

光ファイバ網監視システムにおける LwM2M を用いたデータ管理方式の実装

田中雄大^{†1} 國枝祐希^{†2} 鈴木秀和^{†3}

名城大学理工学部^{†1}

名城大学大学院理工学研究科^{†2}

名城大学情報工学部^{†3}

1 はじめに

街中に敷設されている光回線の分岐点に設置される光クロージャ内に IoT デバイス (以降, エンドノード) を組み込むことにより, 光ケーブルに流れる信号強度から障害箇所を把握できる光ファイバ網監視システムが提案されている [1]. エンドノードはセンシングした情報を Private LoRa 通信により, LoRa ゲートウェイ (以降, LoRa GW) を経由してクラウドへ送信している.

一般的に Private LoRa では 1 メッセージ当たりの送信データサイズが限定されているため, 独自のバイナリ形式でメッセージを定義する. また, クラウドにおけるデータ管理方法もシステム毎に独自に定義することが一般的である. 一方, 光ファイバ網監視システムにおけるエンドノードでは, 光クロージャ内の温度や湿度, クロージャの開閉を検知するための照度センサなど, 複数のデータをセンシングしている. そのため, エンドノードの改修に伴ってセンサが増減すると, 従来のデータ管理方式では, メッセージフォーマットの変更や, エンドノードだけでなくサーバのシステム改修も必要であった.

本稿では IoT デバイスの管理プロトコルである LwM2M (Light weight Machine to Machine) を光ファイバ網監視システムに実装し, 改善効果について検討する.

2 光ファイバ網監視システム

光ファイバ網監視システムはエンドノード, LoRa GW, サーバ (クラウド) の 3 種類で構成されている. 図 1 にシステム構成を示す. エンドノードは光ファイバ網に流れる監視用信号の光パワーを計測し, エンドノード内に設置されている各種センサの値と合わせてサーバまでデータを送信する. サーバは受信データから光パワーの値を参照し, 異常値だったらアラートを通知する.

図 2 に Private LoRa のメッセージペイロードを示す. 各種センシングデータを定義したメッセージフォーマットに従ってバイナリ形式で記載するため, 例えばシステム拡張に伴って新しいセンサーデータを追加する場合

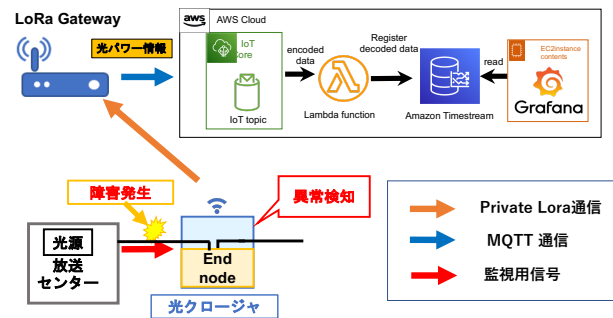


図 1 光ファイバ網監視システムの概要

Device ID	battery	flag	hum	illum	barom	light power	temp
4byte	4byte	2byte	3byte	3byte	3byte	4byte	4byte

図 2 メッセージペイロード

は, メッセージペイロードの変更をする必要がある. また, サーバもメッセージペイロードの変更毎にプログラムおよびデータベースを改修しなければならない.

3 提案方式

3.1 概要

提案方式では, 光ファイバ網監視システムに M2M 環境の要求を考慮して設計されたデバイス管理およびテレメトリープロトコルである LwM2M を導入する. これにより, エンドノードの改修に伴うメッセージフォーマットの変更やサーバプログラムの改修を削減する.

3.2 データ管理方法

図 3 に LwM2M でのデータ管理の概要を示す. 提案方式では各種センシングデータを LwM2M で提示されている Object として管理する. Object は “/ObjectID/ObjectInstanceID/ResourceID” の形式で表し, 各種センシングデータの種類毎に付与する. ObjectID はシステム毎に定義し, 他の ID と重複しない値とする. ObjectInstanceID はセンサデバイス毎に一意的な番号を動的に割り当てる. ResourceID はセンサの種類毎に一意的な番号を定義する.

LwM2M は Client/Server 型の通信を行うプロトコルで, LwM2M Client は通信を開始する際, LwM2M Server に Client が使用する Object を登録する. LwM2M Server は Client の登録を承認すると LwM2M Client と LwM2M Server の通信が開始する. LwM2M を用いたデータ管理ではデータ一つ一つに Object が付与されるため, LwM2M Server は LwM2M Client から Object とセ

Implementation of Data Management Scheme Using LwM2M in Optical Fiber Network Monitoring System

^{†1} Yudai Tanaka, Faculty of Science and Technology, Meijo University

^{†2} Yuki Kunieda, Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{†3} Hidekazu Suzuki, Faculty of Information Engineering, Meijo University

