

GPS と各種センサによる簡易自己位置確認システムの 学生実験・実習への適用の検討

システム工学技術分野 土田淳慈

1. はじめに

学生実験・実習は基礎的な物理現象で実験結果と理論による計算結果とよく一致する内容が適している。たとえば電気系でいえば直列共振回路等をあげることができる。しかし、こうしたテーマの一方で最先端とはいかなくても身近に普及しつつある技術を取り込んで、学生に自分たちの学ぶ事柄が実生活でどのように応用されているかを体感して貰うことも意義がある。また、ただ与えられた装置で実験するだけではなく、自分たちで一連のシステムを設計・製作することも重要である。こうした試みは「ものづくりの再認識」としていくつかの大学・高専で実践が始まっている。これらを福祉・情報系に適用した場合の1テーマとして標題のような検討を行った。

2. 目標とするシステム構成

GPS(Global Positioning System)は自動車の走行ナビゲーションシステムとして普及している。本来軍事目的に米国が運営しているものであるが、数年前に測定精度を落とす原因になっていた一部データのスクランブルを解除したため、現在測位の精度は10m程度になっている。このため応用範囲が広がっている。昨今の児童の安全確保に携帯端末とともに用いられているのは周知の通りである。今回これを中核に、その機能を補完するための一、二のセンサを組み合わせ、たとえば老人や障害者が自分の位置をPC上で確認できるシステムの構築を目指す。

3. PC 接続 GPS システム

本システムは可搬システムであり、各種センサ情報をノートPC上で統合する。このためGPSの測位データもPC上で共有したい。今回はGPSモジュールとしてGarmin社のGPS15L-Wを用いた。このモジュールはPCとシリアルポートで接続される。

4. GPS 測位の問題点

本来GPSは複数個の衛星を捕捉してはじめて、現在位置の割り出しが可能になる。つまりアンテナの上空が確保されないと測位ができなくなるという問題

点がある．実際に PC 上で GPS を稼働させて工学部の周囲を歩いてみるとほぼ半分の地点で，建物や樹木の陰に入り現在の測位できなかった．この現象はカーナビゲーションでも同様であるが，自動車の移動速度が速いことや GPS の機能を補完する各種センサを用いているためあまり問題にならない．補助センサとしては高精度ジャイロ，車速センサ，傾きセンサ（加速度センサ），タイヤ外径変化認識機能等が用いられている．

5. 補助センサーの導入

GPS の空白部を補うため 2 種類の補助センサを用いた．加速度センサはここではデータ処理により移動距離の取得を目指している．

5-1 電子コンパス

PC 上で情報を共有するため電子コンパスを用いた．センサは Geosensory 社の RDCM-802 というモジュール化されたものである．これは 3bit のコードで 8 方向を示す．

5-2 加速度センサ

加速度センサは最近ロボットの姿勢制御に用いられるため，小型で取り扱いの容易なものが安価で手にはいる．今回用いたものは Analogue Device 社製の ADXL311JE とスター精密社製の ACB302 の 2 種類である．特性を表 1 に示す．

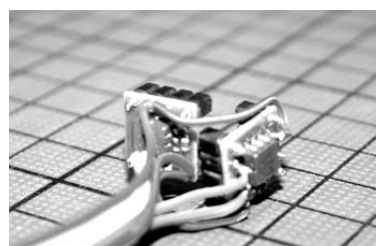


Fig.1 ADXL311JE
2 個のセンサを組み合わせている

Parameter	ADXL311JE	ACB302
Axis	2 軸 (2 つ組み合わせで使用)	3 軸
Acceleration Range	$\pm 2G$	$\pm 2G$
Sensitivity (Vcc=3V)	100mV/G	174mV/G
Offset Voltage (0G)	1.5V (Vcc/2)	1.5V (Vcc/2)
Type	静電容量型	静電容量型
Supply Voltage	2.4-5.25VDC	2.7-5.5VDC

Table.1 Sensor Specifications

6. センサと PC との接続

今回の検討を学生の実験・実習に適用する意義として GPS という先端技術の理解と応用ともう 1 点，PC を用いた測定システムのハードウェアとソフトウェアの構築をあげている．

6-1 接続ポートについて

Windows PC を仮定した場合，センサを接続するには GPS で用いたシリアルポートとプリンタ出力用のパラレルポート，そして主流になりつつある USB ポートのいずれかを選択することになる．この中でシリアルポートは通信速度が劣るため最近ではレガシポートと呼ばれ，軽量化を優先したノート PC では省略されつつある．しかし幸いにもシリアルポートと USB の変換チップが存在し，これを用いた変換ケーブルが市販されている．しかも PC 上では USB ポートは複数設置されており，さらに USB ハブ等もあるので結果としてシリアルポートを同時に複数使うことができるようになっている．

