

アトラクタ選択モデルを応用した 誤差に耐性のある カバレッジ制御手法の提案と評価

大阪大学基礎工学部情報科学科
先進ネットワークアーキテクチャ講座
村田研究室
岩井 卓也

2010/2/22 特別研究報告会 1

研究の背景 (1/2) 無線センサネットワークとカバレッジ問題

- 無線センサネットワーク
 - 無線通信機能とセンサをもつ機器で構成
 - 離れた物や場所を観測
 - バッテリーによる動作
- カバレッジ問題
 - 観測対象が必要十分なセンサ端末に観測されることを保証しつつ、ネットワークの長期運用のために冗長なセンサ端末をスリープ

2010/2/22 特別研究報告会 2

研究の背景 (2/2) 既存手法と問題点

- 周囲のセンサ端末の情報をもとに幾何学的アルゴリズムを適用し、観測エリア内のカバレッジを判断
- 観測を行うアクティブ状態と電力消費を抑えるスリープ状態を選択
 - 前提とする条件
 - センサ端末の位置を正確に把握可能
 - オーバーヘッド
 - アルゴリズムが必要とする情報を得るためのメッセージを交換

実環境では成り立たず、性能が低下 [7]

オーバーヘッドにより、ネットワーク寿命の減少

[7] M. Zhang, M. Chan, and A. Ananda, "Coverage protocol for wireless sensor networks using distance estimates", in Proceedings of IEEE SECON, pp.183-192, June 2007.

2010/2/22 特別研究報告会 3

研究の目的

- 誤差の影響によるカバレッジの低下、アクティブ状態にあるセンサ端末数の変動を抑制
- センサ端末の状態を決定、維持するために必要となるメッセージ数を削減

↓

センサ端末は、周囲のセンサ端末の位置、観測エリアの情報を用いることなく適切な状態(アクティブ状態、スリープ状態)を選択

環境に対して適切な状態選択が可能なアトラクタ選択モデルを応用

2010/2/22 特別研究報告会 4

アトラクタ選択モデルとカバレッジ制御への適用方法

バクテリアが栄養を環境変化に適応的に生成するメカニズム
(例)バクテリアの生存に必要な栄養 A が不足
→ 栄養 A を生成するバクテリアが自律的に増え、バクテリアの死滅を回避

ノイズによる変動

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = f(\vec{x}) \times \alpha + \vec{\eta}$$

\vec{x} : 状態 $f(\vec{x})$: ポテンシャル関数
 α : 状態の良さ(アクティビティ) $\vec{\eta}$: ノイズ

	アクティビティ	アトラクタ A	アトラクタ B
バクテリア	バクテリアの活性度	栄養 A を生成	栄養 B を生成
カバレッジ制御	カバレッジの満足度	アクティブ状態	スリープ状態

2010/2/22 特別研究報告会 5

提案手法 基本動作 (1/3)

定時観測型アプリケーションを対象

- センサ端末は、情報収集タイミングにおいて観測情報を基地局に送信
- 基地局は、アクティビティを計算し、センサ端末に広告
- センサ端末は、アトラクタ選択モデルを用いて次情報収集期間の稼働状態を変更

カバレッジの評価に必要な情報を併せて送信 (座標情報、設置されている物体名、検出したイベントの識別子など)

- アクティブ状態にあるセンサ端末
- スリープ状態にあるセンサ端末
- スリープ状態から復帰したセンサ端末

2010/2/22 特別研究報告会 6

提案手法 基本動作 (2/3)

※小領域:
観測領域を複数に分割したそれぞれの領域

• 定時観測型アプリケーションを対象

1. センサ端末は、情報収集タイミングにおいて観測情報を基地局に送信
2. 基地局は、アクティビティを計算し、センサ端末に広告
3. センサ端末は、アトラクタ選択モデルを用いて次情報収集期間の稼働状態を変更

観測領域全体、または、小領域毎にアクティビティを計算
(カバレッジをアクティブ状態にあるセンサ端末の冗長性の評価値を割った値の移動平均)

- アクティブ状態にあるセンサ端末
- スリープ状態にあるセンサ端末
- スリープ状態から復帰したセンサ端末

2010/2/22 特別研究報告会 7

提案手法 基本動作 (3/3)

• 定時観測型アプリケーションを対象

1. センサ端末は、情報収集タイミングにおいて観測情報を基地局に送信
2. 基地局は、アクティビティを計算し、センサ端末に広告
3. センサ端末は、アトラクタ選択モデルを用いて次情報収集期間の稼働状態を変更

● アクティブ状態にあるセンサ端末

● スリープ状態にあるセンサ端末

● スリープ状態から復帰したセンサ端末

2010/2/22 特別研究報告会 8

シミュレーション 概要

• 提案手法が位置推定誤差に強いことを検証

- 幾何学的なアルゴリズムを用いた CCP (Coverage Configuration Protocol) との比較評価

• 位置推定誤差のモデル

- 0 [m] から最大誤差 $\pm u$ [m] までの一様乱数

• 50 [m] × 50 [m] の領域に100台のセンサ端末をランダム配置

	CCP	提案手法
観測エリア	半径10 [m] の正円	半径10 [m] の正円
通信エリア	半径20 [m] の正円	※

※適切な情報収集・配信機構によって、メッセージ配信が行われているものと仮定

2010/2/22 特別研究報告会 9

シミュレーション 結果

※寄与率:
センサ端末あたりのカバレッジへの貢献度
(カバレッジ/アクティブ状態にある端末数)

提案手法 (10 [m] × 10 [m])

提案手法 (25 [m] × 25 [m])

CCP

CCP, 提案手法ともにカバレッジが低下

誤差が大きい場合でも、カバレッジ制御への影響は軽減

2010/2/22 特別研究報告会 10

まとめと今後の課題

• まとめ

- 誤差に耐性のあるカバレッジ制御手法を提案
 - 周囲のセンサ端末に関する情報を用いずに、自律的な稼働状態の決定が可能
- 提案手法の誤差に対する耐性を評価
 - CCP との比較評価により、位置推定の誤差が増加した場合でも、カバレッジ制御への影響が軽減されることを確認

• 今後の課題

- センサ端末の稼働状態が収束時のカバレッジを向上
- センサ端末の稼働状態が収束するまでに要する時間を短縮

2010/2/22 特別研究報告会 11

ご清聴ありがとうございました

2010/2/22 特別研究報告会 12