

太陽電池および無線通信を使用した構造物モニタリングシステムのデータ収集ノードの作成

○東京都市大学 非会員 岸田 敦朗
東京都市大学 正会員 白旗 弘実

1. 研究背景

わが国の土木構造物は高度経済成長期に数多く建設され、近年になるとメンテナンスの対象となるものの量が増加するといわれている。

近年では先進的なセンシング技術や解析評価および情報通信技術の発達により、構造物を常に計測し、損傷や異常の発生を検知し、発生直後に知らせる事が出来るモニタリングシステムの研究開発がされており、メンテナンスの効率化が期待されている¹⁾。

モニタリングでは、データ通信などの配線および各データ収集ノードの電源確保が問題になることがある。そこで、本研究では太陽光で自己発電できるものおよび無線でデータ通信するデータ収集ノードを作製することを目的としている。

2. データ収集ノードの概要

システムの概要を図-1に示す。ノードは、電源部、データ収集部、データ通信部およびセンサ部より構成される。

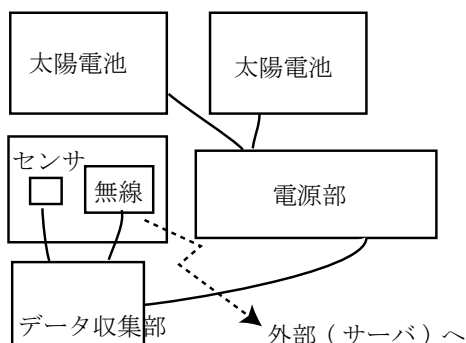
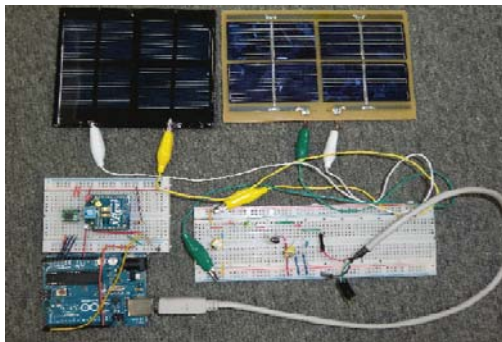


図 1. システムの全体写真

3. データ収集部および無線通信部

データ収集部を図-2に示す。データ収集部では、センサから送られてきたアナログデータをデジタルに変換し、無線を通じてサーバへ送信する役割を果たしている。近年では、低消費電力のマイクロコンピュータが廉価に手に入るので、それを利用している。ここでは、Arduino と呼ばれるシリーズを使用している²⁾。その理由としては、マイコンがすでに基板上に半田づけされており、導線を接続するのに必要な半田付け作業を減らすことができ、工作が比較的容易に行えるからである。

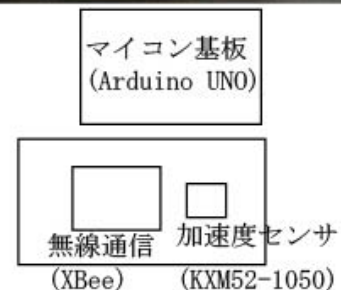


図 2. センサ部およびデータ入力部

センサは加速度センサを 1 個使用した。3 軸の計測が可能で、駆動電圧も 5V までのものを用いている。

無線通信部には ZigBee 規格のものを使用した³⁾。ZigBee とは、家電などでも使用されている 2.4GHz 帯を使用するもので、他の無線通信手段と比較しても、数 mW オーダーの低消費電力であることが特徴である。

4. 電源部の作成

電源部はセンサが稼動する 5V を供給できる回路を作成した⁴⁾。

キーワード モニタリングシステム, マイクロコンピュータ, 無線通信, 太陽電池

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 E-mail : hshiraha@tcu.ac.jp

回路の概略を図-3に示す。

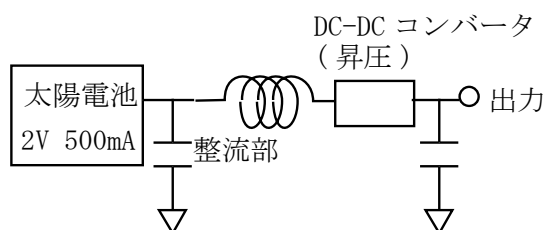


図3. 電源部の回路構成

使用した部品

- ・ 太陽電池…2V・550mA, 2V・500mA.
- ・ DC-DC コンバータ…5V に昇圧する.
- ・ ダイオード…逆流防止
- ・ マイクロインダクタ $47\mu\text{H}$ が, 1つ
- ・ 電解コンデンサ $100\mu\text{F}$, 2つ
- ・ 積層コンデンサ $0.1\mu\text{F}$, 2つ

