

|      |  |    |      |
|------|--|----|------|
| 学生番号 | 11674002                                 | 氏名 | 上田 聖 |
| 論文題目 | ノード位置情報を利用した制御情報交換のための無線 MAC プロトコルに関する研究 |    |      |

## 1 はじめに

近年ユビキタス社会の実現に向け、TV ホワイトスペースの有効活用や大規模センサネットワークなどの広域無線ネットワークが注目されている。しかし、大域環境監視システムのような多量の無線ノードが広い範囲で周期的に制御情報を交換する場合 MAC(Media Access Controls) プロトコルが転送性能に及ぼす影響が大きいと考えられる。図 1 のように遠方のノード同士があるノードに同時転送を行う場合、各ノードはシグナルキャプチャ効果によって近隣ノードからのフレームを受信する。近隣ノード同士が同時転送を行った場合、図 2 のようにほぼ全ノードがどちらのノードのフレームも受信できない。

そこで本研究では、シグナルキャプチャ効果を利用したノード位置情報に基づく送信スケジューリング手法の提案・評価を通して適切な広域無線通信用 MAC プロトコルを検討する。

## 2 既存手法

### 2.1 IEEE802.11DCF

本方式は、チャンネルの利用可能状態を検知後にフレームを送信する CSMA/CA を用いる。この方式では、各ノードが自律分散的にフレームを送信するため、ノードの移動などによりネットワーク構成が変化する環境において有効である。しかし、競合する他ノードの位置を考慮しないため、ノード密度が高い環境においては各ノードが近隣ノードとフレーム衝突し、フレーム到達率が劣化する。

### 2.2 自律分散型スケジューリング手法

データの周期的な転送を前提に、周辺ノードとの情報交換により通信タイミングを調整する自律分散型スケジューリング手法として、位相拡散時分割方式や蛙の発行動態に着想を得た方式などが挙げられる。これらの手法は、各ノードが周辺ノードの通信タイミングを基に自律的に通信タイミングを調整するため、管理ノードなしにフレーム衝突を軽減することができる。しかし、通信タイミングの調整に時間を要するため、トポロジ構成が頻繁に変化する環境では通信性能が劣化する。

## 3 提案手法

各ノードは GPS によって位置情報が既知であるという前提のもと、自身の位置情報を基に通信タイミングを分散して割り当てることでフレーム到達率を向上する手法を検討する。提案手法では円形エリア内にノードが配置される環境を想定し、分割数  $P$  に基づいてエリアをサブエリアに、フレーム送信周期  $T$  をタイムスロットに分割する。さらに各サブエリアごとに固有のタイムスロットを割り当てることで通信タイミングを決定するため、他ノードとの情報交換を必要とせず、短い調整時間で通信タイミングを決定することができる。

### 3.1 基本手法

以下に二つのエリア分割方法を示す。なお、各ノードは割り当てタイムスロット内で CSMA/CA によりランダムに通信する。

- 1). エリアを同心円上に分割する手法
- 2). エリアを放射状に分割し、対領域を同一エリアとする手法

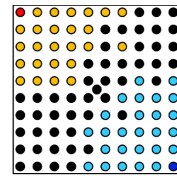
### 3.2 拡張手法

基本手法の二つのエリア分割方法を組み合わせた拡張エリア分割手法を検討する。分割数  $P = 6$  の場合のエリア分割イメージ図を図 3 に示す。この場合、同心円状に 6 領域、放射状に 12 領域と分割するため、同一エリアとなる領域は 12 領域となり、これらの割り当てを図 2 の黒部の様に分散させる。

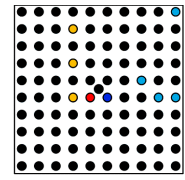
## 4 シミュレーションモデル

提案手法の特性を調査するため、図 4 の配置において周期  $T = 0.5[s]$  内で 784[byte] のデータを 1[Mbps] でブロードキャストで送信する環境を想定する。また 802.11DCF は周期内で全ノードがランダムで通信を行うものとし、基本手法・拡張手法は分割数を 6 として調査した。評価指標を以下に示す。

