

無線センサネットワークにおける 受信電波強度に基づいた省電力情報 散布手法の提案と評価

大阪電気通信大学 久松潤之

発表内容

- 研究背景
 - センサネットワーク
 - 情報散布
- 研究の目的
- 提案手法
- 性能評価
 - ノードを正方格子上に配置
 - ランダム配置した場合

2013/11/22

2

センサネットワーク

- 様々な分野で用いられている
 - **災害検知、環境モニタリング、**
ビルの環境管理
- ノードの移動や故障があるネットワーク
 - 始点ノードから終点ノードへの経路を、事前に決定することは困難
- 代表的な手法
 - メッセージをネットワーク全体に**散布**
 - 確実に終点ノードに届ける

2013/11/22

3

情報散布

- アプリケーションを動作させる際に、**情報散布**を求められることが多い
- 効率的な情報収集のために、収集すべき情報や通知すべきイベントを**情報散布** [3]
- センサネットワークの管理システムにおいて、ノードの故障に対応するために、**情報散布** [4]
- 動作してるセンサネットワークに対して、新たなアプリケーションをインストールする際に、**情報散布** [5]
- センサネットワーク上のアプリケーションが増えるにつれて、**情報散布手法が重要になると考えられる**

2013/11/22

4

情報散布の問題点

- ネットワーク全体にメッセージを散布するため、送受信回数が多い
- 無線通信による電力消費は、ノードの消費する電力のうち大きな割合
- センサノードの多くは、バッテリー駆動
 - **無線通信による電力消費を抑えることが重要**
- センサネットワーク上で動作するアプリケーションの増加
 - **情報散布手法がよりいっそう重要になることが予想**

2013/11/22

5

研究の目的

- 省電力情報散布手法の提案
 - フラッディング手法を基にする
 - 受信電波の強度に応じて、ブロードキャスト時刻を決定
- 提案手法のシミュレーションによる評価
 - ノードを正方格子上に配置
 - ノードをランダム配置

2013/11/22

6

フラッディング手法

- 散布させるメッセージが発生したノード
 - ブロードキャスト
 - 全隣接ノードへメッセージを送信
- メッセージを受け取ったノード
 - 初めて受信したメッセージ
 - ブロードキャスト
 - 既に受信していたメッセージ
 - 何もしない

2013/11/22 [7]

提案手法の概要

- メッセージを受け取った際の受信電力に応じて、ブロードキャスト時刻を決定
- 送信ノードが受信ノードから離れていればいほど伝搬損失により**受信電力が低下**
 - **提案手法ではこの性質を利用**
- 送信ノードからより遠くにあるノードから先にブロードキャスト
- 新しいメッセージを受信したノードが、ブロードキャストする前に、同一のメッセージを受け取った場合
 - **ブロードキャストしない**

2013/11/22 [8]

情報伝播の例

フラッディング手法

提案手法

数字はメッセージの受信回数

2013/11/22 [9]

メッセージのブロードキャスト時刻

- 無線通信における受信電力 $P_r(d)$

$$P_r(d) = P_{tx} + G_t - L_p(d) + G_r$$

送信電力, 送信アンテナゲイン, 伝搬損失, 受信アンテナゲイン
- 受信電力の最大値 P_r^{max}

$$P_r^{max} = P_{tx} + G_t + G_r$$
- メッセージのブロードキャスト時刻 T

$$T = DIFS + \left(CW + \left[CW \times \frac{P_r}{P_r^{max}} \right] \right) \times slot_time$$

CSMA/CA のパラメータ

2013/11/22 [10]

性能評価: センサノードと消費電力モデル (1/2)

- CrossBow MICAz を想定
 - 無線の周波数: 2.45 [GHz]
 - 送信レート: 250 [Kbit/s]
 - パケットサイズ: 127 [Byte]
 - 電圧: 3.0 [V]
 - メッセージ受信時に流れる電流: 19.7 [mA]
 - 無線の最低受信感度 -90 [dBm]

2013/11/22 [11]

