

## 大規模開放型無線センサネットワークにおけるセンサノード管理方式の一考察

金谷拓哉<sup>†</sup> 山口耕平<sup>‡</sup> 安達直世<sup>†</sup> 滝沢泰久<sup>†</sup>関西大学 環境都市工学部<sup>†</sup> 株式会社 神戸デジタル・ラボ<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

あらゆるものをネットワークに繋げて物理的な情報からリアルワールドなサービスを提供する Internet of Things<sup>1)</sup>が注目されている。このようなサービスでは大規模な無線センサネットワークが構成されることが予想される。この無線センサネットワークは、各種センサを搭載した無線センサノードにより構成され、これを利用したサービスとして、構造ヘルスマモニタリングや環境モニタリングシステム等が考えられている。これらのサービスを行う上で、センシングデータの取得やセンサノードの状態把握といったセンサノードの管理は重要な要件となってくる。しかし、標準的な手法はいまだ確立されていない。

無線センサネットワークにおいて普及が見込まれる無線規格として ZigBee がある。ZigBee プロトコルを管理する ZigBee Alliance は、ネットワーク層にオープンな IP(IPv6)を採用した ZigBeeIP を策定した。このことから、今後、ZigBeeIP により無線センサネットワークは IPv6 に基づいた開放型ネットワークとなると想定される。

一方、IP ネットワークではネットワーク上の機器を監視・制御するためのプロトコルとして SNMP<sup>2)</sup>が広く普及している。

以上のことから、本稿では開放型ネットワークにおいてセンサノードを相互に共有利用することを想定し、多種多様であり、かつ圧倒的な数のセンサノード管理方式およびその方式の IP ネットワーク管理とのシームレスな融合可能性を ZigBeeIP と SNMP を用いて考察する。

## 2. SNMP

IP ネットワークにおいて、ルータやコンピュータ、端末など、ネットワークに接続された通信機器をネットワーク経由で監視・制御するためのプロトコルとして SNMP(Simple Network Management Protocol)<sup>2)</sup>が広く普及している。

A Study on Sensor Node Management for Open and Large-scale Wireless Sensor Networks.

<sup>†</sup>Takuya Kanatani <sup>‡</sup>Kohei Yamaguchi <sup>†</sup>Naotoshi Adachi  
<sup>†</sup>Yasuhisa Takizawa

<sup>†</sup> Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University <sup>‡</sup>Kobe Digital Labo, Inc.

SNMP はトランスポート層に UDP を使用するデータグラム指向であり、SNMP アプリケーションの実装はとても軽い。このことから処理能力や消費電力に制約の多い無線センサネットワークでの動作に適していると考えられる。しかし、無線センサネットワークへの適用には、アドホックネットワークへの対応や MAC 層以下のペイロードサイズが小さいことへの対応の課題がある。

## 3. ZigBeeIP

ZigBeeIP は、多様な無線センサネットワークを構成可能とするため、多種の機器やセンサノード間の相互接続性を確保し、さらにそれら無線センサネットワークを IP ネットワークとシームレスに接続可能とする。これにより多様なサービス創出を図る。トランスポート層、ネットワーク層、アダプテーション層を規定しており、アダプテーション層では IETF により策定されている 6LoWPAN(IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks)<sup>3), 4)</sup>を使用する(図 2)。既存の ZigBee プロトコルスタックは独自のプロトコルスタック(図 1)であった。

Application	ZDO
APS	
NWK	
MAC : IEEE802.15.4	
PHY : IEEE802.15.4	

図 1 ZigBeePRO プロトコルスタック

Application
Transport : (TCP, UDP)
Network : (ND <sup>5)</sup> , RPL <sup>6)</sup> , IPv6)
Adaptation : (6LoWPAN)
MAC : IEEE802.15.4
PHY : IEEE802.15.4

図 2 ZigBeeIP プロトコルスタック

今後、ZigBee ネットワークが IP ネットワークとの相互接続が可能となることで、多様な機器・センサノードの相互運用が進むことが考えられる。以上のことから、無線センサネットワークは開放型ネットワークとなり、管理対象となるセンサノード数は膨大で、かつその種類も多種多様となると予想される。

