

TTC標準
Standard

JJ-300.30

橋梁モニタリング用
加速度センサの情報モデル
及び低消費電力無線通信における動作

An information model of acceleration sensor
for bridge infrastructure monitoring
and its operation in low-power wireless
communication

2017年5月25日制定

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目 次

1. はじめに.....	5
2. 参照文書.....	5
2.1. 規準参照文書.....	5
2.2. 非規準参照文書.....	5
3. 定義と略語.....	5
3.1. 定義.....	5
3.2. 略語.....	7
4. 本仕様の適合.....	7
5. 本標準の構成.....	7
6. 加速度センサの情報モデル.....	8
6.1. 情報モデルのテンプレート.....	8
6.2. 加速度センサの情報モデルの構成.....	10
6.3. デバイス.....	11
6.3.1. deviceAccelerationSensor（加速度センサ）.....	11
6.3.2. 加速度センサを構成するモジュール.....	12
6.4. モジュールクラス.....	13
6.4.1. Accelerometer（加速度計）.....	13
6.4.2. Timer（タイマ）.....	14
6.4.3. Trigger（トリガ）.....	14
6.4.4. Time（時刻）.....	15
6.4.5. Battery（バッテリー）.....	16
6.4.6. Initialization（初期化）.....	16
7. 動作仕様.....	16
7.1. 前提とするアーキテクチャ.....	16
7.2. コマンド.....	17
7.3. パラメータ.....	19
7.3.1. 時刻要求コマンドのパラメータ.....	19
7.3.2. 計測データ出力コマンドのパラメータ.....	19
7.3.3. 計測データコマンドのパラメータ.....	20
7.3.4. 計測データ終了コマンドのパラメータ.....	20
7.3.5. 地震アラームコマンドのパラメータ.....	21
7.3.6. 計測時刻設定コマンドのパラメータ.....	21
7.3.7. トリガ表示／トリガ設定コマンドのパラメータ.....	22
7.3.8. リソース管理番号.....	23

〈参考〉

1. 概要

本書は、橋梁モニタリングにおける加速度センサの情報モデルを定義した文書である。本情報モデルは、橋梁モニタリングにおいて IoT ゲートウェイや管理機器におけるアプリケーションが参照する情報を規定したもので、通信プロトコル等の下位レイヤは含まない。

2. 国際標準等との関連

本仕様書に関する国際勧告は無い。

3. 上記国際標準等との相違

本仕様書に関する国際勧告は無い。

4. 国際標準等に対する変更事項

なし。

5. 工業所有権

なし。

6. 改版の履歴

版数	改訂日	改版内容
1	2017年5月25日	制定

7. 標準作成部門

第1版 : IoT エリアネットワーク 専門委員会

1. はじめに

高度経済成長期に集中的に整備された橋梁をはじめとする社会インフラは老朽化が進みつつある。これらのインフラをさらに長期間活用してゆくためには適切なメンテナンスが重要である。インフラのメンテナンスは目視による定期点検が基本とされているが、維持管理コストの増加や、人材不足などの課題が指摘されている。一方、センサ等の機器を用いて定常的にインフラの健全状態を監視するインフラモニタリング技術の研究開発が行われている。センサの設置には初期投資が必要となるものの、インフラモニタリング技術の導入により、人材不足対策、長期的な維持管理コストの低減、さらには予防保全などにつながる可能性が期待されている。また、センサの設置には、データ伝送や電源供給のためのケーブル敷設コストや災害時の断線リスク等の課題もあるため、電池駆動の無線センサを低消費電力で長期間運用できるシステムが望ましいと考えられている。

本標準では、総務省「スマートなインフラ維持管理に向けた ICT 基盤の確立」における「広範囲型低消費電力無線通信技術」のフィールド実証実験で検証した橋梁モニタリングシステムにおける無線加速度センサの情報モデルを制定する。これにより、実証実験で得られた研究成果および知見の共有と、その普及推進を目的とする。

また、社会インフラモニタリングを IoT (Internet of Things) システムで実現することを想定し、本情報モデルは IoT プラットフォームの主要な国際標準の 1 つである oneM2M 仕様との親和性を考慮する。

本仕様における情報モデルは、インフラモニタリングシステムで利用する機器間のインタフェースで利用する情報の意味 (semantics) に着目した規定であり、各機器の実装方式や採用する通信技術に関しては規定しない。

2. 参照文書

2.1. 規準参照文書

- [1] oneM2M TS-0023-V2.0.0, Home Appliances Information Model and Mapping
- [2] Home Gateway Initiative Smart Device Template
<https://github.com/Homegateway/SmartDeviceTemplate/tree/7c890b69d9764e341ef1768c5a0e7d53a47cff5c>

2.2. 非規準参照文書

- [RFC 3444] A. Pras et al, "Request for comments 3444 (informational): On the Difference between Information Models and Data Models," Internet Engineering Task Force, January 2003.
- [TR-1066] TTC 技術レポート TR-1066 「橋梁モニタリングのための低消費電力無線通信方式のガイドライン」, 2017, 一般社団法人情報通信技術委員会.
- [oneM2M] <http://www.onem2m.org/>
- [Y.2060] ITU-T Y.2060 "Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models, Overview of the Internet of things," ITU-T, 2012.
- [TS-0011] oneM2M Technical Specification TS-0011 "Definitions and Acronyms," oneM2M, July 29, 2014.

