

ポテンシャルルーティングに基づく
無線センサネットワークにおける
下り方向通信の実現手段の提案と評価

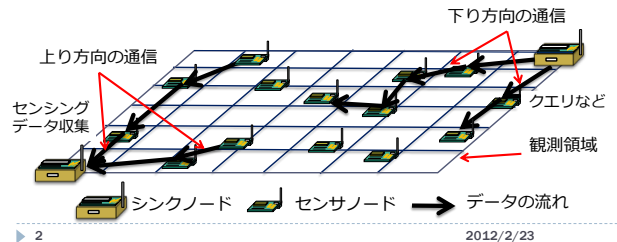
大阪大学 基礎工学部 情報科学科 村田研究室 豊永慎也

1

2012/2/23

研究背景

- ▶ マルチシンク無線センサネットワーク
 - ▶ センサをもつ無線デバイスからなるネットワーク
 - ▶ 複数存在するデータ収集端末（シンクノード）の一つにマルチホップでデータを送信
- ▶ 二方向の通信要求が存在

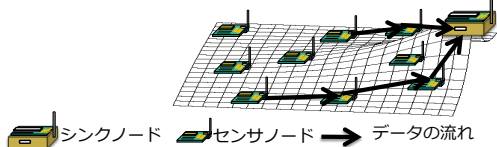


▶ 2

2012/2/23

ポテンシャルルーティングによる上り方向の通信

- ▶ ポテンシャルルーティング
 - ▶ 各ノードはポテンシャル（スカラー値）を保持
 - ▶ シンクノードのポテンシャルは最大値
 - ▶ 局所的な情報交換により、シンクノードに近いセンサノードほど大きいポテンシャルを所持
 - ▶ より大きいポテンシャルをもつ隣接ノードに転送することでシンクノードにデータを届けることが可能
 - ▶ 高いスケーラビリティ、省電力性、負荷分散[1]



▶ 3

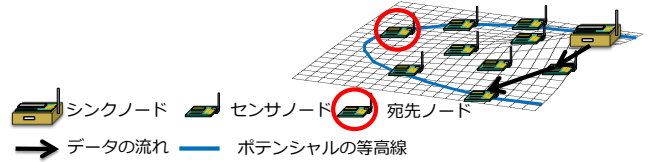
[1] Daichi Kominami, Masashi Sugano, Masayuki Murata and Takaaki Hatauchi, "Controlled potential-based routing for large-scale wireless sensor networks", in Proceedings of Modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems, pp. 187-196, Jan. 2011

2012/2/23

既存のポテンシャルルーティングの問題点と本研究の目的

- ▶ 既存のポテンシャルルーティングでは下り方向の通信の実現は不可能
 - ▶ 同じポテンシャルをもつ複数のノードが存在
 - ▶ ポテンシャルの大小関係では次ホップを選ぶことができない

- ▶ ポテンシャルルーティングに基づくシンクノードからセンサノードへの下り方向の通信を実現する手法を提案

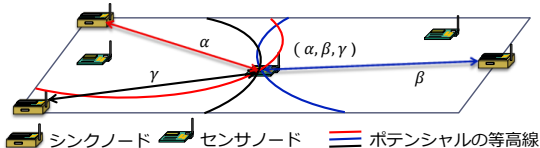


▶ 4

2012/2/23

提案手法の概要

1. ポテンシャル場を3つ構築し、ポテンシャルの組み合わせによってノードを一意に識別
 - ▶ ポテンシャルはシンクノードからの仮想的な距離
 - ▶ 3点からの距離を定めれば位置を特定できる



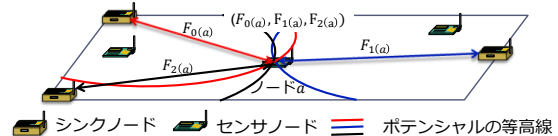
2. 送信ノードが宛先ノードと隣接ノードの仮想的な位置から仮想的な距離を計算
3. 宛先ノードに最も近づく隣接ノードを次ホップに選択

▶ 5

2012/2/23

提案手法の詳細

1. シンクノードのうち3台がそれぞれ独立したポテンシャル場 F_0, F_1, F_2 を構築
 - ▶ ノードaはポテンシャルの組 $(F_0(a), F_1(a), F_2(a))$ を所持



2. 送信ノードが隣接ノードnと宛先ノードdのポテンシャル距離 $Dist$ を計算

$$Dist(n, d) = \sqrt{(F_0(n) - F_0(d))^2 + (F_1(n) - F_1(d))^2 + (F_2(n) - F_2(d))^2}$$

