

M-014

WSNにおける時空間性を考慮した効率的データ交換ための一調査

A Measurement for Efficient Data Exchanging Method On WSN Considering Spatiotemporal Pattern

近藤 亮磨†

Ryoma Kondo

岩井 将行†

Masayuki Iwai

1. 序論

広範囲かつ多様なネットワーク環境の整備やモバイル端末の普及により、様々なセンサを用いてセンサネットワークを構築することで、環境情報を情報空間で共有し活用するユビキタスコンピューティングが広く世間で活用されるようになった。また近年では、センサが搭載されたスマートフォンの普及によりユーザ参加型センシング等の移動型センサノードと固定型センサノードが混在するセンサネットワークが着目されている[1]。しかし、それらのネットワークにおける全センサノードが携帯無線通信を用いてサーバに情報を収集するタイプの広域センシングでは情報の集約は容易であるが、リアルタイムに情報を取得するためには通信コスト等が膨大になる問題がある。また無線 LAN ネットワークを用いる場合は、帯域圧迫の問題や法的制限により屋外利用できない問題がある。また一方、田中らは ZigBee を用いて施設園芸環境の可視化・制御システムの提案を行っており、ZigBee を用いたセンサネットワークは農業等の幅広い分野で近年注目を浴びている[2]。河川や土砂等の災害への防災利用を考えた場合、信頼性を持ったリアルタイム通信が重要となる。そこで、本研究では屋外でも使用可能かつ低消費電力、アプリケーション層まで標準化されている ZigBee を用いて環境情報を共有するセンサネットワークプログラムを Java 及び Arduino を用いて作成し、センサデータを共有するための時空間性を考慮し重要度に応じた効率的なデータ交換に向けた予備的な実験を行う。この際、屋外利用を想定するため天候等が変動することを考慮する必要がある。具体的に、第一に、Arduino と XBee デバイスを用いてパケットの損失及び遅延に関する予備的な実験を行う。第二に、代表的な環境情報の1つの気体情報を取得するために Arduino にメタンガスセンサを取り付け、簡易に計測し効率的データ交換のための予備調査とする。

2. 計測実験機材

使用した機材を図1に示す。本研究では、センサ制御及びパケット生成を行うボードとして Arduino UNO、送受信のために XBee Pro S2B 用いる。また、低濃度でのセンサ出力が大きく、高感度であり、メンテナンスが用意という特徴を持つ半導体型のメタンガスセンサ MQ-4 を使用する。

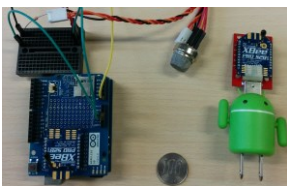


図1. 作成したボード及び XBee (S2B)

† 東京電機大学情報メディア学科, Tokyo Denki University, Department of Information Systems and Multi-media Design

2.1. XBee

XBee には、大まかに分類してシリアル通信を無線化した簡易的な AT モードと、より高度なルーティングを行うことが可能な API モードの2種類が存在する。またネットワークを構成する要素は、表1のいずれかの役割を持つ。

表1. XBeeのデバイス種別

コーディネータ	ネットワークに1つの親機
ルータ	ルーティング機能を持つ子機
エンドデバイス	省電力子機

2.2. 計測実験機材のハードウェア仕様

本研究に関連する Arduino UNO のハードウェア仕様項目を表2に、MQ-4 の仕様を表3及び図2に示す。

表2. Arduino UNO 主な仕様

プロセッサ	ATmega328
動作電圧 (入力電源範囲)	5V (7~12V)
クロック周波数	16Mhz

表3. MQ-4 主な仕様

主な検出対象ガス	CH ₄ , LPG, H ₂ , CO, Alcohol
検出範囲	20~10,000ppm
出力	抵抗値

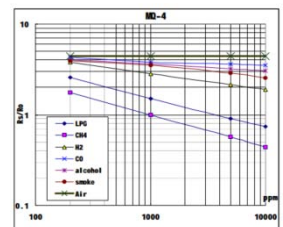


図2. MQ-4 センサ感度[1]

3. パケット送信実験

本章では、本研究において行ったパケットの損失及び遅延に関する予備的な実験について述べる。

3.1. 実験構成

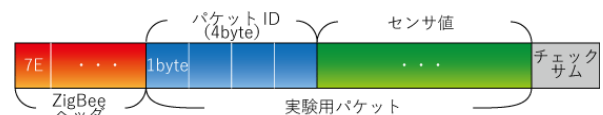


図3. パケット概要

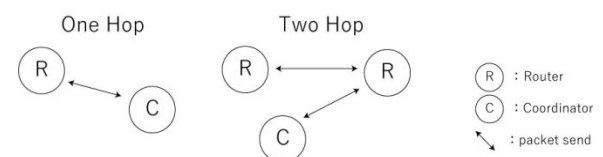


図4. ネットワーク構成

Arduino で生成したパケットを 500ms ごとに十分に離れた受信役の XBee に送信しパケット遅延及び損失を計測し CSV ファイルに書き出す。計測される値を表 4 に示す。パケットの概要、ネットワーク構成は図 3, 4 の通りである。

