

## IoT センサネットワークにおける振る舞い分析の実験

中濱 広夢<sup>†</sup> 福岡 宏一<sup>†</sup> 寺島 美昭<sup>†</sup>

創価大学 理工学部

## 1. はじめに

IoT家電などの屋内のIoTシステムをはじめとした無線ネットワークが、生活基盤に深く関わる場面で利用されるようになってきている。この際、設定ミスによって起こる個人情報漏洩などソフトウェア上の問題や、外部からの不正アクセス、誤接続等のリスクは利用者が気づきにくいという問題があり、安全対策が必要である。

本研究では、この対策として、屋内のIoTを対象にした無線ネットワークの信頼性の確保を目的として、実機実験によってIoTセンサネットワークにおける振る舞い分析をした。

ネットワークの振る舞い分析における課題として、以下の2点が挙げられる。

【課題1】情報の識別と解析手順

【課題2】信頼性の確保手段

## 2. 研究背景

近年、ペースメーカーなどの医療機器や家電を用いたIoTシステムの急激な普及から、位置情報や個人情報などの重要な情報が流れることが想定される。医療機器や家電といった、屋内で利用されるようなIoTでは、専用サーバに依存せず機器同士が、対等な立場で直接通信するP2P通信の形態が用いられる可能性が高く、セキュリティ対策が喫緊の課題である。

## 3. 関連研究

関連研究として、ネットワーク異常の検知のためにネットワーク内の無線端末におけるデータ送信量を解析して、ネットワークの動作状況を推定する動作推定方式の提案がシミュレーションを用いて行われている[1]。

本研究は、関連研究と比較して、屋内のIoTシステムの実際の運用を想定してZigBeeネットワークを用いた実機実験による検証を行っている。

## 4. 提案

本研究では、通信を行なっている端末自身にデータ送信量(Log)を記録する機能を備え、屋内のIoTシステムを対象に無線ネットワークの通信状況を解析することでリスクの検知をする。通信状況の解析には、無線端末のデータ送信量解析を用いる。これにより信頼性の向上が見込める。

実験構成は、センサとPC間の定期的なデータ送受信を端末自身が記録し、管理者はデータ送信量解析を用いて通信状況の監視を行なう場面を想定したものである。データ送信量解析の実験構成は図1に示す。

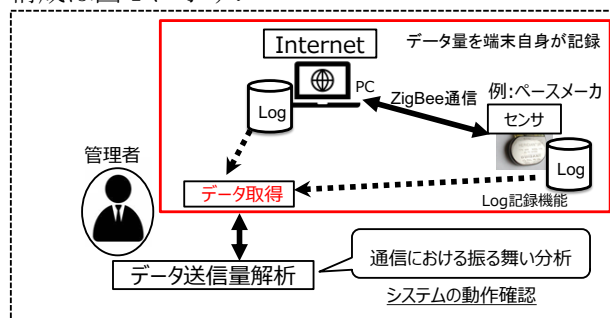


図1 データ送信量解析の実験構成

1章で述べた課題に対する解決策として以下の2点のケースがある。

【ケース1】受信側が受信したパケットと送信側が受信するAckでは双方の受信タイミングはほぼ同時であると考えられるため、一定時間での受信側の受信パケットと送信側のAckでは高い相関が出ると考えられる。送信と受信の相関を取りデータの送受信が行われているかを確認する。

【ケース2】データ送信量解析によって、継続的に通信が行われていることとパケットロスなくデータ送信が行われているか確認できれば信頼性は確保されたと考えることができる。

## 4.1. 提案システムの構成

実験に用いる無線機として、2.4GHz帯の802.15.4を通信規格に持つZigBeeを用いる[2]。

ZigBeeは、メッシュ型に特化しており、コーディネータ、ルータ、エンドデバイスの3種類の役割があり、コーディネータとルータには、通信の中継機能がある。また、ファームウェアの変更やその他の情報の読み出しや書き込みはソフトウェアのX-CTUを用いて行なう。ZigBee規格の特徴を表1に示す。

実験には、ZigBee2台を用い、送信側をコーディネータ、受信側をルータに設定して実験環境の構築をした。

表 1 ZigBee 規格の特徴

項目	仕様
規格	IEEE802.15.4
伝送速度	250kbps
周波数帯域	2.4GHz
通信距離	30m~100m
接続遅延時間	30ms
接続端末数	64000
通信時消費電力	60mW

ZigBee のメッシュルーティングは経路制御方式にAODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector)を採用している. そのため, 本実験では, ルーティングプロトコルを, リアクティブ型に限定した振る舞い分析の実験を行う.

