると GW1, GW2, ... の順で巡回移動する処理を行う

メッセージの宛先が接続されていればそのまま送信し、接続されていなければ宛先毎に分けてメッセージをバッファする

- ノードとの接続を検知したらそのノードを宛先とするバッファされたメッセージを全て送信する

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 7

Osaka University

評価

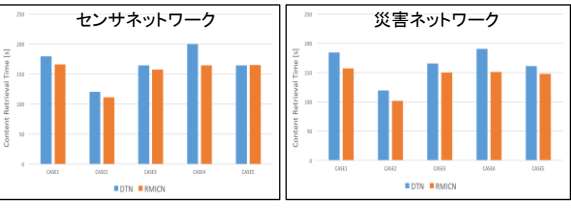
- 目的
 - RMICN が実環境においてどの程度の効用を与えるか示すために、FR の自律的なパス変更とコンテンツ・キャッシュの効果による **コンテンツ取得時間の短縮** について評価を行う
- 評価方法
 - 実世界の無線ノードの配置情報から作成された分断ネットワーク環境 (5 パターン) を用い、シミュレーションにより評価
 - 比較対象として DTN (Delay Tolerant Networking) の一種で、単純な巡回のみを行うメッセージフェリーを用いる
 - 分断ネットワーク環境として、以下の二種類を想定
 - センサネットワーク (同一コンテンツの要求なし)
 - 災害ネットワーク (同一コンテンツの要求あり)
 - 同一コンテンツの要求割合は環境全体で 10% とする

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 8

Osaka University

評価結果

- センサネットワークでは平均 7.4%、災害ネットワークでは平均 13.6% のコンテンツ取得時間の短縮が確認された
- キャッシュのみを考慮すると (自律的なパス変更を除く) では平均 7.3% のコンテンツ取得時間の短縮が確認された



センサネットワーク

災害ネットワーク

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 9

Osaka University

まとめと今後の課題

- まとめ
 - ICN の名前を活用した柔軟な制御に着目し、移動制御可能なルータを擁する ICN (RMICN) を提案・設計した。
 - RMICN がコンテンツベースの移動制御を行うことによる利点を示した。
 - RMICN の利点の一部としてコンテンツ取得時間が短縮されることを実環境を想定したシミュレーションにより示した。
- 今後の課題
 - 地点間ネットワークの構築手法や自律的なルータのパス・プランニングに対するコンテンツベースの情報のさらなる活用等

2017/02/13 (Mon.) 情報ネットワーク学専攻修士論文発表会 10