## 4. 想定ネットワークにおける管理方式

既存の無線センサネットワークはそのデータ

フォーマットは独自であり、非開放型ネットワークである。従って、その管理方式も非開放型である。

データフォーマットや形式、管理方式の標準化の動向としては、スマートグリッド向けのアプリケーションプロファイルとして SEP2.0<sup>3)</sup>や ECHONET Lite<sup>3)</sup>がある。いずれも ZigBeeIP を用いた開放型ネットワークである。しかし、ECHONET Lite はデータフォーマットや形式を規定しているが、ユーザのアクセス制御機能などの具体的な管理方式は定めていない(表 1)。また、いずれも SNMP の MIB のような管理情報構造については規定していない。大規模かつ開放型ネットワークにおいては、管理情報の相互運用ができない(表 1)と管理情報取得のためのトラフィックが増大し、ネットワーク規模の拡張が困難になる。

一方、SNMP version3 は、センサノードの相互共有利用を図る上で必須機能である、アクセス認証・権限管理・管理情報の相互運用について規定(表 1)している。

表 1 管理方式の比較

	アクセス認証	アクセス権限	管理情報の相互運用
SEP2.0	○	?	×
ECHONET Lite	○	×	×
SNMP	○	○	○

すなわち、SNMP は将来予想される大規模無線センサネットワークにおけるノード管理方式として、他の方式よりも有効性が高いと考える。

## 5. SNMP の ZigBeeIP への適用評価方針

### 5.1. 評価条件

ネットワークシミュレータとして QualNet を使用し、ZigBeeIP ネットワークを SNMP で管理する際の問題点を洗い出すことを目標として以下の評価項目による評価を行う。

- ・送信スループット(bps)(アプリケーション層)
- ・受信スループット(bps)(アプリケーション層)
- ・パケット到着率(%) (アプリケーション層)
- ・遅延時間(s)(ネットワーク層)

また、現在 QualNet には SNMP アプリケーションや ZigBeeIP の ND<sup>5)</sup>, RPL<sup>6)</sup>, 6LoWPAN がプロトコルとして用意されていない。そのため、本稿では ZigBee ネットワークに SNMP 相当のデータを 6LoWPAN を用いて送受信した時の状態を評価することを目標とし、簡易的な 6LoWPAN プロトコルのみの実装を行う。ルーティングプロトコルは AODV、アプリケーションは SNMP でのセンサノード管理を想定したトラフィックを CBR アプ

リケーションを用いて発生させることとする。簡易的な 6LoWPAN を QualNet 上に実装することで図 4 のプロトコルスタックを実現させる。

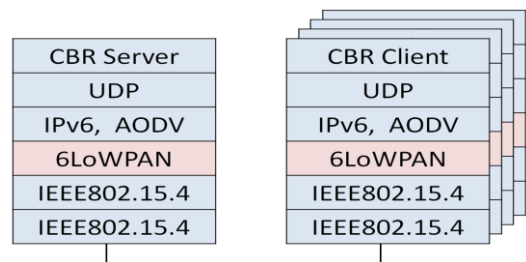


図 4 ノードのプロトコルスタック

以下の条件でシミュレーションシナリオを作成する。

- ・ノード数：10, 50, 100, 200, 500
- ・パケットサイズ：67 byte(SNMPv3 での最小メッセージサイズ)<sup>7)</sup>

### 5.2. 実装を行う 6LoWPAN の機能

- ・IP ヘッダの圧縮機能(送信処理)
- ・パケットの分割機能(送信処理)
- ・パケットの再構築機能(受信処理)
- ・IP ヘッダへの解凍機能(受信処理)

## 6. おわりに

本稿では ZigBeeIP を用いた大規模開放型無線センサネットワークを想定し、そのセンサノード管理方式として SNMP が優位であることとその評価方式について述べた。

今後は評価方式の実装を行った上で、シミュレーションを行い、SNMP の ZigBeeIP への適用検討を行う予定である。

## 参考文献

- 1) G. Kortuem, F. Kawsar, D. Fitton and V. Sundramoorthy: Smart objects as building blocks for the Internet of things, IEEE Internet Computing, Vol. 14, No. 1(2010).
- 2) 緒方亮, 矢野ミチル, 鈴木暢: マスタリング TCP/IP SNMP 編, オーム社(2005).
- 3) インターネットメディア総合研究所: 920MHz ZigBeeIP とスマートメータ 802.15.4g 標準 2012, 株式会社インプレス R&D(2012).
- 4) Transmission of IPv6 Packets over IEEE802.15.4 Networks, RFC4944.
- 5) Neighbor Discovery for IPv6, RFC2461.
- 6) IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks, RFC6550.
- 7) K. Feng, X. Huang, Z. Su: A NETWORK MANAGEMENT ARCHITECTURE FOR 6LoWPAN NETWORK, IEEE(2011).