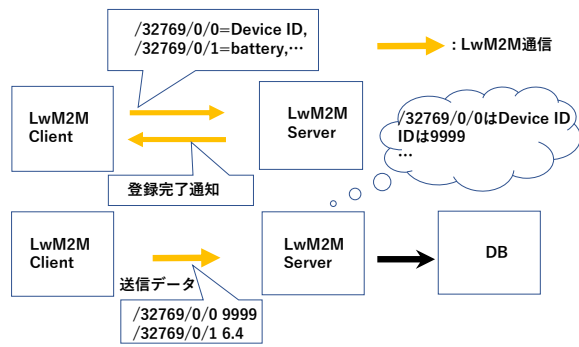


図3 データ管理方式

センサーデータが送信された場合 Object を参照する事で、どのセンサーデータが送信されてきたか理解できる。

そのため、システムの拡張で扱うデータが増える場合でもサーバのプログラムの改修を行う必要がなくなる。また、LwM2M Client からデータを送信する際、Object とセンサーデータを一つの LwM2M データとして送信するため、システム拡張に伴うメッセージペイロードの変更も必要なくなる。

3.3 実装パターン

エンドノードに LwM2M Client を実装できる場合、前述の処理をエンドノードに実装すればよいが、エンドノードのモジュールによっては LwM2M Client を実装できない場合がある。そのような場合は、LoRa GW に LwM2M Client を実装するパターンがある。エンドノードから従来通りのバイナリ形式のメッセージを受信した LoRa GW は、LwM2M のメッセージに変換した後、LwM2M Server と通信を行う。

4 実装

4.1 エンドノード

エンドノードは Arduino Nano Every と EASEL 社の LoRa モジュール ES920LR3 を用いて構成されている。このモジュール構成では Arduino で動作する LwM2M Client ソフトウェアが存在しなかったため、今回は LoRa GW に実装する方法を採用した。

4.2 LoRa GW

Raspberry Pi 3 に LoRa モジュール ES920LR3 を接続して、LoRa GW を構築した。Raspberry Pi で Node-RED を稼働させ、Node-RED 上に LwM2M Client 機能を実装した。また、エンドノードから受信したデータを LwM2M データに変更する処理も Node-RED 上で実装した。

LwM2M では標準で定義されている Object と、ユーザがカスタマイズできる Object が存在する。今回はカスタム Object を採用し、光ファイバ網監視システムの ObjectID を 32769 と定義し、温度や照度などのセンシングデータのほか、センサモジュールの異常を伝える情報を記録する各 ResourceID を 0~13 として定義した。

Instance 0	OBS	R	W	DELETE	
device id	/32769/0/0	OBS	R		9999
temperature	/32769/0/1	OBS	R		20.899999618530273
temperature state	/32769/0/2		R		false
humidity	/32769/0/3	OBS	R		27.0
humidity state	/32769/0/4	OBS	R		false
illuminance	/32769/0/5	OBS	R		46.0
illuminance state	/32769/0/6	OBS	R		false
atmospheric pressure	/32769/0/7	OBS	R		1018.2000122070312
atmospheric pressure state	/32769/0/8	OBS	R		false
light power	/32769/0/9	OBS	R		0.0
light power state	/32769/0/10	OBS	R		false
battery voltage	/32769/0/11	OBS	R		6.670000076293945
battery level	/32769/0/12	OBS	R		1.0
battery state	/32769/0/13	OBS	R		false

図4 LwM2M サーバの動作確認結果

表1 定性評価

	従来方式 [1]	提案方式
システム実装工数	×	○
システム開発コスト	×	○
システムの拡張容易性	×	○
実装の制限	なし	あり

4.3 LwM2M サーバ

LwM2M サーバとして、Java で実装されたオープンソースソフトウェアである Leshan を使用した。図4は LwM2M Server に LwM2M Client のセンシングデータが記録された結果を示すダッシュボード画面である。

5 評価

表1に従来手法と提案手法の比較結果を示す。文献 [1] ではシステム設計者が独自にメッセージフォーマット、データ管理方法やサーバシステムの構築を行う必要があるのに対して、提案方式では LwM2M に基づくデータ管理およびサーバ構築を行うことができるため、システムを導入するまでの期間を短縮することができる。これにより、システム導入コストを削減することに繋がる。また、LwM2M の採用によりセンシングデータ種類の増減が発生しても、提案方式はシステムの拡張が非常に容易であるため、システム導入後のシステム拡張の工数や人件費削減等につながると考えられる。

なお、提案方式では LwM2M の仕様準拠してデータを管理する必要があるため、従来方式に比べて実装の自由度は低下してしまう。

6 まとめ

本稿では光ファイバ網監視システムに LwM2M を導入しデータ管理の変更に伴うシステム改善の効果について検討した。LwM2M 導入前と比較して、システム構築とシステム拡張に関して従来よりも優位である事が確認できた。

参考文献

[1] 清水健吾, 鈴木秀和: 夏季における光ファイバ網監視システムの安全性評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2022-MBL-105, No. 24, pp. 1-8, 2022.