

# 2 MEMS加速度センサを センサ・ネットワークに応用する

——ノイズに強いデータ収集と無線通信

木村 真

ここでは、MEMS (micro electro mechanical systems) デバイスの応用例としてセンサ・ネットワークを取り上げる。センサ・ネットワークでは人や物にセンサを取り付けて無線通信によってデータの送受信を行う。そのため、センサや無線モジュールには小型化・低消費電力化が求められる。ここで紹介する応用例では、汎用MEMS加速度センサを利用して、モジュールの小型化を図った。また、消費電力を抑えるために、送受信するデータ形式をくふうした。(編集部)

近年、加速度センサは身近な製品に応用されています。以前は圧電素子を用いた加速度センサが主流でした。最近では、MEMS技術によって作られたものが増え、小型かつ低価格であるため、応用範囲も急速に拡大しつつあります<sup>注1</sup>。

加速度センサは、モーション・センサや振動センサ、移動センサとしての使いかたがありますが、移動体に取り付けることが多いので、センサのデータの送信には有線よりも無線のほうが好ましい場合が多々あります。

ここでは、筆者ら(アーズ)が開発した無線モジュールとMEMS加速度センサを組み合わせたセンサ・ネットワークについて、システム構成や評価結果を紹介します。

● 最近、注目されている「センサ・ネットワーク」とは

最近、新聞や雑誌をにぎわしていることばの一つに、「ユビキタス・センサ・ネットワーク」があります。これは、簡

単に説明すると、人や物にセンサを取り付け、無線通信ネットワークによってデータを送受信し、情報の管理を行うということです。応用例としては、工場(製造ライン)の故障診断や医療・健康器具、防犯セキュリティなどが挙げられます。

センサ・ネットワークに使用する機器は、おもに「検出(センサ)部」、「無線通信の送受信部」、「制御(マイコン)部」で構成されます。マイコンは、センサの情報を整理・加工し、判別します。また、無線送受信に関する部分もマイコンで制御することになります。

一方、センサ・ネットワークに使用する無線モジュールには、「低消費電力・低コスト」、「小型」、「使いやすさ」が求められます。これらの要求は、センサの消費電力やコスト、外形寸法に大きくかわります。いくら無線モジュールが低消費電力で小型でも、センサが大きくては意味がありません。また、消費電力が大きいと、大容量の電池を取り付けなければなりません。

こうしてみると、低消費電力で小型を特徴とするMEMSセンサは、まさにセンサ・ネットワークが求める性能を満たしていると言えます。

## 1 使用した汎用加速度センサの概要

今回使用するMEMSセンサは、米国 Analog Devices 社の加速度センサ「ADXL202」<sup>(1)</sup>です(表1)。本加速度センサの電源電圧は3Vから使用可能であり、同じく3V~5.5Vの動作電圧である今回の無線モジュールとは、非常に相性

表1  
加速度センサ  
の仕様

動作電圧	3~5V
測定加速度範囲	±2g
外形寸法	5mm × 5mm × 2mm
パッケージ	LCC(lead chip carrier)
出力電圧	198mV/g(3.3V動作時)
消費電力	0.6mA

注1: 日立金属のホームページ(<http://www.hitachi-metals.co.jp/>)にある製品情報の3軸加速度センサのページのアプリケーション・ノートでは、加速度センサを使用した特許のうちのいくつかをまとめて紹介している。

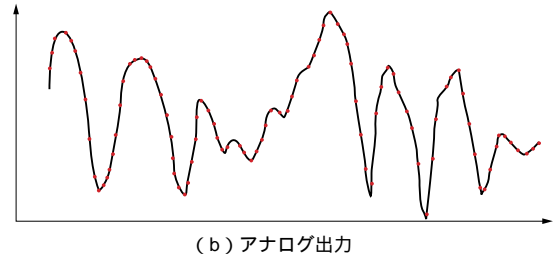
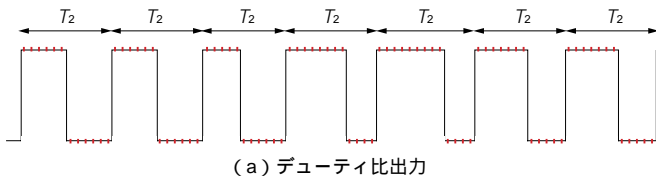


