

M-024

# センサネットワークにおけるセンシング密度のイベント適応方式の検討

## Event Oriented Adjusting Method for Sensing Density in Sensor Network

大塚 英悟†  
Eigo Ohtsuka

大島 浩太‡  
Kohta Ohshima

寺田 松昭‡  
Matsuaki Terada

### 1. はじめに

近年、無線通信技術や MEMS 技術の発達により、無線機能を備えたセンサノードの小型化・低廉化が進んでいる。そして、センサノードが自律分散的にネットワークを構築し、その環境下の物理情報を収集するセンサネットワークが注目を集めている。しかし、センサノードはバッテリー駆動であるため、センサノードの省電力化を図る様々な研究が行われている。

既存研究のひとつに、センサノードの稼働と休止をスケジューリングし、省電力化を図る方式がある。しかし、この方式では休止するセンサノード数に応じて、消費電力とセンサノードが取得したデータ（センシングデータ）量の関係がトレードオフになってしまう。

そこで、本稿ではトレードオフの問題を解消する方式を提案する。

### 2. 既存のルーティングプロトコルと問題点

センサノードの稼働と休止をスケジューリングするプロトコルに GAF[1]がある。センサノードを高密度に配置し、必要に応じて最低限のセンサノードを利用することでネットワーク全体のライフタイムを伸ばす方式である。

図1のようにセンサノードを配置した物理的空間を格子状（グリッド）に分割する。そして、各グリッドに1つずつセンサノードを稼働（active ノード）させ、他のノードを休止（sleep ノード）する。そして、一定時間（ラウンド）毎に各グリッドの active ノードを変化させ、ノードの負荷分散を行う。

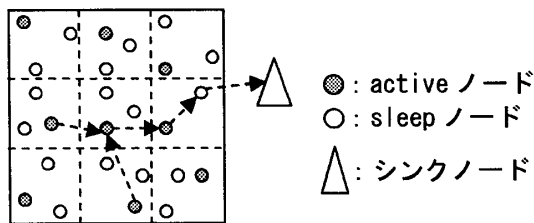


図1 GAFの概要

GAF は各グリッドで1ノードだけが稼働するため、センシングできる範囲が限定される。そこで、この問題点を改良したプロトコルとして、センシング密度変更型 GAF[2]を提案した。特徴として、通常時とイベント時（自然災害等）という二つの状況に応じて、active ノードの数、つまりセンシング密度を動的に変更する方式を採用している。しかしながら、図2のようにセンシング密度の変更をグリッド単位で行うため、イベントの範囲に応

じたセンシングが行えない可能性が高く冗長である。

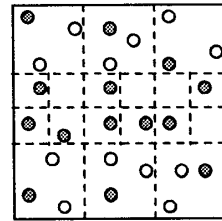


図2 センシング密度変更型 GAF

### 3. 提案方式

本方式では、センシング密度の動的変更方法の冗長性を解決し、消費電力とセンシングデータ量のトレードオフの問題を解消する方式を提案する。

#### 3.1 状態決定フェーズ

センシング密度の変更方法として、イベント時にイベント範囲にあるセンサノードのみが稼働する方法を採用する。つまり、イベント範囲内のノードが稼働し、イベント範囲外のノードが休止する。ノードの稼働と休止は以下の流れで決定する。

- (1) 各ノードは、同一グリッド内のノードと通信を行い、グリッド内のノードの電力量を取得する。
- (2) 他ノードより電力量が少ない場合はセンシングを行う。一方、最も電力量の多いノードは稼働する。
- (3) センシングの結果、イベントを検知した場合にノードは稼働する。検知しない場合は休止する。図3のようにイベント範囲内のノードは active ノードとなる。

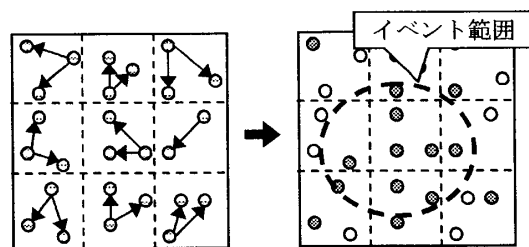


図3 状態決定フェーズ

#### 3.2 データ収集フェーズ

状態決定フェーズで active ノードの数が増加すると、センシングデータ量が増加し、データを収集する際にネットワークの負荷が増大する。そこで、active ノード数が増加した際にデータ集約を行い、省電力を図るルーティング方式を提案する。

† 東京農工大学大学院 工学府

‡ 東京農工大学大学院 共生科学技術研究院

- (1) グリッドごとにデータを集約する。集約するノードはグリッド内で最も電力量の多いノードが担う。(図4左)
- (2) データ集約したノードはグリッド間でデータを転送し、シンクノードと呼ばれるノードへデータ収集される。(図4右)

