

学籍番号	15676117	氏名	照屋 惇一
論文題目	無線網を用いた微細・大量データ収集における重複集約/中継方式に関する研究		

## 1 はじめに

M2M 技術の急速な発展に伴い、インターネットに接続するセンサ等のデバイスが増加している。移動性や設置の自由度を考慮すると、無線環境における大量の微小サイズデータの収容が想定される。無線 LAN のデータリンクプロトコル CSMA/CA に基づくデータ収容ノードを仮定した場合、膨大なデータ生成ノードから直接収容することは困難である。これまで生成ノードの一部が周囲の生成ノードからのデータを集約し収容ノードに中継する間接手法を提案し、その効果を示した。この手法は、宛先集約/中継ノードが同一である複数生成ノード間の衝突の影響によりデータ収容率の改善に限界が生じる。本研究では、1 生成ノードのデータを複数の収容ノードにおいて集約/中継する手法を提案し、適切な中継ノード数や中継ノードにおける送信待機時間について調査し、提案手法の有効性を明らかにする。

## 2 CSMA/CA(搬送波感知多重アクセス/衝突回避方式)

各端末は送信前にチャンネル上の搬送波を検知し、通信中の端末の存在を確認する。存在する場合は、一定時間待機後に再度搬送波を検知し、利用可能ならばランダム時間待機後、データ送信をすることで衝突を確率的に回避する。

## 3 重複集約/中継方式

フレームを送信する生成ノード、間接通信を行う集約/中継ノード、データを収容するアクセスポイント (AP) から構成され、生成ノードの一部から集約/中継ノードを選択する。既存手法を単一集約方式、提案手法を重複集約方式と呼び、以下に通信手順を示す。

1. 集約/中継ノードの選定  
生成ノードからランダムに規定の割合で選定
2. 集約フェーズ (生成ノード)  
単一集約: 最も近接する中継ノード 1 台へフレーム送信  
重複集約: 近接する複数の中継ノード宛にフレーム送信
3. 送信待機 (集約/中継ノード)  
複数の生成ノードからのフレーム収集のため一定時間待機
4. 転送フェーズ (集約/中継ノード)  
収集データに自身の送信データを付加し AP へ転送

単一集約方式では転送フェーズに移行後、集約/中継ノードへ未転送の生成ノードは AP への直接送信を行うが、重複方式では生成ノードと中継ノード間の競合解消のため行わない。

## 4 シミュレーション

生成ノードは周期的かつ同時に 10byte のフレームを送信する。なお周期は 1s とし、周期内において集約フェーズの後、転送フェーズとなる。想定エリアは半径 100m の円とし、中央に AP が位置する。全ノードの送信電力は等しく、隠れ端末問題が生じない環境とする。集約/中継ノード数は全ノード数に対する割合で定義し、フレーム収容性能評価のため以下に指標を定義する。AP の受信ノード数は重複フレームを含まない。

$$\text{フレーム受信率} = \frac{\text{AP の受信ノード数}}{\text{総生成ノード数}}$$

最大収容可能ノード数

$$= \text{フレーム受信率 } 0.99 \text{ 以上となる最大ノード数}$$

## 5 結果・考察

### 5.1 重複集約/中継方式の有効性

直接通信 (direct) と単一集約方式 (single), 重複集約方式 (multiple) のフレーム受信率を図 1 に示す。図中 “multiple x” は各生成ノードの宛先集約/中継ノード数 x の場合を示しており、中継ノード割合 20%, 収集時間 0.55s とする。

図 1 より、直接通信に対し単一集約方式と重複集約方式は常に高い性能を示す。単一集約方式と重複集約方式 (宛先数

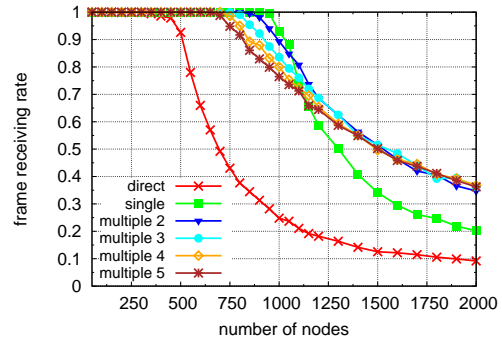


図 1: 直接通信と間接通信のフレーム受信率

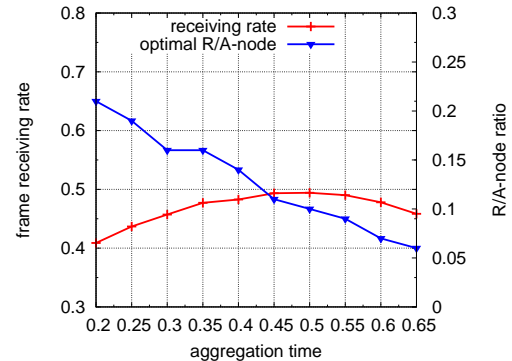


図 2: 適切な中継ノード割合とフレーム受信率

2) のノード数 2000 のフレーム受信率はそれぞれ約 20% と約 35% を示しており、提案手法により 15% 向上する。これは集約フェーズにおいて 1 生成ノードからのフレームを複数の中継ノードが集約するために収集効率が高まり、転送フェーズにおいて未転送の生成ノードの再送制限により、AP へ直接転送を行う生成ノードと集約データを AP へ転送する中継ノード間の競合が解消されるためである。

また、重複集約方式において最大収容可能ノード数は宛先数 2 の時に 850 で、宛先数の増加に伴い減少し、宛先数 5 で 700 となる。これは各中継ノードにおける集約データが増大するためである。以上より、重複集約方式における宛先数は 2 が良いと考えられる。

### 5.2 最適中継ノード数と収集時間

重複集約方式における各収集時間のノード数 2000 時のフレーム受信率が最大となる中継ノード数 (optimal R/A-node) とフレーム受信率 (receiving rate) を図 2 に示す。図 2 より、最適中継ノード数は収集時間 0.2s の時 21% で、収集時間の増加に伴い減少し、収集時間 0.65s では 6% となる。これは集約フェーズにおいて中継ノードはより多くのデータ収集が可能となるが、転送フェーズにおいては中継ノードが集約データの転送にかかる時間が短くなるために AP で収容可能な中継ノード数が減少するためである。

以上より、重複集約方式においてはデータ転送周期 1s において、収集時間 0.5s, 中継ノード数 10% と設定する時が最適で、フレーム受信率が 49% となり、単一集約方式と比べて約 30% 向上する。

## 6 まとめ

重複集約/中継方式の有効性を検討し、適切な設定方式を調査した。その結果、直接通信に対して間接収容は効果的であり、重複集約/中継方式の宛先数、中継ノード数、収集時間を適切に設定することで、単一集約/中継方式以上の性能となることを明らかにした。

## 研究業績

照屋 惇一, 川原 憲治, “無線網を用いた微細・大量データ収集における重複データ集約/中継方式”, 電子情報通信学会 NS/IN 研究会 2017 年 3 月発表予定