

間欠動作に基づく 低消費電力アドホック・メッシュネットワークの性能評価

譜久島 亮
基礎工学部情報科学科
村田研究室

発表の概要

- アドホックネットワークの概要
- 間欠動作による低消費電力手法
- 研究の目的
- シミュレーションによる性能評価
- 性能を向上させるパラメータ設定の指針
- 今後のまとめと課題

アドホック・メッシュネットワークとは

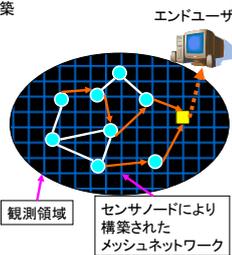
- 無線機能持ち、パケットの送信、転送処理が可能な
センサノードが構成するネットワーク

- ・リンクの冗長性が高いメッシュネットワークを構築
- ・センサノードが観測領域のデータを収集
- ・シンクノードへデータを送信、転送
- ・エンドユーザで収集データを取得、解析

- 様々な環境での利用が期待

- ・環境モニタリング
- ・災害時の緊急ネットワーク構築
- ・施設内セキュリティ管理

- センサノードが電池により駆動
⇒ 消費電力の削減が大きな課題

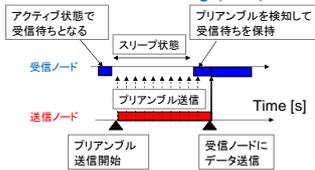


間欠動作によるセンサノードの低消費電力化

- 間欠動作とは

- ・ノードはアクティブ状態とスリープ状態を定周期で繰り返す
- ・スリープ状態で電力消費を抑える
- ・アクティブ状態で通信を行うことができる

- Low Power Listening (LPL) 方式 [6] LPL方式の問題点



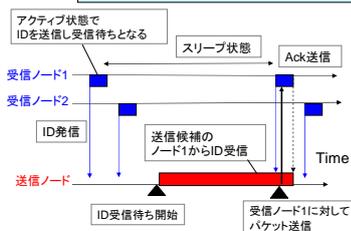
- プリアンブル送信時に1つのノードがチャネルを占有する
- プリアンブル送信時に送信相手を決めるため、送信ノードは特定の相手としか通信を行えない

[6] R. Jurdak, P. Baldi, and C. V. Lopes, "Adaptive low power listening for wireless sensor networks," IEEE Trans. Mobile Computing, vol. 6, pp. 988-1004, Aug. 2007

富士電機(株)の提案方式

- Intermittent ID transmission of Receivers (IIDR)方式[7]

受信ノード1, 2いずれもが送信ノードからのパケットを受信できる



IIDR方式での改善点

- 送信ノードが複数の相手を待ち受けることが可能となった
- LPL方式のプリアンブルによるチャネル占有がなくなった

[7] 島内孝明, 四蔵達之, 木代正巳, 福山良和, "メッシュネットワークの周辺ノード数と通信路マージンに関する検討," 電子情報通信学会 2007年ソサイエティ大会, Sept. 2007.

現状の問題点と研究の目的

- 問題点 IIDR方式の動作パラメータがシステムに与える影響が明らかでない

- IIDR方式の性能特性を明らかにする

- 性能特性
 - ・消費電力の分布
 - ・パケット収集率の変化
 - ・パケット遅延時間の変化
 これらをシミュレーションにより明らかにする

- IIDR方式の性能を向上させるパラメータ設定の指針を示す

- 性能向上
 - ・消費電力の削減
 - ・パケット収集率の増加
 - ・パケット遅延時間の削減
- パラメータ設定
 - ・パケットの最大中継回数を変える
 - ・ノードごとのスリープ時間の設定

シミュレーションモデル

- センサノードの振る舞い
 - メッシュトポロジを構成
 - 各ノードがIIDR方式で動作
 - パケット発生率に従ってセンタノードへパケットを送信
 - センタノードまで最短距離となるように送信ノードを選択
- 導入した仮定
 - ノードの故障、追加はない
 - ノードの電力は無限大である

センタ隣接ノード

使用するメッシュトポロジ

センタノード

● 電力消費モデル

- 受信状態 $6.25 \times 10^{-2} \text{ w}$
- 送信状態 $7.20 \times 10^{-2} \text{ w}$
- スリープ状態 電力消費なし

7

シミュレーション結果 ～消費電力について～

センタ隣接ノードで消費電力が多い

センタ隣接ノードでID受信待ち時間が長い

ノードの消費電力はID受信待ち時間に依存している

センタ隣接ノード

使用するメッシュトポロジ

ID受信待ち時間

8

性能向上手法 ～センタノードのスリープ時間の設定～

1.2倍

センタ隣接ノード

センタノードの活性化により

- センタノードへパケット転送処理がスムーズになった。⇒ パケット収集率の向上、パケット伝播遅延の削減
- センタ隣接ノード間でのパケット転送が減った。⇒ センタ隣接ノードでID待ち時間短縮による消費電力の削減。

センタ隣接ノードで消費電力大幅減

9

性能向上手法 ～負荷に応じたスリープ時間の設定～

- センタ隣接ノードで負荷によってスリープ時間を変える。
 - 負荷の高いノード3, ノード15 ⇒ 6.0秒
 - 負荷の低いノード4, ノード7, ノード16 ⇒ 1.5秒
 - その他のノード ⇒ 3.0秒

10

性能向上手法 ～負荷に応じたスリープ時間の設定～

設定変更前

設定変更後

負荷の高かったノードで消費電力減少

負荷の低かったノードで消費電力増加

設定変更後

負荷の高いノード ⇒ スリープ時間を長く設定
負荷の低いノード ⇒ スリープ時間を短く設定 } 負荷の分散が可能

⇒ ネットワークの長寿命化

11

まとめと今後の課題

- IIDR方式の基本性能特性を明らかにした
 - ノードの消費電力はID受信待ち時間に依存する
 - センタ隣接ノードで負荷が高い
 - センタ隣接ノードで最大中継回数超過によるパケット破棄が増加し、パケット収集率の低下につながる
 - センタノードへの転送失敗によりパケット伝播遅延が増加する
- 性能を向上させるパラメータ設定の指針を示した
 - パケット発生率によってセンタノードのスリープ時間を適切に設定することで性能向上させることが可能である
 - ノードの負荷に応じてスリープ時間を設定することで負荷の分散を行い、ネットワークの長寿命化が可能である
- 今後の課題
 - IIDR方式とLPL方式との性能比較
 - IIDR方式でのノードの自律的なスリープ時間設定方式の提案

12