3. 定義と略語

3.1. 定義

Coordinated Universal Time	協定世界時
Doc (Documentation)	情報モデルにおいて、特定のデバイスやサービスの情報を理解

するために、人間が読める様に記述する補足説明。[2]

Internet of Things	相互運用可能な情報通信技術に基づいて、物理的および仮想的な物を相互接続することで高度なサービスを実現する、情報社会のためのグローバルインフラストラクチャ。[Y.2060]
oneM2M	世界の主要地域標準化団体による共同プロジェクトで、多様なM2Mアプリケーションをサポートする共通のサービスレイヤの標準化を行なう。[oneM2M]
アーキテクチャスタイル	複数のアーキテクチャに共通する設計原則
アクション	情報モデルにおいて、当該デバイスが実行する操作/メソッドの任意のシーケンスを示す。[2]
イベント	情報モデルにおいて、ポーリングではなく情報をプッシュする自動化プロトコルを示す。[2]
エリアネットワーク	oneM2Mにおいて、ゲートウェイ、センサ、アクチュエータ等の間で最小限のデータ通信サービスを提供する基盤ネットワークの一形態 [TS-0011]
サブデバイス	情報モデルにおいて、サブデバイスはデバイスのオプションコンポーネントで、あるデバイス内の物理的なサブデバイスとサービスを表す。[2]
センサユニット	センサと無線通信機能を備え、電池により駆動される端末装置 [TR-1066]
センタサーバ	ローカル管理設備を経由して受信したセンサユニットからの情報を蓄積、分析し、当該橋梁の状態を把握するシステム。
データポイント	情報モデルにおいて、当該デバイスが持つ変数を示す。読み書き可能な変数を表し、デバイスの情報モデルの一部を形成する。[2]
デバイス	情報モデルにおいて、モデル化の対象となる基本的な物を示す。デバイスを階層化してモデリングするためにサブデバイスを定義する事も出来る。[2]
情報モデル	IETF RFC3444 における Information Model を示す[RFC 3444]。本書ではさらに oneM2M における Abstract Information Model に対応させ、複数のデバイスに関する情報から抽象化された共通機能を情報モデルと呼ぶ[TS-0011]。
ドメイン	情報モデルにおいて、異なる技術および/または業界セグメントに対して異なる SDT テンプレートのラベル付けを可能にする[2]
プロパティ	情報モデルにおいて、デバイスとその ModuleClass に任意の追加情報を付加するために用いる。[2]
モジュール	情報モデルにおいて、ドメイン内のデバイスの機能をモデル化する方法の制約やテンプレートを示す。[2]
モジュールクラス	情報モデルにおいて、ドメインレベルで定義される個々の機能(サービス)を記述する。ドメイン内で再利用することが推奨される。[2]
ローカル管理設備	橋梁内に設置され、当該橋梁内のセンサユニットからの情報を収集するとともに、各センサユニットの状態を監視する機能を持つ。インターネットとの接続機能を持ち、センサユニットから収集した情報をインターネットを経由してデータセンタに送

信する設備。[TR-1066]

加速度センサ	センサユニットの一種で加速度センサを備えた端末装置
起動モード	加速度センサが、センサデータの計測を行なう状態
待機モード	加速度センサが、必要最低限の動作のみを行い消費電力を抑制する状態

3.2. 略語

IoT	Internet of Things
M2M	Machine to Machine
RES	Response
SDT	SmartHome Device Template
UTC	Coordinated Universal Time

4. 本仕様の適合

本仕様では、実装必須項目と実装推奨項目、オプション実装項目を、以下のように定義する。

- 実装必須：
本仕様を実装する場合、本仕様の適合性のために必ず必要とされる項目。「しなければならない」は、実装必須項目で用いられる。
- 実装推奨：
本仕様を実装する場合、本仕様の適合性のために必ずしも必要とはされないが、実装することで性能面等が向上する項目。「望ましい」は、推奨項目で用いられる。
- オプション実装：
本仕様を実装する場合、本仕様の適合性のために必要とはされない項目。「することも可能」は、オプション実装項目で用いられる。

5. 本標準の構成

本標準では、橋梁モニタリングシステムでの利用を想定した加速度センサの動作に関連する情報の要件、関係性、規則、操作などを記述する。このようなモデルの規定は、大規模でネットワーク化された IoT システムにおいて動作の一貫性を保つための基本的な要素として利用される。モデルの記述には、モデリング手法、仕様記述言語などを用いる。

本標準では、TTC 技術レポート TR-1066 「橋梁モニタリングのための低消費電力無線通信方式のガイドライン」[TR-1066]で紹介した橋梁モニタリングシステムのフィールド実証実験を通して検証した加速度センサの情報モデルを規定する。

本標準は、システム実装技術などに依存しない共通的なデータの意味(semantics)を記述した「情報モデル」と、これをアプリケーション間の処理に対応付けた「動作仕様」で構成する。本標準における情報モデルはオブジェクト指向モデリング手法を用い、仕様記述には oneM2M が制定したスマートホーム向けの情報モデルである oneM2M TS-0023 Home Appliances Information Model and Mapping [1]が採用した SDT (Smart Device Template) [2]に準拠するものとする。また、動作仕様では、情報モデルを用いてセンサユニットとローカル管理設備間の処理を記述する。

本標準では、橋梁モニタリング向け振動センサの情報モデルを第 6 章に規定し、センサユニットとローカ

ル管理設備間に適用する動作仕様を第7章に規定する。

6. 加速度センサの情報モデル

本章では、加速度センサの情報モデルを規定する。

情報モデルは、データの用途や通信方式、システム実装技術などに依存しない共通的なデータの意味 (semantics) を記述したものである。図1に、情報モデルの利用イメージを示した。図では、A、Bの二つの橋梁に、それぞれ橋梁全体の振動をモニタリングするシステムが異なる技術を用いて構築されているものとする。システムの構成要素は、TTC 技術レポート TR-1066 「橋梁モニタリングのための低消費電力無線通信方式のガイドライン」 [TR-1066] に基づくセンサユニット、およびローカル管理設備とする。二つの橋梁 A、B はセンサユニットの実装方式やエリアネットワークの伝送方式が異なるが、両システムが本書で規定する情報モデルに基づいて設計された場合、ローカル管理設備の上位の管理アプリケーションの設計者は、エリアネットワークの伝送方式や実装の差異に左右されず、収集したデータを統一して扱う事ができる。