6-2 センサ側の構成

PIC (Peripheral Interface Controller) は通常ワンチップマイコンと呼ばれている．アセンブラ言語を基本としたプログラムを PC 上で記述し，機械語に変換後前述のシリアルポートを介してチップ本体に書き込む．これによって多様な動作を実現することができる．この PIC は USART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) という機能を持っており，さらに 8，10bit の A/D 変換機能を持つチップもあり，比較的簡単にセンサの測定値を PC 上で取得できる．他に必要に応じて OP アンプや EIA-232C 用のレベルコンバータ IC を用意する．

チップに書き込むアセンブラはコマンドが 35 種類と少ないので扱いやすいがより理解しやすい C 言語からのコンパイラもあるのでアプローチし易い．また，PIC の関連文献は豊富であり類似のプログラムも得やすい．これら PIC の開発環境はチップへのプログラム書込み器 (数千円) ，機械語へのコンパイラ (無償でメーカーから配布) 等で整うのも学生実験・実習への適用については利点である．

6-3 PC 側の構成

PC 側は C 言語や Visual Basic あるいは VBA を用いてデータの表示と取得ができる．プログラミング言語の習得という点で C 言語，簡単さでは Visual Basic VBA をあげる．なお，シリアルポートを介してのデータの送受信だけであれば，汎用の通信ソフトで可能である．

7. 検討結果

7-1 GPS について

ノート PC での GPS の稼働は問題なく実現できた．図 2 は本体とアンテナを PC に接続した様子，図 3 は起動後衛星を捕捉している画面である．三個以上の衛星を捕捉した段階で実用精度の測位が可能になる．図 4 は工学部の周辺を実際に歩いている方向と位置を

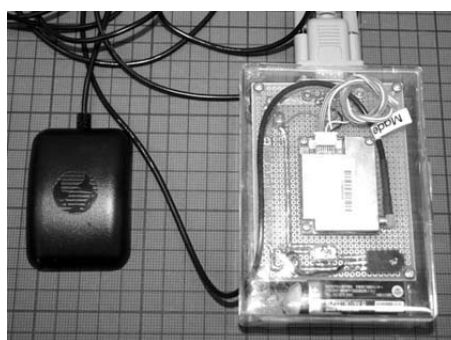


Fig.2 PC 接続 GPS システム



Fig.3 GPS の衛星捕捉画面



Fig.4 GPS による現在地確認

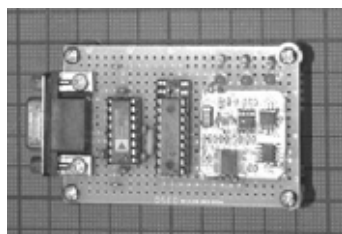


Fig.5 PC 接続電子コンパス

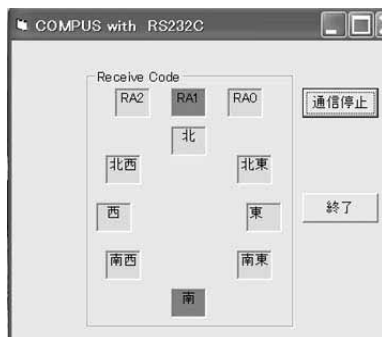


Fig.6 電子コンパスの表示部

地図上に示した表示画面である。

7-2 電子コンパスについて

電子コンパスはセンサモジュールと PIC の 16F84A と EIA-232C レベルコンバータ ADM3202 で構成し、PC 側の表示プログラムを Visual Basic で作成した。図 5、6 に示す。

7-3 加速度センサの構成

A/D 変換機能のついた PIC (16F876) と EIA-232C レベルコンバータ ADM3202 , さらに一時データを待避させるためと実際のデータ収集のため、32KB の SRAM (D43256BCZ-70LL) で構成した。アナログ入力は 4CH とし PC への転送速度は 19200bps とした。実際のサンプリング間隔も回路起動時にコマンドの引数で PC 側から送るようにした。なお、予備実験のため単体でデータがとれるロガー機能を付加した。9V の電池で動作させ、IC の駆動に 5V、センサの駆動に 3.3V の定電圧源を実装した。図 7 に ACB302 を接続した状態を示す。ここでは PC 側は汎用の通信ソフト Terra Term で行った。サンプリングの周期はプログラム上の設定を確認するため、信号発生器から正確な正弦波を入力して実測したところ最速 125msec であったのでこれを用いた。

7-4 加速度からの移動距離の取得
GPS の測位の空白を補うため加速度センサのデータからの移動距離の取得を検討した。加速度を a 、速度を v 、変位を x 、時間を t とすると

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

つまり加速度を時間で 2 回積分すると変位を得ることができる。今回加速度センサのサンプリング周期は最速値の 125msec を用いた。A/D 変換器から得られる離散データからの積分は通常

