

## 研究ノート

## 後付けセンサと A/D コンパレータを活用した IoT システムの構築

津本宏樹\*1

## IoT System Using After-fitted Sensor and A/D Comparator Unit

Hiroki TSUMOTO\*1

Industrial Research Center\*1

対象とする装置にセンサを後付けし、A/D コンパレータを用いてエッジ側でセンサデータの処理(二値化処理)を行うことで、ネットワークやクラウドへの負荷が低く、装置から直接信号が取り出せない場合においてもモニタリングが可能な IoT システムを構築した。

## 1. はじめに

近年、生産性の向上を目的に製造現場へ IoT の導入が進められている。IoT を活用して製造現場のモニタリングを行うためには各種設備の稼働情報を収集する必要がある。しかし古い装置などでは、外部出力機能がない、アナログ信号しか出力できないなどの理由で IoT への組み込みが困難な場合がある。

本研究では、IoT におけるエッジ端末として、後付けのセンサ及び基準値を基にアナログデータの二値化処理が可能な A/D(Analog-Digital)コンパレータを用いることで、汎用的に利用可能な IoT システムの構築を試みた。

製造現場において IoT が活用される場合、モニタリングの対象は工作機械等の生産設備であることが多いが、今回は、評価機器における IoT の有効性を検証するため、疲労試験機を用いて実験を行った。

## 2. 実験方法

疲労試験は、1 サンプルあたりの試験期間が数時間から数週間に及ぶため、所要時間の予測が難しい。よって、試験の進捗確認のため、日々装置のある現場に出向くことになるが、なかなか試験が終了しない、もしくはかなり前に試験が終了し装置が長時間止まっていた、というロスがしばしば発生していた。こうした課題認識の下、評価装置に対する IoT システムの構築に取り組んだ。

対象装置は、ねじり疲労試験機((株)島津製作所製 TV5/7.5KNM-070S)とした。装置駆動部は回転(ねじり)方向に高速で往復運動を行い、試験終了後(破損もしくは所定のサイクル数が終了)は動作を停止する。装置の稼働状況を判定するにあたり、この装置駆動部に加速度センサ(PCB Piezotronics 製 M603C01)を取り付けることとした。装置全体及び加速度センサを取り付けた装置

駆動部を図 1 に示す。なお、加速度センサはマグネットや接着等の方式により取付面さえ確保できれば様々な装置に容易に後付けが可能である。



図 1 ねじり疲労試験機と加速度センサ

今回の実験において使用する IoT ネットワーク(クラウド)とアプリケーションには、IoT GO((株)マイクロリンク製)を使用した。本製品は、二値化されたデジタルデータを用いて装置の稼働状況を判定する仕様となっている。一方、装置に取り付けた加速度センサからは電圧値によるアナログ波形データが出力されるため、そのままではアプリケーションで処理ができない。そこで、A/D コンパレータ((株)ユニメーションシステム製 MuWic)を用いて加速度センサから得られるアナログ波形データを二値化されたデジタルデータに変換(予め二値化のための閾値を設定済)し、リレーを用いて無電圧接点化した上でネットワークに送ることとした。A/D コンパレータと IoT ネットワーク端末を図 2 に、全体システム構成を図 3 に示す。

## 3. 実験結果及び考察

装置駆動部に取り付けられた加速度センサから得られる振動波形に対して、波形の山の部分にかかるように A/D コンパレータの閾値を設定し、二値化されたデジタルデータに変換後、IoT アプリケーションへ送信できるよう

\*1 産業技術センター 金属材料室

にした。



図2 A/DコンパレータとIoTネットワーク端末

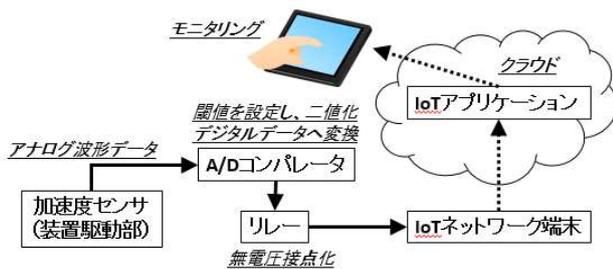


図3 IoTシステム構成

装置の回転角度 $\pm 1.5^\circ$ 、周波数 5Hz、無負荷条件にて装置を稼働させた場合の加速度センサ波形と閾値設定のイメージを図4に、IoTアプリケーション画面を図5に示す。

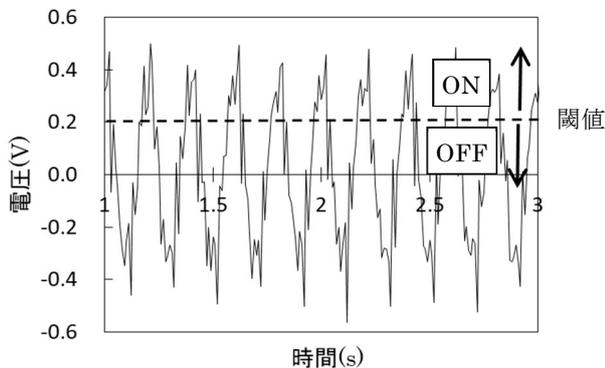


図4 加速度センサデータと閾値設定

この設定では、A/Dコンパレータの閾値を超える加速度が装置駆動部に検出された場合にON信号が送信され、クラウド上に存在するIoTアプリケーションでは、受信

した信号の回数をカウントするとともに、信号の受信間隔によりモニタリングの対象となる装置の稼働/非稼働判定を行う。図5のとおり、今回のシステムにて、対象装置のモニタリングが可能であることが確認できた。また、周波数5Hzで装置を稼働させたため、IoTアプリケーション上のCT(サイクルタイム)が0.2sと正しく表示されていることも分かる。

本システムは装置固有の信号出力機能に頼らず、汎用的なセンサや処理端末の組み合わせで構築ができることに加え、複雑なアナログデータからシンプルな二値化デジタルデータへの変換をエッジ端末側で行う。そのため、ネットワークやクラウド上のIoTアプリケーションに対する負荷低減にも効果があると考えられる。また、装置停止(試験終了)時には職員のスマートフォンに通知メールが届くため、従来よりも効率的に試験を実施することが可能となり、製造現場のみならず、評価現場においてもIoTの効果を確認することができた。

#### 4. 結び

本研究では、外付けセンサ(加速度センサ)とA/Dコンパレータを活用したIoTシステムを構築し、疲労試験機を例にシステムの適用を試みた。結果、評価機器においてもIoTの有効性を確認することができた。本システムの特徴を以下にまとめる。

- (1) 仕様や構造上、直接IoTシステムに組み込めない装置においても、適切なセンサを外付けすることで対応可能なシステムである。
- (2) エッジ端末側にA/Dコンパレータを用いたことにより、二値化処理されたデータのみを送信するため、ネットワークやクラウドアプリケーションの負荷低減に効果があると考えられる。

#### 付記

本研究は、知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅢ期先進的AI・IoT・ビッグデータ活用技術開発プロジェクト「大規模材料データ及びCAEによる自動車向け設計生産技術」において行った研究の一部である。



図5 IoTアプリケーション画面