性能評価: センサノードと消費電力モデル (2/2)

- 無線の送信距離を 100、150、200 [m]
- 受信電力が -80 [dBm] となるように、自由空間損失モデルを用いて、送信電力を決定
- 自由空間損失モデルによる伝搬損失 $L_p(d)$

$$L_p(d) = (4\pi d/\lambda)^2$$
- 送信時に流れる電流:
 - 100、150、200 [m]: 85.19、178.81、309.87 [mA]
- 消費電力量 J

$$J = I \times V \times \frac{L}{r}$$

波長, 電流, 電圧, メッセージ長, 転送レート

2013/11/22 [12]

性能評価: ネットワークモデル

- ノードを 1辺 100[m]、100x100 の 正方格子上に配置
- 通信成功確率: 90%
- ノードの配置確率に対する以下を導出
 - 情報散布率
 - ネットワーク全体におけるメッセージの送受信に用いた電力量

2013/11/22 [13]

シミュレーション結果: 情報散布率

無線の送信距離が伸びるほど、Node Prob. に対する閾値が小さくなる

Node Prob. に対して、散布率が急激に上昇する閾値が存在

より遠くに無線の電波を送信することで、一度に多くのノードが受信可能になるので、Node Prob. が小さいところでも、散布率が高い

送信距離が等しい場合、提案手法の方が、Node Prob. 閾値が大きい

2013/11/22 [14]

提案手法の情報散布率の低下の理由

提案手法では、ノード B、C が先にフラッディングする。メッセージを再度受け取ったノード C は、ブロードキャストしない

2013/11/22 [15]

シミュレーション結果: 消費電力

フラッディングは送信領域に消費電力を増加させることで、散布率を増加させる

提案手法は、消費電力を増加させる

提案手法は送信距離が増加すると、消費電力が増加する

提案手法は、Node Prob. の増加につれて、より効率的に通信するので、消費電力が減少

2013/11/22 [16]

性能評価: ノードのランダム配置

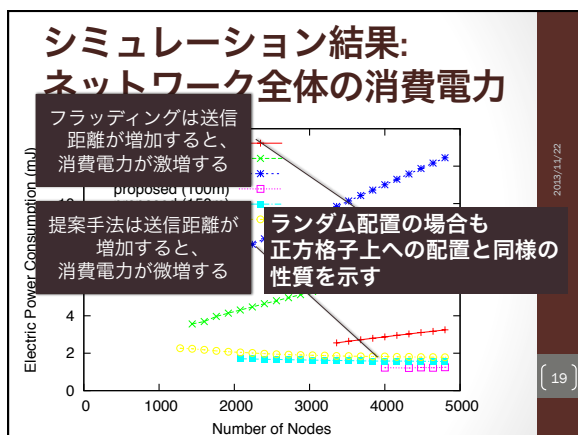
- 4,000 [m] x 4,000[m] の正方形の領域に ノードをランダム配置
- その他のパラメータ値は、正方格子上のシミュレーションと同一の値
- ネットワーク中のノード数に対する以下を導出
 - 情報散布率
 - ネットワーク全体におけるメッセージの送受信に用いた電力量

2013/11/22 [17]

シミュレーション結果: 情報散布率

Node Prob. に対して、散布率が急激に上昇する閾値が存在

2013/11/22 [18]



- ### まとめ
- 受信電力の電波強度を用いた省電力情報散布手法の提案
 - フラッディング手法を基とする
 - 受信電力が小さいほど、早くブロードキャストする
 - シミュレーションによる評価の結果
 - 送信電力を増加させることで (=無線の通信距離を増加させることで)
 - 若干の消費電力の増加により、高い情報散布率を得ることができることを示した
- 20

- ### 今後の課題
- 提案手法のパーコレーション理論を用いた性能解析
 - パーコレーション理論: 統計物理学分野で用いられる。物のつながり方が全体に与える影響を対象とする
 - 提案手法の実機を用いた実験評価
 - 提案手法の遅延耐性ネットワークへの拡張
- 21