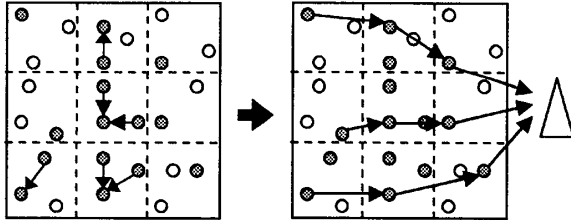


図4 データ収集フェーズ

状態決定フェーズとデータ収集フェーズの一連の流れをラウンドと呼ぶ。ラウンドを繰り返すことでシンクノードにデータが収集される。

#### 4. 評価

GAFとセンシング密度変更型GAFおよび提案方式を実装したシミュレータを用いて比較評価を行う。表1にシミュレーションにおける評価モデルを示す。

表1 シミュレーションモデル

パラメータ	設定値
初期電力	10J/node
最大通信距離	30m
データ転送率	19.2kbps
パケットサイズ	30bytes
送信電力	$0.7 \mu\text{J}/\text{byte} \cdot \text{m}^2$
受信電力	0.32mJ/byte
センシング電力	0.26mJ/sample
グリッド数	9個 (3×3)
ノード数	36個
1ラウンド時間	1分

##### 4.1 ネットワーク生存時間

イベントの発生時間を0~400分まで100分ずつ変化させたときのネットワーク生存時間について図5に示す。なお、イベントの範囲は、全グリッドで発生しているものとする。

図5において、GAFはイベントを考慮しないため生存時間に変化がない。センシング密度変更型GAFと提案方式を比較すると、イベント発生時間が0分つまり通常時では提案方式が既存方式に比べ98%の生存時間であったが、イベント時は提案方式の方が生存時間は長いことがわかる。

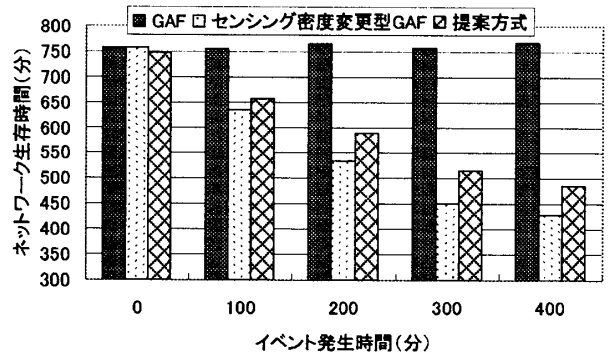


図5 ネットワーク生存時間

##### 4.2 イベントのデータ取得率

図6のようにイベント発生範囲を左から右へ100分間隔で変化させたときのイベントのデータ取得率を図7に示す。提案方式は経過時間に関係なく40%前後のデータ取得率になっている。一方、センシング密度変更型GAFは100分前後で急激にデータ取得率が変化している。センシング密度変更型GAFに比べ提案方式は、イベント範囲の大きさによるデータ取得率の影響が小さく、安定したデータ取得が可能だといえる。

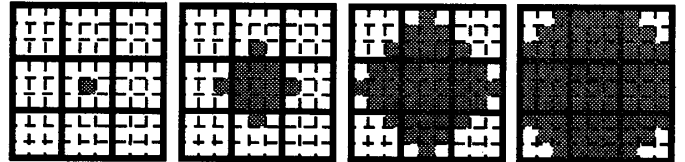


図6 イベント範囲

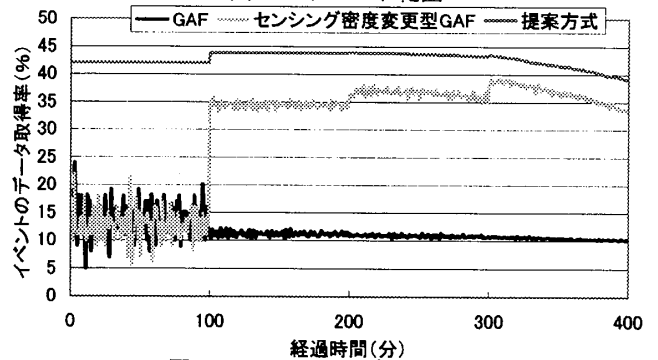


図7 イベントのデータ取得率

#### 5. おわりに

本稿では、消費電力とセンシングデータ量のトレードオフの問題を解消する手法を提案した。提案方式を実装したシミュレータにより、既存方式との比較を行い、有効性を示した。今後の課題として、センサノードへの実装、評価が挙げられる。

##### 参考文献

- [1] Y. Xu, J. Heidemann and D. Estrin: "Geography-informed Energy Conservation for Ad Hoc Routing", Mobicom'01, July 2001.
- [2] 長嶋 翔平, 山北 嶺, 寺田 松昭: "センサネットワークにおけるセンシング密度の動的変更方法の提案", 情報処理学会第68回全国大会論文集, pp3-483~3-484, March 2006.