3. ポテンシャル距離が最小の隣接ノードにデータを転送

▶ 6

2012/2/23

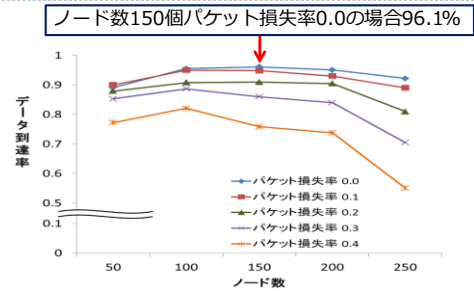
シミュレーション環境

- ▶ シミュレータ : Omnet++(ver.4.1)^[2]
- ▶ 600m×600mの観測領域の端にシンクノードを3台配置
- ▶ センサノードを50~250個ランダムに配置
- ▶ 各センサノードに一つデータパケットを送信
 - ▶ 最も近いシンクノードから送信
- ▶ ノード密度に対するデータパケット到達率を評価

| | |
|---------|----------|
| 通信可能範囲 | 100 m |
| 最大中継回数 | 15 |
| 無線速度 | 100 kbps |
| パケット損失率 | 0.0~0.4 |

7 [2] Andras Varga, "Omnet++" in Modeling and Tools for Network Simulation, pp. 35-59, Springer Berlin Heidelberg, 2010. 2012/2/23

基本手法のシミュレーション結果

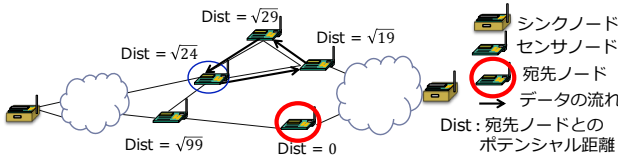


- ▶ パケット損失率0.1以下の場合、ノード密度によらず90%以上のデータ到達率を達成
- ▶ 経路のループによりデータが届かないノードが存在

8 2012/2/23

基本手法における経路のループ

- ▶ ネットワーク末端の一部の宛先ノードにデータが届かない
 - ▶ ポテンシャル距離が離れなければ到達不可能

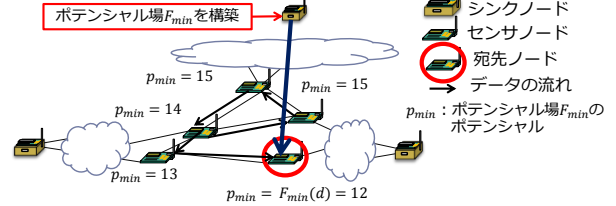


- ▶ 2通りの解決方法
 - ▶ ループが発生したときにルーティングメトリックを変更
 - ▶ ループが生じないポテンシャル場を構築

9 2012/2/23

ルーティングメトリック変更による改善手法

- ▶ ネットワークの末端のノードはあるシンクから最も離れている
 - ▶ 宛先ノードdの最も小さなポテンシャル $F_{min}(d)$ のみを使うことでネットワークの末端に送ることが可能



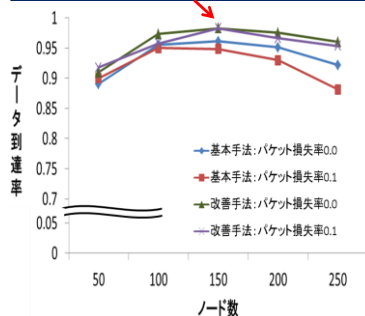
- ▶ ループを検出したときに、ポテンシャル場 F_{min} のポテンシャルが最も近づくノードに転送

10 2012/2/23

改善手法のシミュレーション結果

- ▶ いずれのノード密度、パケット損失率においても改善がみられた

ノード数150個パケット損失率0.0の場合 98.3%



- ▶ 基本手法で届かなかったノードにデータを送ることが可能になった
- ▶ 改善手法での到達率 $23.1 \pm 1.9\%$

11 2012/2/23

まとめと今後の課題

- ▶ ポテンシャルルーティングにおける下り方向の通信を実現した
- ▶ パケット損失率0.1以下の場合、データ到達率90%以上であることを示した

- ▶ 今後の課題
 - ▶ 基本手法で届かないノードに対してデータパケットの到達率を向上する
 - ▶ シンクノード数を増やした場合のデータパケットの到達率を評価する

12 2012/2/23