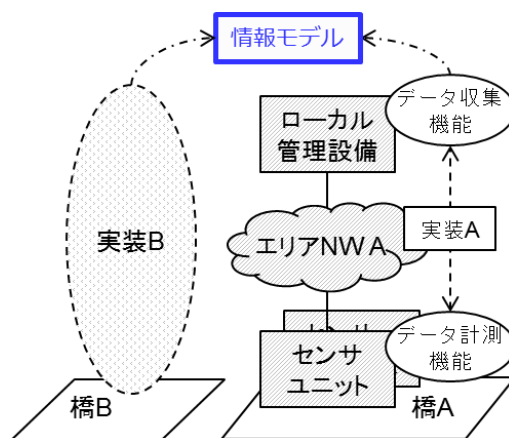


図1. 情報モデルの利用イメージ

本標準では、TR-1066における加速度センサユニットに関する情報モデルを規定する。

6.1. 情報モデルのテンプレート

本節では情報モデルを oneM2M TS-0023[1]のSDT (スマートデバイステンプレート) に基づいて記述する。SDT は、接続されたデバイスの機能、動作などをモデル化するために使用する定型の枠組みで、標準化されたフォーマットを使用して、あらゆるタイプの接続デバイスを記述する事を目的としたものである。SDTの主な目的は、接続されたデバイスと対話するアプリケーションに対して、均一に構造化されたAPIの使用を可能にし、デバイス固有の技術を隠蔽することである。[2]

図2にSDTテンプレートの構成を示す。

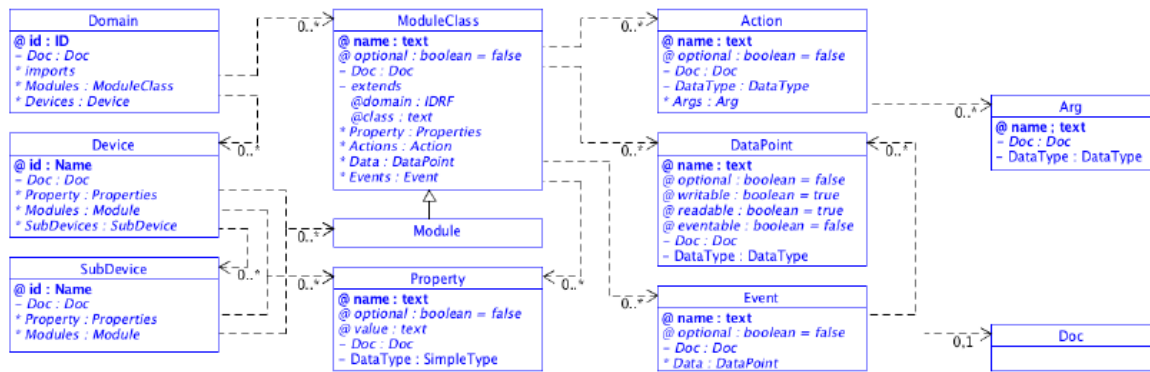


図 2. oneM2M の SDT テンプレート (oneM2M TS-0023)

SDT テンプレートは、oneM2M TS-0023[1]に従い、以下の要素で構成するものとする。

- (1) ドメイン (Domain)
 - ネームスペースを示し、規定するモジュールやデバイスを一意に参照できる
 - テクノロジーやセグメントの異なる SDT テンプレートへのラベル付けが出来る
 - これにより、異なる詳細構造を持つ複数のテンプレートが利用できる
- (2) デバイス (Device)
 - モデル化するセンサ、アクチュエータなどの基本的な実体を示す
 - Sub Device を定義して階層化することが出来る
 - 0 または複数の Sub Device および Module と Property で構成される
- (3) サブデバイス (Sub Device)
 - Device に組み込まれた、個別の機能を持った実体を示す
 - Sub Device を追加することで Device の機能を変化させる場合などに用いる
 - Sub Device は 0 または複数の Module と Property で構成される
- (4) モジュールクラス (Module Class)
 - 一つのサービスを示す
 - 複数の Device 間で再利用ができる
 - 0 または複数の Action、DataPoint、Event、Property から構成される
- (5) モジュール (Module)
 - Module Class から生成するサブクラスである
 - Device または Sub Device に特有のサービスを表す
 - Device または Sub Device に包含される
- (6) アクション (Action)
 - Device のオペレーションを表す
 - Module に包含される
- (7) データポイント (DataPoint)
 - Device が持つ機能の 1 つの態様を表す
 - ステートレスなオペレーション (読み、書き、または両方) が可能である
 - Module に包含される
- (8) イベント (Events)
 - Device に特定の事象が発生した時にそれを公開する

- Module に包含される
- (9) プロパティ (Property)
- Device または Module に任意の追加情報を付加するために用いる
 - Device または Module の機能に直接関係しない情報を示す (ベンダ名、シリアル番号等)
 - Device または Module に包含される
- (10) ドキュメンテーション (Doc)
- 補足説明を記載する
 - Device や Module の機能には影響しない
 - 全ての構成要素に含まれる

6.2. 加速度センサの情報モデルの構成

本標準で規定する加速度センサの情報モデルは、TTC 技術レポート TR-1066「橋梁モニタリングのための低消費電力無線通信方式のガイドライン」[TR-1066]で紹介した橋梁モニタリングシステムにおける「センサユニット」をアプリケーションで取り扱う際に必要となる情報の要件、関係性、制約、規則、操作などを SDT に従って記述するものである。

本標準では、情報モデルの対象とするドメインを「橋梁モニタリング」とし、そこで定義するデバイスを「加速度センサ」とし、これに関わるモジュールクラスを規定する。SDT に対応した加速度センサの構成を図 3 に示した。加速度センサは、計測データ、計測時刻、計測トリガ、地震トリガ、装置時刻、バッテリー、初期化の各モジュールで構成する。これらのモジュールは、それぞれ対応するモジュールクラス(6.4 節参照)から加速度センサへの適用のために継承したものである。計測トリガと地震トリガについては、同一のトリガクラスから継承している事を示す。