電圧をDC-DCコンバータによって安定に昇圧させるために太陽電池を2つ用いて直列に繋げた。電源部の電圧を計測すると4.9Vであり、DC-DCコンバータで昇圧されていることを確認した。次にセンサ部と接続し、モニタリング装置を日の当たる場所に置き、PC上にデータが送信されるかを実験した。

PC上にデータが送られ、太陽電池の自己発電によってモニタリング装置が稼動した事を確認した。

5. センサ部の動作確認

センサを手で揺らす事によって振動を与え、Arduinoのスケッチの動作確認とXBeeによる無線通信が行えるかを確認するとともにグラフの観察を行う。電源は安定に供給するためにコンセントからUSBを介して5Vを供給する。Arduinoには1秒毎にデータを取り、X、Y、Zのそれぞれの数値をPC上に表示させるスケッチである。またPC上でグラフを表示させるためにProcessingというソフトウェアを用いて、数値表示をグラフ化する。

観察は以下の4つについて観察する。

- ①センサを動かさない状態
 - ②センサを手動でX軸方向に動かしている状態
 - ③センサを手動でY軸方向に動かしている状態
 - ④センサを手動でZ軸方向に動かしている状態
- ①から④の状態で作られた波形を図4から7にそれぞれ示す。

PC上にグラフが表示され、無線通信が行われていた

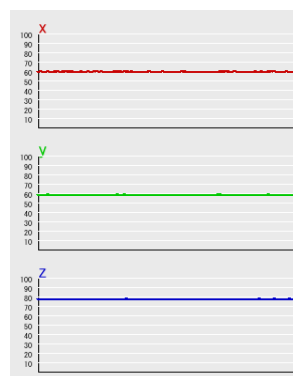


図4. ①の状態

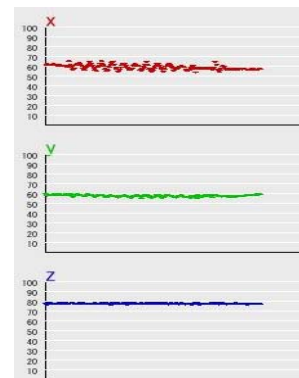


図5. ②の状態

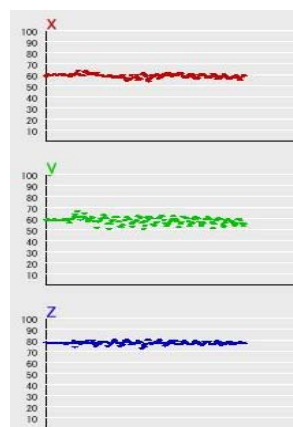


図6. ③の状態

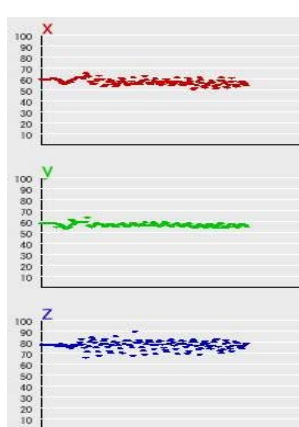


図7. ④の状態

事が確認出来、グラフは点グラフとして表示され、動かしていない状態では、大きな変化は無く、それぞれの軸方向に動かしたときはそれぞれ対応するグラフに変化が見られた。

6. 今後の展望

充電電池またはスーパーキャパシタを用いて、それらに充電し、発電出来ない状況でも稼動出来るようにする。

謝辞

本研究は文科省科学研究費補助金(基盤研究(C))の助成を受けて遂行されました。ここに記して関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1)小西真治：鉄道構造物のメンテナンス，土木学会論文集 F, Vol. 64, No. 4, pp.369-380, 2008.
- 2)小林茂：Prototyping Lab.「作りながら考える」ためのArduino 実践レシピ，オライリージャパン，2010.
- 3)江川将峰：ZigBee 対応モジュール XBee の使い方，Interface, Vol.35, No.11, 2009. 11.
- 4) エコ時代の最新バッテリー活用技術，トランジスタ技術，CQ 出版，Vol. 47, No.545, 2010. 2.