#### 4.2. 提案システムの詳細

送信側の X-CTU で送信する API フレームの作成を行い, 指定した相手の宛先アドレスに送信すると受信側の X-CTU にログデータが表示される. この際, X-CTU のログ保存機能によってログファイルとして保存されるため, データパケットの取得を行い, API フレームの中からフレームデータの長さのみを抽出して解析を行う. その手順を図 2 に示す.

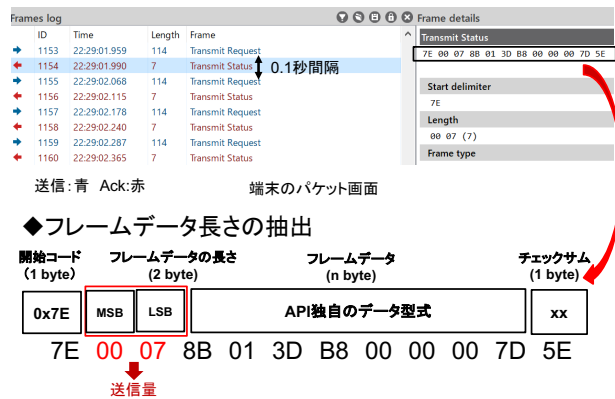


図 2 データ量の解析手順

#### 5. 実験

ペースメーカーなどのセンサを用いた IoT システムをモデル化して, 通信における振る舞いの分析を実験によって検証する.

実験は, 図 3 のように屋内の廊下に送信側と受信側で ZigBee 2 台を用いて行なった. 廊下の距離は仕様上の通信距離範囲内である 30m にして, 送信データ量を 5byte と 100byte で 2 種類に分けた. 送信間隔は 0.1 秒に設定し, 計測は 60 秒間行なった.

その後, 計測時間のデータ受信パケットを 1 秒毎に累積して総和を算出し, 送信端末に対する受信端末の相関係数を計算する.



図 3 実験モデル

#### 6. 実験結果

結果として, 送信データ量が 5bytes の場合, 送信側が受信した Ack パケットと受信側のパケットの相関は 79.6%であることが確認できた. それぞれのフレーム長を 1 秒毎に累積してグラフ化すると図 4 のようになった. 同様に送信データ量を 100bytes に設定して実験した場合, 相関は 77.2%となり, どちらも高い相関があることが確認された.

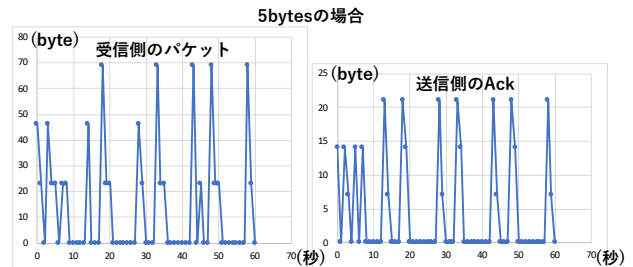


図 4 データ量グラフの相関

#### 7. 評価と考察

ZigBee ネットワークにおける実機実験結果は, 何割かのパケットロスが見られたが, データ量解析による振る舞い分析により高い相関があった. また, データ送信量を大幅に増加した場合にも一定の相関を確認することができた.

#### 8. おわりに

本稿では, 端末自身にデータ送信量を記録する機能の開発と屋内の IoT を対象とした振る舞い分析の実機実験を ZigBee ネットワークで行なった. 分析により, 一定時間内での継続的な通信を確認し, 高い相関があった. その結果から, 信頼性を確保するために必要な手段としてケース 1 が有効である.

今後は多数の条件で実験を重ね, さらなる信頼性向上に取り組む.

#### 参考文献

[1]福岡宏一 他: "データ送信量解析を用いたアドホックネットワーク動作推定方式の評価"情報処理学会論文誌 5W-03 (2019): 3-157. 3-158  
 [2][Online]SkyleyNetworks, <http://www.skyley.com/wiki/index.php/> (最終閲覧日 2020 年 1 月 10 日)