- 中心ノードへのフレーム到達率
- 全ノードへのフレーム到達率



● : 送信ノード ● : 衝突と検知したノード  
● : 近接ノードの信号を受信したノード



● : 送信ノード ● : 衝突と検知したノード  
● : 近接ノードの信号を受信したノード

図 1: 遠方ノード同士の衝突状況

図 2: 近隣ノード同士の衝突状況

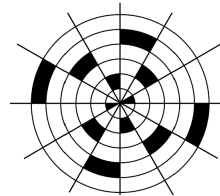


図 3: 拡張手法におけるエリア分割

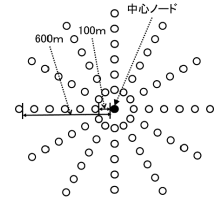


図 4: ノード配置

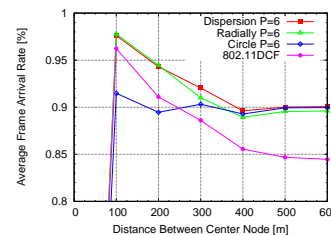


図 5 中心ノードへのフレーム到達率

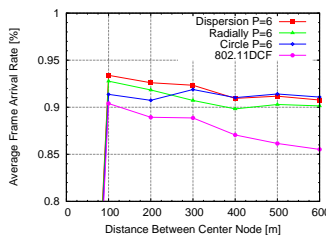


図 6: 全ノードへのフレーム到達率

## 5 シミュレーション結果及び考察

### 5.1 中心ノードへのフレーム到達率

図 5 に中心ノードとの距離 (中心距離) 毎に存在するノードから中心ノードへ転送するフレームの到達率を示す。同心円状分割手法 (Circle) では距離によらず値がほぼ一定となるが、その他の手法では中心距離が大きくなると値が低下する。これは、同心円状分割手法では中心距離がほぼ同じノードを同一タイムスロットに割り当てるためシグナルキャプチャ効果が発生しにくいのに対し、その他の手法では中心距離が小さいノードのフレームが優先して受信されるためである。また、放射状分割手法 (Radially) と拡張手法 (Dispersion) では各タイムスロットにおいて中心距離に対するノード数分布が同一であるため同程度の性能を示している。これらの手法はどの中心距離においても 802.11DCF より高い到達率を示しており、中心ノードへの到達率を考慮した場合、有効といえる。

### 5.2 全ノードへのフレーム到達率

図 6 に全ノードにおけるフレーム到達率を示す。同心円状分割手法と放射状分割手法を比較すると、中心距離が小さいと放射状分割手法が、中心距離が大きくと同心円状分割手法が高い性能を示す。これは、放射状分割手法ではシグナルキャプチャ効果によって中心距離が小さいノードのフレームが優先して到達するが、同心円状分割手法ではエリア内の各ノードに対してシグナルキャプチャ効果が得られず、フレーム到達率がほぼ一定となるためである。一方、拡張手法は放射状分割手法よりも高い性能を示している。これは、拡張手法において同一タイムスロットでフレーム転送するノード群が、放射状分割手法よりも分散的に位置しており、各ノードからみた近隣ノード同士のフレーム衝突が発生しにくいためである。

## 6 まとめ

周期的な制御情報交換のための広域無線通信用 MAC プロトコルとして、ノード位置情報を基にしたスケジューリング手法を提案、評価した。その結果、ノードの分散転送によりシグナルキャプチャ効果を有効活用でき、フレーム到達率が向上することを明らかにした。

### 研究業績

”ノード位置情報を利用した制御情報交換のための無線 MAC プロトコルの検討,” IEICE NS/IN 研究会 2013 年 3 月 発表予定