図1 センサからの出力電圧

(a)はデューティ比出力の電圧波形を、(b)はアナログ出力の電圧波形を示す。赤い点は、(a)ではカウント点を、(b)ではサンプリング点を表している。

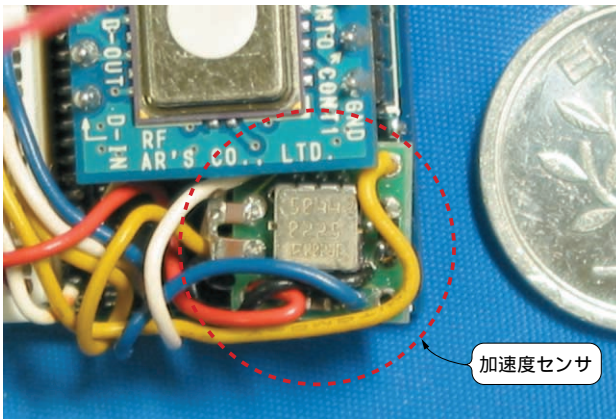


写真1 無線モジュールと接続した加速度センサADXL202

点線で囲んでいるのが、今回使用した加速度センサ「ADXL202」。配線が多いが、実際に使用している線は4本のみである。

が良いと言えます。本加速度センサの大きな特徴は「小さい」ということです。写真1を見てわかるように、無線モジュールの基板上に載っていても違和感がないくらいのサイズです。写真は8ピンLCC(lead chip carrier)パッケージですが、14ピンの表面実装タイプも存在します。秋葉原の電子部品店でも購入でき、入手性が非常に良いのも特徴の一つです。

● アナログとPWM、二つの出力方法

本加速度センサは、データの出力方法に特徴があります。

測定した加速度データは、アナログ出力とPWM(pulse width modulation)デューティ比出力(疑似デジタル出力)の両方で取り出すことができます(図1)。本無線モジュールではアナログ出力を用いていますが、ここで簡単に二つの方法の特徴を説明しておきます。

PWMデューティ比出力で取り出せば、ONとOFFの時間の比が加速度に比例します。このため、センサ素子で検出したデータをA-D変換する必要がありません。つまり、

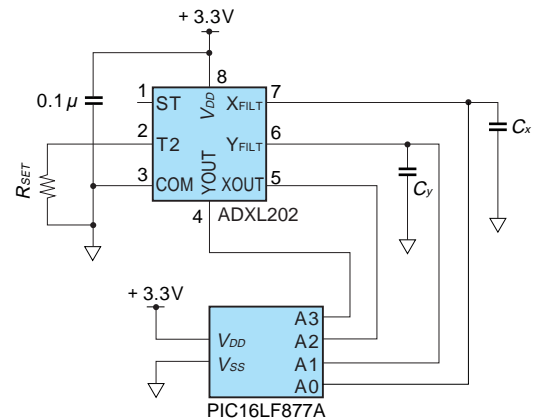


図2 加速度センサとマイコンの結線図

図では、マイコン(PIC)の外付け部品を省略している。

システム制御用のマイコンがA-D変換機能を内蔵していなくても、直接センサからのデータを取得できる、というわけですね。

さらに、アンプ回路が内蔵されているので、アナログ出力でもデューティ比出力でも外付けのアンプを取り付ける必要がなく、測定回路を簡単に(マイコンと直結するだけで)構成できます。

出力がONのときの時間( $T_1$ )とOFFの時間をカウントし、その比を求める必要があるため、同じデューティ比出力の周期( $T_2$ )であれば、分解能はマイコンの性能(単位時間当たりのカウント数)に依存します。

$$\text{測定加速度}(g) = (T_1/T_2 - 50\%) / 12.5\%$$

$T_2$ を長くすることにより分解能を上げることができますが、その分サンプリング周波数が落ちることになります(詳細は参考文献(1)を参照のこと)。

一方、アナログ出力では、 $X_{FILT}$ 、 $Y_{FILT}$ 端子から加速度に比例した値が出力されます。データシートには、インピー