

## センサーネットワークにおける ポテンシャル場を用いた モバイルシンク移動制御手法の提案と実装

大阪大学 基礎工学部 情報科学科  
村田研究室 藤田 勇希

特別研究報告

## 研究背景

- 無線センサーネットワーク
  - 多数のセンサーノードと少数のシンクノードで構成
  - 観測領域における環境情報の収集
    - センサーノードが観測した環境情報をマルチホップでシンクノードに転送
  - 各ノードはバッテリーによって駆動
    - ネットワークの長期運用には各ノードの省電力が求められる
    - 低送信電力でネットワークの接続性を保つことは困難



Controlled mobility

2013/2/19

特別研究報告

2

## Controlled Mobility<sup>[1]</sup>

- ネットワーク状況に対して適応的に  
モバイルシンクの移動経路、移動速度を制御

センサーネットワーク中を  
移動しながら環境情報を収集

- 既存の研究ではトポロジーの変わらないネットワークを前提として移動制御を行っている
  - 環境情報の収集率の向上、収集時間の短縮などを実現

しかしながら、現実のトポロジーは、ノードの電力の枯渇や故障などにより時間により変化する

[1] A. Somasundara, A. Kansal, D. Jea, D. Estrin, and M. Srivastava, "Controllably mobile infrastructure for low energy embedded networks," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 5, pp. 958-973, Aug. 2006.

2013/2/19

特別研究報告

3

## 本研究の目的

ネットワーク状況に対して適応的な  
モバイルシンクの移動制御手法の提案と実装

- ポテンシャル場を用いた経路制御手法<sup>[2]</sup>を応用
  - 様々なネットワーク状況に対して適応的に経路を制御できる

- ポテンシャル場を用いた経路制御手法を実装し、有効に機能することを確認
1. を応用し、ポテンシャル場を用いたモバイルシンクの移動制御手法を提案
  - シミュレーションによる評価
  - 実機を用いた実装による評価

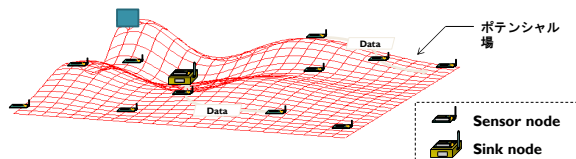
本発表の対象

[2] D. Kominami, M. Sugano, M. Murata, and T. Hatauchi, "Controlled potential-based routing for large-scale wireless sensor networks," in *Proceedings of ACM MSWiM*, pp. 187-196, Oct. 2011.

4

## ポテンシャル場を用いた経路制御手法

- ローカルな情報に基づくポテンシャル場の構築
  - 各ノードが様々なメトリックに基づいてポテンシャルと呼ばれるスカラー値を保持（例：残余電力、ホップ数）
    - 文献 [2] でのポテンシャル計算式：
- ポテンシャルが相対的に低い方向にデータを送信

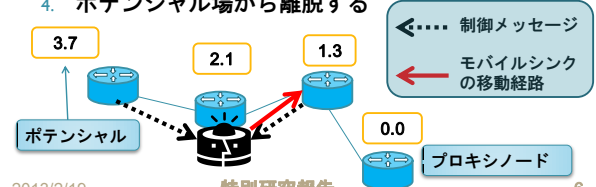


モバイルシンクの移動制御にポテンシャル場を利用

5

## ポテンシャル場を用いた移動制御

- モバイルシンクがセンサーノードからポテンシャルを受け取る
- モバイルシンクはポテンシャルが相対的に低い方向に移動を行う
- プロキシノードの通信可能範囲にモバイルシンクが到達すると収集データを受け取る
- ポテンシャル場から離脱する



2013/2/19

特別研究報告

6

## 受信信号強度を用いた 進行方向の決定

1. 進行方向の推定
  - 指向性アンテナの導入
  - N 方向の受信信号強度のサンプリング
  - 受信信号強度最大値方向の記憶
  - 複数の受信信号強度最大値方向のベクトル合成
2. 進行方向の修正
  - 直進行動中に M 回の受信信号強度のサンプリング
  - 指数平均を用いた受信信号強度の増減傾向の推定
    - 増加傾向の場合は直進行動
    - 減少傾向の場合は進行方向の推定

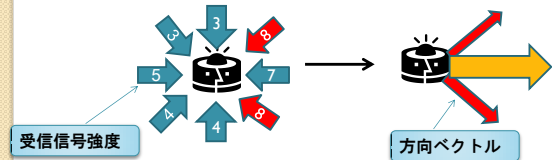
2013/2/19

特別研究報告

7

## 進行方向の推定

1. モバイルシンクは N 方向の受信信号強度を測定
2. 全方向中で**ポテンシャルが最小**かつ受信信号強度が最大となる方向を記憶
3. 2. の方向ベクトルを合成
4. 上記の方法で求めた方向に直進



2013/2/19

特別研究報告

8

## 進行方向の修正

1. モバイルシンクは直進中に一定時間ごとに受信信号強度  $S$  をサンプリングする
  - n 回目の受信信号強度を  $S_n$  とする
2. サンプルの指数平均  $E_n$  を算出する
3. M 回のサンプリング毎に  $E_n$  と  $E_{n-M}$  を比較する
  1.  $E_n > E_{n-M}$  の場合直進を続ける
  2.  $E_n < E_{n-M}$  の場合進行方向の推定を行う

$$E_n = \frac{E_{n-1} \cdot (M-1) + S_n}{M}$$

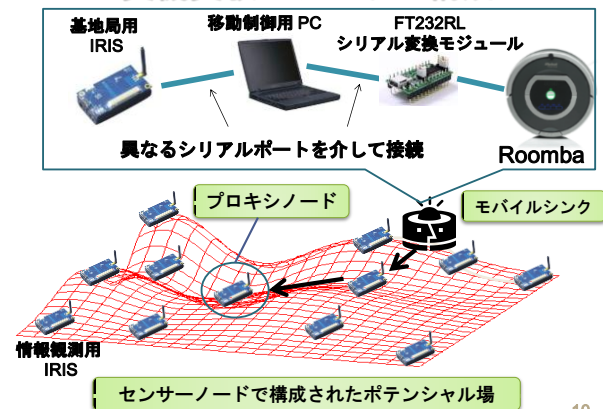
$$E_0 = S_1 \text{ とする}$$

2013/2/19

特別研究報告

9

## 実機実験：システム構成



10

## デモ映像



- 実験環境
  - 広さ 7.6m × 11.3m の室内で実験を行う

2013/2/19

特別研究報告

11

## まとめと今後の課題

- シミュレーションと実機実験によってモバイルシンクの移動制御の動作確認を行った
- モバイルシンクの移動制御によって、ネットワークポロジィが変化した場合でも、適応的にデータ収集が可能であることを示した
- 今後の課題
  - 実環境での受信信号強度の変動に強い移動制御手法の提案
  - 移動制御手法による収集率の評価

2013/2/19

特別研究報告

12