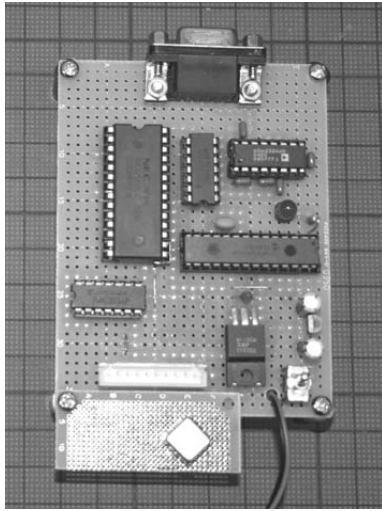


Fig.7 加速度センサーモジュール，加速度センサは3軸のACB302

数値積分を行う．まず時間的に断続的な点を適当な方法で補間するため曲線で近似する．次に十分短い時間の変化量と曲線を表す関数の変化分で作られる台形の面積を求める．最終的に観測時間中全区間の台形面積の総和で求められる．この操作を2回行えば加速度から変位（移動距離）は求まる．今回，これを検証するため約73mの移動距離で評価実験を行った．今回の実験ではセンサの軸の保持は人間の手によるもので，鉛直や水平を決して担保していない．測定結果を表2に示すがばらつきが大きく評価が困難である．一方図8に示すのは移動中の加速度の変化である．で囲まれる加速度が大きく変化する点はどうやら歩行による体の揺れに原因すると思われる．つまり

ACB302			ADXL311JE		
Axis	走行	歩行	Axis	走行	歩行
X	82.12m	74.71 m	X1	54.91 m	98.19 m
Y	112.30 m	152.96 m	Y1	51.31 m	26.46 m
Z	89.99 m	84.46 m	X2	75.30 m	112.22 m
			Y2	36.71 m	55.32 m

Table 2 加速度センサからの移動距離の算出結果

それぞれ歩いた場合と走った場合を測定．ADXL311は2個のセンサを直交して配置

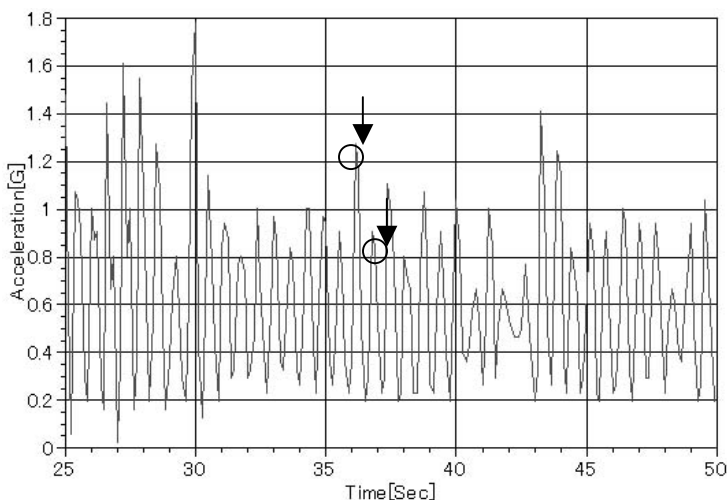


Fig.8 加速度測定結果の一例，全体の一部を拡大表示

加速度の大きな変化点は万歩計のように歩数を反映するとして仮定すれば，これに被験者の歩幅を乗じて移動距離を算出する方法が考えられる．図8の結果から簡易的な計算だが，加速度のピーク数=121から歩数121歩とし，被験者の歩幅0.6mより移動距離72.6mを得ることができた．

8. まとめと今後の課題

GPS の測位において衛星を捕捉できない場所の位置情報を，電子コンパスによる方位の呈示と加速度センサによる移動距離の取得によって補間する方法を確立した．これによって，GPS を中核とした徒歩のような低速で移動する場合に有効な，シームレスに自己位置を確認するための基本的なシステムを構築した．学生実験・実習への適用すれば，測定系からの PC へのデータ入力法，電子回路技術，PIC や Visual Basic のプログラミング，GPS の技術理解と多岐の学習が可能である．今後の課題としてはセンサの情報を統合する表示プログラムの開発と PDA への移植をあげる．

謝辞 この研究は科学研究費補助金（奨励研究）課題番号 179118026 により行われた．

参考文献

- 1) 小西他：“自律方式による歩行者ポジショニングシステムの開発”，情報地理学会講演論文集，Vol.10，389-392
- 2) “GPS 15H & 15L Technical Specifications”，： Germin International,Inc (Oct,2004)
- 3) 吉田他：“基礎から分かる GIS”，森北出版
- 4) ITS 情報通信システム会議：“図解これでわかった GPS”，森北出版
- 5) 後閑哲也：“電子制御のための PIC 応用ガイドブック”，技術評論社