表 4. パケット送信実験の計測値

packetID	パケット固有の連続番号
Interval	パケット到着間隔
loss packet	パケットの損失
RSSI	電波強度
TIME	受信時刻

3.2. 実験手順

行った実験を表 5 に示す。実験番号 1 では、それぞれ見通しの良い屋外で {30, 60, 90, 120, 150}m の通信距離でパケット損失率を計測した。実験番号 2 は、それぞれの気候のなか 40m の通信距離で行った。実験番号 3 では、通信距離を屋内で 1 ホップでは 30m, 2 ホップは 60m として送信してから応答が返ってくるまでの時間を測定した。

表 5. 実験一覧

番号	実験概要
1	通信距離の違いによるパケット損失率の比較
2	晴天, 雨天時 (平均雨量 11mm/h) でのパケット損失率の比較
3	1 ホップ, 2 ホップでの応答時間の比較

3.3. 実験結果及び考察

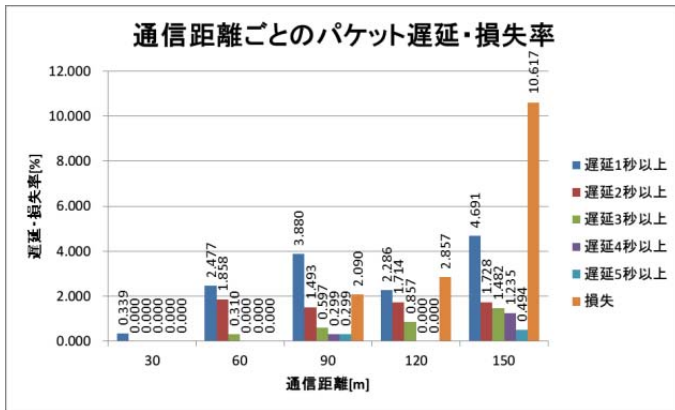


図 5. パケットの遅延・損失率の比較

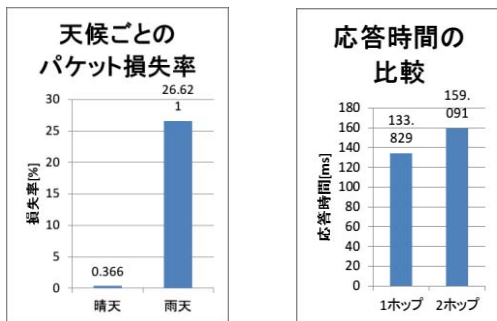


図 6. 天候ごとパケット損失の比較 (左) ホップ数ごとの平均応答時間の比較 (右)

実験番号 1 の結果を図 5 に、実験番号 2 及び 3 の結果を図 6 に示す。これらの図から距離、悪天候、ホップ数に応じてパケットの損失及び遅延が増加していることがわかる。各実験の際の電波強度を表 6 に示す。

表 6. 各実験での電波強度平均 [dBm]

	実験 1					実験 2	
	30m	60m	90m	120m	150m	晴	雨
RSSI	-68	-78	-83	-85	-86	-74	-86

4. メタンガス検出

本章では、メタンガス検出の簡易的な計測実験を行う。センサが十分に温まった事を確認したのち、ライターを点火せずにメタンガスセンサ部に近づけてスイッチを押下し、メタンガスを発生させて、それを検出し濃度を記録する。

4.1. メタンガス濃度導出式

$$(\text{メタンガス濃度}) = 1000 \times \left(\frac{R_s}{R_0} \right)^{\frac{1}{-\log_{10}\left(\frac{1}{0.44}\right)}} \text{ [ppm]}$$

R_s : センサの可変抵抗値

R_0 : メタンガス濃度が 1000ppm 時の抵抗値

4.2. メタンガス検出結果

単位時間ごとのメタンガス濃度の検出結果を図 7 に示す。

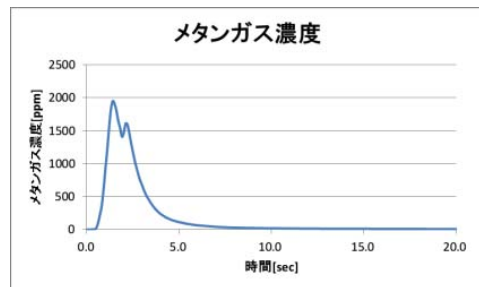


図 7. メタンガス検出結果

5. 結論

無線センサネットワークでは、距離、天候、ホップ数により遅延及びパケットロスが増加することを確認した。また簡易実験より気体情報は拡散することから、リアルタイム性が重要であると考えられる。今後は、これらから指数分布近似による通信に必要な信頼区間モデルを提案したい。

謝辞

本研究は H26 科研費若手研究(A)(代表者:岩井将行, 課題番号:25700007) の一部により行われている。

参考文献

[1] “Tracking Trash”, Santi Phithakkitnukoon, Malima I. Wolf, Dietmar Offenhuber, David Lee, Assaf Biderman, Carlo Ratti, IEEE Pervasive Computing Vol. 12 No. 2 Pg. 38-48, 2013
 [2] “観測データの空間補間を利用した施設園芸環境の可視化・制御システムの提案”, 田中剛, 鈴木誠二, 土井千章, 太田賢, 稲村浩, 水野忠則, 峰野博史, 2012.07, DICOMO2012, pp.2129-2136
 [3] “TECHNICAL DATA MQ-4 GAS SENSOR”, HANWEI ELECTRONICS, <http://www.pololu.com/file/0J311/MQ4.pdf>