

## Controlled Mobile Sink for Highly Reliable Data Collection in Wireless Sensor Networks

無線センサーネットワークにおける  
確実な環境情報収集を目的とした  
モバイルシンクの移動制御手法

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 村田研究室  
藤田 勇希

2015/2/17

1

## WSN のモニタリングシステム

- 社会インフラストラクチャーのモニタリング
  - Structural Health Monitoring System
  - Smart Metering System



- システムの要求と課題
  - 観測データの確実な収集の保証
    - 流動的に構築される WSN の管理は困難
  - 独立して存在する各システムへの Accessibility の保証
    - 有線インフラの提供が地理的な困難な地域に存在するシステムへの Accessibility を保証するのは通常不可能

2015/2/17

2

## 研究目的

- モニタリングシステムを想定した WSN における高信頼な環境情報収集の実現

高信頼な環境情報収集を以下のように定義する

- センサー機器の追加、除去によるネットワークの変動に対しても適応的に環境情報の収集を実現する
- 独立して存在するネットワーク全てに対する Accessibility を保証し、各ネットワーク内の全ての環境情報を漏れなく収集する

- WSN における高信頼な環境情報収集手法を提案
- シミュレーションにより提案手法によって実環境においても高信頼な環境情報収集が実現できていることを示す

2015/2/17

3

## 高信頼な環境情報収集に対するアプローチ

- モバイルシンクに Controlled Mobility<sup>[1]</sup> を適用
  - 移動機能を保持したシンクノードを各ネットワークの内  
外から大域的・局所的な情報を用いて動的に制御

- モバイルシンクが観測領域内を隈なく移動し、全てのネットワークを検知
- モバイルシンクが全てのネットワーク訪問して、ネットワーク内に存在している各センサーノードから直接環境情報を受け取る

センサーノード一つを訪問するのは相当な時間を要する

- 各ネットワークは複数の環境情報をまとめて収集し、保管する



2015/2/17

4

## 提案手法の概要

### モバイルシンク

- モバイルシンクは以下の 2 つのフェイズから成る移動制御手法を用いて環境情報の収集を行う

**Phase1:** 大域的な情報 (各ネットワークの位置など) を取得するために定期的に全領域内を隈なく移動する

**Phase2:** Phase1 で取得した大域情報を利用して各ネットワークにアクセスし、ネットワーク内に集められた環境情報を受け取る

### ネットワーク

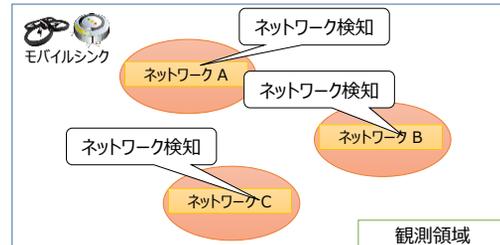
- 各ネットワーク毎にホップ数ベースのルーティングプロトコルを用いてネットワーク内の環境情報を一時的に特定のセンサーノードに集める