次項以降に、デバイスとモジュールクラスを SDT テンプレートに従って規定する。

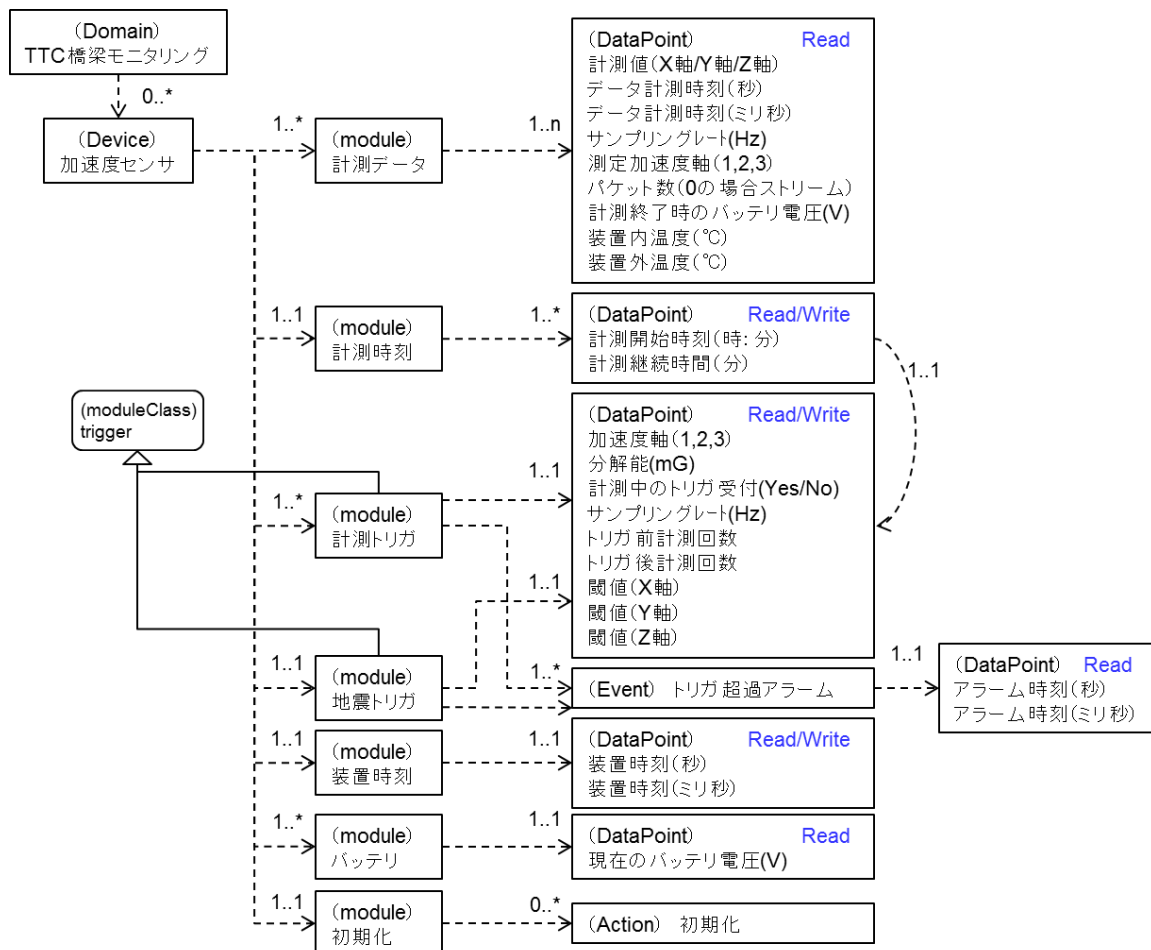


図 3. 加速度センサ情報モデルの構造

6.3. デバイス

6.3.1. deviceAccelerationSensor (加速度センサ)

本標準における deviceAccelerationSensor (以下加速度センサ) は、表 1 の Module で構成しなければならない。表 1 における Module は、6.4 節に規定する Module Class のインスタンスで、加速度センサの機能を構成する。同一の Module Class から複数の異なる Module を定義することが出来る。例えば計測トリガ (measurementTrigger) と地震トリガ (earthquakeTrigger) はいずれもトリガ (Trigger) モジュールクラスのサブクラスだが、加速度センサにおいてはそれぞれ異なるトリガ条件を提供するために用いる (トリガについては 6.4.3 参照)。

また、加速度センサは、加速度データの計測を行う「起動モード」と、必要最低限の動作のみを行い消費電力を抑制する「待機モード」を持たなければならない。

加速度センサにおける Module の仕様を 6.3.2 節に示す。

表 1. 加速度センサ情報モデルの構成

Name	Module	Module Class	Optional *1	参照	Doc
deviceAcceleration Sensor (加速度センサ)	measuredData (計測データ)	Accelerometer (加速度計)	M	6.4.1	加速度センサの計測値と、計測時の条件を示す 05, 06
	measurementTime (計測時刻)	Timer (タイマ)	M	6.4.2	起動モードの開始時刻と継続時間を示す 41
	measurementTrigger (計測トリガ)	Trigger (トリガ)	M	6.4.3	起動モードにおける振動の計測条件を示す 60, 61
	earthquakeTrigger (地震トリガ)	Trigger (トリガ)	M	6.4.3	待機モードにおける地震振動の検出条件を示す 09
	deviceTime (デバイス時刻)	Time (時刻)	M	6.4.4	加速度センサの現在時刻を示す 03
	Battery (バッテリー)	Battery (バッテリー)	M	6.4.5	加速度センサのバッテリー残量を示す 07
	Initialization (初期化)	Initialization (初期化)	M	6.4.6	加速度センサの設定値を初期値に戻す 40

6.3.2. 加速度センサを構成するモジュール

本節では、表 1 における加速度センサデバイスが持つモジュールの機能を解説する。

(1) measuredData (計測データ)

計測データモジュールは、Accelerometer (加速度計) モジュールクラス(6.4.1 節)のサブクラスで、加速度センサが計測する加速度データの 1 回の計測値と、計測時の条件を示す。計測時の条件は、加速度計モジュールクラス(6.4.1 節)で規定する。加速度センサは、1 以上の計測データモジュールを持たなければならない。

(2) measurementTime (計測時刻)

計測時刻モジュールは、Timer (タイマ) モジュールクラス(6.4.2 節)のサブクラスで、加速度センサにおける起動モードの開始時刻 (時 : 分) と、起動モードの継続時間 (分) を示す。加速度センサは、計測時刻モジュールで指定された時間帯は起動モードで動作し、これ以外の時間帯は待機モードで動作しなければならない。例えば、毎日 10 : 00 から 30 分間起動モードで動作すると言った設定を行う。加速度センサは 1 つの計測時刻モジュールを持たなければならない。

起動モード中に加速度センサが計測データを生成する契機は、計測トリガモジュール (次項) で指定しなければならない。また、計測時刻モジュールと計測トリガモジュールを 1 対 1 で関連付けなければならない。

さらに、加速度センサは複数の計測時刻モジュールを設定することも可能である。この場合、例えば 1 日

¹ M: Mandatory (必須項目)、O: Option (オプション項目)

のうち 10 : 00 から 30 分と 17 : 00 から 30 分の 2 回の起動モードを設定することが可能となる。

(3) measurementTrigger (計測トリガ)

計測トリガモジュールは、Trigger (トリガ) モジュールクラス(6.4.3 節)のサブクラスで、起動モードにおける加速度データの計測条件を示す。加速度センサは、起動モード中に、計測トリガモジュールで指定されたしきい値を超過した場合に、計測トリガモジュールで指定された計測条件に従って加速度データの計測を行ない、計測データを生成しなければならない。トリガ条件は、トリガモジュールクラス(6.4.3 節)で規定する。加速度センサは 1 つの計測トリガモジュールを持たなければならない。

加速度センサが複数の計測時刻を設定する場合は、計測時刻毎に異なる計測トリガの計測条件を設定する事も可能である。この場合は、計測時刻モジュールと計測トリガモジュールを関連付けなくてはならない。

さらに、しきい値を超過した場合に、加速度データの計測に先立ち、アラーム (表 5) を生成する事も可能である。

(4) earthquakeTrigger (地震トリガ)

地震トリガモジュールは、Trigger (トリガ) モジュールクラス(6.4.3 節参照)のインスタンスで、待機モードにおける振動の計測条件を示す。加速度センサは、待機モード中に地震トリガモジュールで指定されたしきい値の超過を検出した場合、アラームを生成しなければならない。また、アラーム生成と同時に、地震トリガモジュールで指定された計測条件に従って加速度データの計測を行ない、計測データを生成しなければならない。トリガ条件は、トリガモジュールクラス(6.4.3 節)で規定する。

(5) deviceTime (デバイス時刻)

デバイス時刻モジュールは、Time (時刻) モジュールクラス(6.4.4 節)のサブクラスで、現在時刻を示す。加速度センサは、必要時に現在時刻を要求し設定しなければならない。加速度センサは 1 つの計測時刻モジュールを持たなければならない。

(6) battery (バッテリー)

バッテリーモジュールは、Battery (バッテリー) モジュールクラス(6.4.5 節)のサブクラスで、加速度センサのバッテリー残量を示す。加速度センサは 1 つのバッテリーモジュールを持たなければならない。

(7) initialization (初期化)

初期化モジュールは、Initialization (初期化) モジュールクラス(6.4.6 節)のサブクラスで、加速度センサの設定を初期値に戻すアクションを示す。加速度センサは 1 つの初期化モジュールを持たなければならない。

6.4. モジュールクラス

本節では、表 1 で使用する Module Class の仕様を規定する。

6.4.1. Accelerometer(加速度計)

Accelerometer (加速度計) は、加速度センサの計測値と、その計測値に関連付けられた計測時刻、サンプリングレート、多軸加速度センサの軸数、レンジ、データ数、計測終了時のバッテリー電圧、センサユニット内

外の温度を表す。表 2 に Acceleration Sensor モジュールクラスの DataPoint を示す。

表 2. Acceleration Sensor モジュールクラスの DataPoint

Name	Type	Read/write	Optional	Doc
measuerdDataX	signed short Int	Read	M	計測値(X 軸)
measuerdDataY	signed short Int	Read	M	計測値(Y 軸)
measuerdDataZ	signed short Int	Read	M	計測値(Z 軸)
currentTime	unsigned long Int	Read	M	計測時刻 UTC 時刻(1970 年 1 月 1 日 00:00:00 からの経過秒数)(秒)
currentTimeInMs	unsigned short Int	Read	M	計測時刻の UTC 時刻の 1 秒以下の 値(0-999)(ミリ秒)
samplingRate	unsigned short Int	Read/Write	M	サンプリングレート(Hz)
Range	unsigned short Int	Read/Write	M	計測分解能(mG)
measuerdAxes	unsigned char int	Read/Write	M	計測軸(1,2,3)
packetCount	unsigned short Int	Read	M	パケット数(0 の場合ストリーム)
batteryVoltage	unigned short Int	Read	O	計測終了時のバッテリー残量電圧(V)
deviceTemperature	signed short Int	Read/Write	M	装置内温度(℃) 温度の 256 倍値を表す (表示範囲: -128℃~128℃)
outsideTemperature	signed short Int	Read/Write	M	装置外温度(℃) 温度の 256 倍値を表す (表示範囲: -128℃~128℃)

6.4.2. Timer(タイマ)

1 日のうち加速度センサが計測を開始する時刻(時:分)と、計測を継続する時間(分)を示す。例えば毎日 10 時 00 分から 30 分間起動するといった設定ができる。表 3 に Timer モジュールクラスの DataPoint を示す。