2015/2/17

5

## Phase1: 大域的な情報の取得

**Phase1:** 大域的な情報 (各ネットワークの位置など) を取得するために定期的に全領域内を隈なく移動する



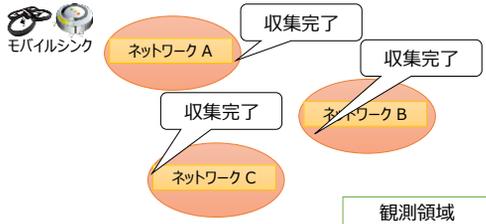
2015/2/17

6

## Phase2: ネットワークへのアクセス

### Phase2:

Phase1 で取得した大域情報を利用して各ネットワークにアクセスし、ネットワーク内に集められた環境情報を受け取る

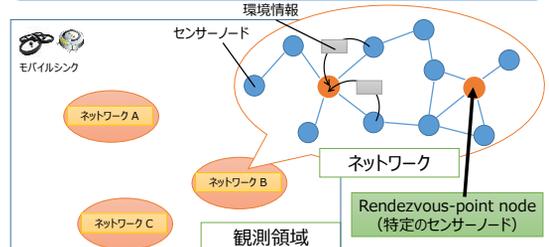


2015/2/17

7

## ネットワーク内の環境情報収集

- 各ネットワーク毎にホップ数ベースのルーティングプロトコル<sup>[5]</sup>を用いてネットワーク内の環境情報を一時的に特定のセンサーノードに集める



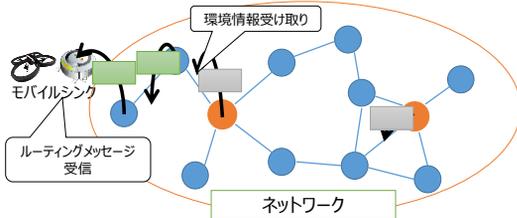
2015/2/17

[5] D. Kominami, M. Sugano, M. Murata, and T. Hatauchi, "Controlled and self-organized routing for large-scale wireless sensor networks," *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)* vol. 10, pp. 1–27, Nov. 2013.

8

## Rendezvous-point node への誘導

- Rendezvous-point node への環境情報収集用のルーティングメッセージを利用<sup>[6]</sup>



2015/2/17

[6] S. Toyonaga, Y. Fujita, D. Kominami, and M. Murata, "Implementation of controlled sink mobility strategies with a gradient field in wireless sensor networks," in *Proceedings of the Seventh International Conference on Sensor Technologies and Applications*, pp. 27–32, Aug. 2013.

9

## シミュレーション評価

- 評価シナリオ
  - 実際の都市をモデルとした観測領域に通信可能範囲が半径 50m の円で表されるノードを n 個配置する
  - 電波の減衰を想定して確率的にパケットロスが発生
  - 各センサーノードは 1 時間毎に周囲の環境情報を観測
  - 各センサーノードは確率的に観測領域から除去
  - モバイルシンクは 100s に 速度 5m/s で移動開始
  - 1 時間ごとに環境収集の達成度 (ALDC) を評価

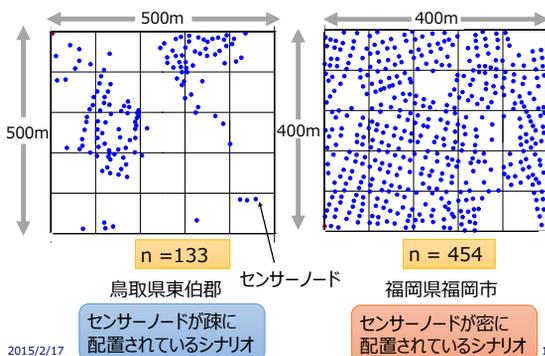
$$ALDC = \text{現在の時刻} \times \frac{\text{その時点で実際に収集が完了している環境情報}}{\text{その時点で収集が完了しているはずの環境情報}}$$

- 高信頼な環境情報収集の実現性を評価
- 短期間における手法の妥当性を評価

2015/2/17

10

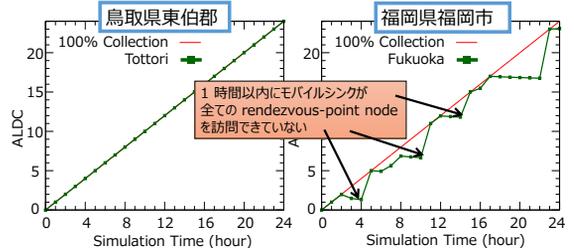
## 対象とする都市



2015/2/17

11

## シミュレーション結果



- いずれの場合でも ALDC は定期的に 100% を達成しており、実環境における高信頼な環境情報を実現している
- 1 時間という短い時間での手法の妥当性という観点では、センサーノードが密に配置されているような場面での提案手法の利用は適当ではない

2015/2/17

12

## まとめと今後の課題

- まとめ
  - WSN の主なアプリケーションの一つであるモニタリングシステムを想定した環境情報収集手法を提案
    - 流動的に構築される各ネットワークはホップ数ベースのルーティングプロトコルを用いて環境情報の収集を実現
    - モバイルシンクに Controlled Mobility を適用し、各ネットワークへの確実なアクセス、環境情報の収集を実現
  - シミュレーション評価により実環境における手法の妥当性を評価
- 今後の課題
  - 各ネットワーク内での少ない遅延での rendezvous-point node への誘導手法の検討