表 3. Timer モジュールクラスの DataPoint

Name	Type	Read/write	Optional	Doc
startTime	unsigned long int	Read/Write	M	計測開始時刻(時:分)
Duration	unsigned short int	Read/Write	M	計測継続時間(分)

6.4.3. Trigger(トリガ)

加速度センサが計測データを発行する契機となる振動量のしきい値と、しきい値超過時のデータ計測条件を示す。表 4 に Trigger モジュールクラスの DataPoint を示す。

また、しきい値を超えた場合には、データ計測に先立ち、直ちにアラームを通知する。表 5 に Trigger モジュールクラスのイベントを示す。

表 4. Trigger モジュールクラスの DataPoint

Name	Type	Read/write	Optional	Doc
Axis	unsigned char	Read/Write	M	計測する加速度軸数(1,2,3) (default 値:3)
Range	unsigned short int	Read/Write	M	計測する分解能 (mG) (default 値:0.25)
acceptNewTrigger	bool	Read/Write	M	計測中の新規トリガ受付可否(Yes/No) (default 値:no)
samplingRate	unsigned short int	Read/Write	M	サンプリングレート(Hz) (default 値:100)
preTriggerMeasurement	unsigned short int	Read/Write	M	しきい値超過前の計測回数 (default 値:6000/軸)
afterTriggerMeasurement	unsigned short int	Read/Write	M	しきい値超過後の計測回数 (default 値:6000/軸)
thresholdX	signed short int	Read/Write	M	しきい値(X 軸) (default 値:0x4800)
thresholdY	signed short int	Read/Write	M	しきい値(Y 軸) (default 値:0x4800)
thresholdZ	signed short int	Read/Write	M	しきい値(Z 軸) (default 値:0x4800)

表 5. Trigger モジュールクラスの Event

Name	DataPoint	Optional	Doc
thresholdAlarm	currentTime currentTimeInMs	M	しきい値超過時のアラーム

6.4.4. Time(時刻)

加速度センサの現在時刻を示す。表 6 に Time モジュールクラスの DataPoint を示す。

表 6. Time モジュールクラスの DataPoint

Name	Type	Read/write	Optional	Doc
currentTime	unsigned long Int	Read/write	M	装置の UTC 時刻(1970 年 1 月 1 日 00:00:00 からの経過秒数)(秒)
currentTimeInMs	unsigned short Int	Read/write	M	currentTime からの経過時間(ミリ秒)

6.4.5. Battery (バッテリー)

デバイスが持つバッテリーの残量を示す。表 7 に Battery モジュールクラスの DataPoint を示す。

表 7. Battery モジュールクラスの DataPoint

Name	Type	Read/write	Optional	Doc
Battery	unsigned short int	Read	O	バッテリー残量電圧(V) 電圧の 256 倍値を表す (表示範囲:0V~256V)

6.4.6. Initialization (初期化)

加速度センサの設定値をデフォルトに戻す。表 8 に Initialization モジュールクラスの Action を示す。

表 8. Initialization モジュールクラスの Action

Name	Return Type	Argument	Optional	Doc
Initialization	Bool	-	M	加速度センサの設定値をデフォルトに戻す(OK/NG)

7. 動作仕様

橋梁モニタリングシステムでは、センサユニットのデータ計測機能とローカル管理設備のデータ収集機能間でセンサユニットの設定や計測した情報の取得などの処理を行う。この処理に必要なインタフェースを、6 章の情報モデルを用いてセンサユニットとローカル管理設備のアプリケーション間の処理にマッピングした仕様を、動作仕様と呼ぶ。

本章では動作仕様を規定する。動作仕様は、センサユニットとローカル管理設備間の下位レイヤの通信技術や、ローカル管理設備とクラウド上のセンササーバ間のネットワークについては対象外とし、これらに依存しないアプリケーション間の処理を記述したものである。

7.1. 前提とするアーキテクチャ

動作仕様の策定に当たり、本章では組み込み機器で一般に用いられるメッセージ送受信型のアーキテクチャ・スタイル（設計原則）を想定し、情報モデルに関する動作をコマンド/パラメータで表現する。これらを記述する事で、エリアネットワークの通信方式やセンサユニットの実装に依存しない共通の処理を、センサユニットおよびローカル管理設備上に設計できる様にする事を目的とする。以下に本章で想定するアーキテクチャの構成を示す。

(1) リクエスト/レスポンス型処理

本仕様に適合するアプリケーションはリクエスト/レスポンス型の処理を行なう。処理先は要求元からの

リクエストに対応する処理を行い、レスポンスを返す（図4）。

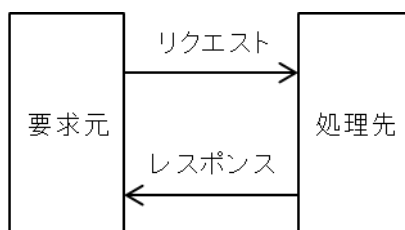


図4. リクエスト/レスポンス型の処理

(2) メソッド

メソッドは処理先が要求元からリクエストを受けて行う操作を示す。本節では要求/設定/通知の3種類のメソッドを定義する。各メソッドの動作は下記の通りとする。

- 要求(get相当)： 処理先の情報を取得する
- 設定(put相当)： 処理先へ情報を設定する
- 通知(post相当)： 処理先へデータを送信する。センサ計測などで大量のデータが発生する場合は、複数の通知に分けて送信する。

各メソッド実行時の動作を図5に示す。図に示すように、処理先はリクエストに対してレスポンス(RES)で応答する。なお、要求元と処理先の関係はリクエスト毎に変化し、特定のアプリケーションに固定的に割り当てられる役割ではないものとする。例えば、ローカル管理設備がセンサユニットに対して「設定」を行う場合はローカル管理設備が要求元でセンサユニットが処理先となるが、センサユニットが計測したセンサデータを「通知」する場合はセンサユニットが要求元でローカル管理設備が処理先となる。

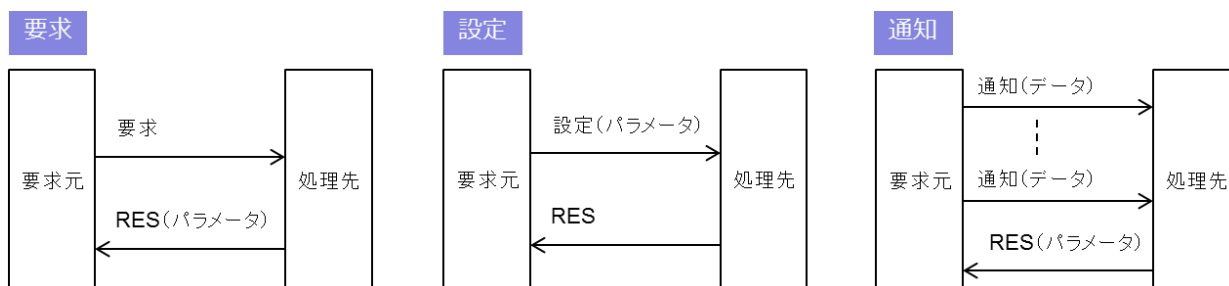


図5. 要求/設定/通知メソッドの動作

(3) コマンドとパラメータ

各メソッドの受信時に処理先が行う処理の内容を、「コマンド」で指定する。各コマンドは、さらに動作の内容を規定する付加情報である「パラメータ」を持つ。コマンドとパラメータを次項以降に記述する。

7.2. コマンド

本章で規定する動作仕様におけるコマンドの一覧を表9に示す。

表 9. 動作仕様で規定するコマンド一覧

コマンド名	メソッド	方向性 (*1)		意味	パラメータ	情報モデル
		要求元	処理先			
03 時刻要求	要求	S	→ L	センサユニットに設定する時刻を要求する	7.3.1	6.4.4 Time (時刻)
05 計測データ出力	通知	S	→ L	センサ計測完了時の計測データの出力を開始	7.3.2	6.4.1 Accelerometer (加速度計)
06 計測データ	通知	S	→ L	センサデータ計測完了時に、計測データの出力	7.3.3	6.4.1 Accelerometer (加速度計)
07 計測データ終了	通知	S	→ L	センサデータ計測完了時に、計測データの出力を完了	7.3.4	6.4.1 Accelerometer (加速度計)
09 地震アラーム	通知	S	→ L	地震トリガのしきい値超過の通知	7.3.5	6.4.3 Trigger(トリガ)
40 初期化	要求	L	→ S	センサユニットの設定をデフォルト値に戻す	なし	6.4.6 Initialization (初期化)
41 計測時刻設定	要求	L	→ S	センサ計測を開始する時刻と、計測を継続する時間の設定	7.3.6	6.4.2 Timer(タイマ)
60 トリガ表示	要求	L	→ S	加速度センサの計測条件を表示	7.3.7	6.4.3 Trigger(トリガ)
61 トリガ設定	設定	L	→ S	加速度センサの計測条件を設定	7.3.7	6.4.3 Trigger(トリガ)

(*1) L : ローカル管理設備 S : センサユニット

表の各項目は下記の通りである。

コマンド名 : 要求元からのリクエストを受けて、処理先が行う処理の内容を示す。

メソッド : 処理先がリクエストを受けて行う操作を示す。本章では、要求/設定/通知の 3 種類のメソッドを定義する。各メソッドの動作は図 5 を参照。

方向性 : 要求元と処理先の関係はコマンド毎に役割が割り当てられるものとする。各コマンドで、ローカル管理設備(L)とセンサユニット(S)のどちらが要求元/処理先に割り当てられるかを示す。

意味 : コマンドが持つ機能の解説

パラメータ : 各コマンドの動作内容を補足する付加情報がパラメータである。パラメータを規定する節を示す。

情報モデル :

各コマンドにマッピングされた情報モデルを規定する節を示す。

7.3. パラメータ

本節では、表 9 における各コマンドに対応するパラメータの仕様を規定する。

7.3.1. 時刻要求コマンドのパラメータ

時刻要求コマンドは、加速度センサが初期設定時などに自デバイスへの時刻の設定を要求する。

時刻要求コマンドで設定するパラメータを表 10 に示す。

表 10. 時刻要求コマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
時刻要求コマンド			
currentTime	UTC	装置の UTC 時刻 (1970 年 1 月 1 日 00:00:00 からの経過秒数)	unsigned long int
currentTimeInMs	TMS	currentTime からの経過ミリ秒数 (0-999 ミリ秒)	unsigned short int

7.3.2. 計測データ出力コマンドのパラメータ

計測データ出力コマンドは、計測データコマンド、計測データ終了コマンドと共に、図 5 における通知シーケンスを実行する。計測データ出力コマンドは、加速度センサがトリガ設定コマンドで指定された条件で加速度データを 1 回計測した際に、計測値の出力を開始する事を示す。加速度センサはトリガ設定コマンドの指定により 1 回の計測で数千サンプルを収集するため、複数の計測データコマンドに分割して出力する。計測データ出力コマンドは、計測データの送信に先立ち、計測時刻などの条件を示す。

計測データ出力コマンドで設定するパラメータを表 11 に示す。同コマンドに対する RES のパラメータを表 12 に示す。

表 11. 計測データ出力コマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
計測データ出力コマンド			
currentTime	LTM	先頭データ計測時のセンサユニットの UTC 時刻 (1970 年 1 月 1 日 00:00:00 からの経過秒数)	unsigned long int
currentTimeInMs	LTS	currentTime からの経過ミリ秒数 (0-999 ミリ秒)	unsigned short int
samplingRate	SPR	サンプリングレート(3Hz~400Hz)	Unsigned short int
measuerdAxes	DIM	データの要素数(加速度軸数に対応)	unsigned char int

表 12. 計測データ出力コマンドに対する RES のパラメータ

名称	略称	意味	型
RES (計測データ出力コマンド)			
	ANS	0:OK データ出力開始OK 1:NG データ出力は開始しては いけない(再度、データ出力開始コマ ンド発行)	Bool

7.3.3. 計測データコマンドのパラメータ

計測データコマンドは、計測データ出力コマンド、計測データ終了コマンドと共に、図 5 における通知シーケンスを実行する。計測データコマンドは、計測データの数に応じて複数のコマンドを発行する。一連のコマンドには、表 13 に示す計測データコマンドで設定するパラメータにより、シリアル番号を付与する。計測データコマンドで設定するパラメータを表 13 に示す。

表 13. 計測データコマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
計測データコマンド			
packetCount	SPN	データパケットのシリアル番号	unsigned short Int
measuredData	DAT	センサが計測した生データ 3 軸の場合データ#1~#3, 1 軸の場合データ#1 のみ	signed short int (16bit 符号あり)

7.3.4. 計測データ終了コマンドのパラメータ

計測データ終了コマンドは、計測データコマンド、計測データ終了コマンドと共に、図 5 における通知シーケンスを実行する。計測データ終了コマンドは、1 回の計測による一連のデータ出力の完了を示す。計測データ終了コマンドで設定するパラメータ値を表 14 に示す。

計測データ終了コマンドを受領すると、処理先は、一連の計測データを全て受信したかどうかを確認し、全て受信した場合は RES で OK を返す。データに欠損がある場合は、RES のパラメータで当該データの再送を要求する。計測データ終了コマンドに対する RES のパラメータ値を表 15 に示す。

表 14. 計測データ終了コマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
計測データ終了コマンド			
batteryVoltage	BV	バッテリー電圧 電圧の 256 倍値を表す (表示範囲:0V~256V) (オプション)	unsigned short int
deviceTemperature	TI	装置内温度 温度の 256 倍値を表す (表示範囲: -128°C~128°C)	signed short Int

outsideTemperature	TO	装置外温度 温度の 256 倍値を表す (表示範囲 : -128°C~128°C)	signed short Int
--------------------	----	---	------------------

表 15. 計測データ終了コマンドに対する RES のパラメータ

名称	略称	意味	型
RES (計測データ終了コマンド)			
	ANS	データ出力	0:OK 再送要求なし 1:NG 再送要求あり
	RS1	再送要求データパケット番号を指定	再送要求データパケット番号を指定 (0:再送しない, 1:再送要求対象)

7.3.5. 地震アラームコマンドのパラメータ

地震アラームコマンドは、地震トリガのしきい値超過を示す。地震アラームコマンドで設定するパラメータ値を表 16 に示す。

表 16. 地震アラームコマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
地震アラームコマンド			
currentTime	LTN	地震発生時のセンサユニットの UTC 時刻 (1970 年 1 月 1 日 00:00:00 からの経過秒数)	unsigned long int
currentTimeInMs	LMS	currentTime からの経過ミリ秒数 (0-999 ミリ秒)	unsigned short int

7.3.6. 計測時刻設定コマンドのパラメータ

計測時刻設定コマンドは、加速度センサにおける起動モードの開始時刻 (時 : 分) と、起動モードの継続時間 (分) を設定する。計測時刻設定コマンドで設定するパラメータを表 17 に示す。

表 17. 計測時刻設定コマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
計測時刻設定コマンド			
startTimeInHour	HR	計測開始時刻の時間値 (時、0-24)	unsigned short int
startTimeInMinutes	MN	計測開始時刻の分値 (分、0-60)	unsigned short int
Duration	TRM	計測継続時間 (分、0~1440)	unsigned short int

7.3.7. トリガ表示／トリガ設定コマンドのパラメータ

トリガ表示コマンドは、センサユニットの計測条件を収集する。トリガ設定コマンドは、センサユニットの計測条件を設定する。トリガ表示コマンド、およびトリガ設定コマンドに共通のパラメータを表 18 に示す。

表 18. トリガ表示／トリガ設定コマンドのパラメータ

名称	略称	意味	型
トリガ表示コマンド、トリガ設定コマンド			
Axis	AXS	加速度センサ軸指定 0:XYZ 1:X 2:Y 3:Z 4:SQRT(X ² +Y ² +Z ²)	unsigned char
Range	RNG	測定レンジ(測定分解能) 1:±2G(0.25mG) 2:±4G(0.5mG) 3:±8G(1mG)	unsigned short int
acceptNewTrigger	TTS	データ送信中の加速度センサトリガ発生時の処理 false:送信完了までデータ取得しない true:データ測定開始	bool
samplingRate	SPR	サンプリングレート 3Hz～400Hz	Unsigned short int
pre-trigger number of measurement	PRE	トリガ前の測定回数	unsigned short int
after-trigger number of measurement	AFT	トリガ後の測定回数	unsigned short int
trigger threshold of the X-axis	TGX	トリガとなる X 軸のしきい値設定(mG)	signed short int
trigger threshold of the Y-axis	TGY	トリガとなる Y 軸のしきい値設定(mG)	signed short int
trigger threshold of the Z-axis	TGZ	トリガとなる Z 軸のしきい値設定(mG)	signed short int
after-earthquake number of measurement	AEM	地震時のトリガ後の測定回数	unsigned short int
earthquake trigger threshold of the X-axis	ATX	地震時のトリガとなる X 軸のしきい値設定(mG)	signed short int
earthquake trigger threshold of the Y-axis	ATY	地震時のトリガとなる Y 軸のしきい値設定(mG)	signed short int
earthquake trigger threshold of the Z-axis	ATZ	地震時のトリガとなる Z 軸のしきい値設定(mG)	signed short int

7.3.8. リソース管理番号

リソース管理番号は全てのコマンドに共通するパラメータで、アプリケーション層におけるリソースの識別子である。表 19 にリソース識別番号を示す。

表 19. リソース識別番号

名称	略称	意味	内容
リソース管理番号	SNO	センサユニットの識別番号	0x0001～0xFFFF