

1 周波 GPS 受信機の無線通信を用いた静的変位計測におけるデータ量削減手法の提案

東京理科大学 学生員 高坂朋寛
東京理科大学 学生員 金子昌平
東京理科大学 正会員 ○佐伯昌之

1. はじめに

本研究の目的は、安価な 1 周波 GPS 受信機と無線通信を用いた高密度多点変位計測において、その通信データ量を削減することである。データ量の削減により、無線通信時の消費電力が低減される。さらに、データ量削減はデータ欠損率を低下させるので、変位計測システム全体の信頼性を向上させることが期待される。GPS 受信機で受信される観測データの内、測位解析に必要なデータは測位解析アルゴリズムに依存する。静的変位計測（ここでは数分間アンテナの相対位置が変化しない場合）を仮定し、1 周波 GPS 受信機が受信するデータの内、本当に必要な情報のみを抽出することを行った。結果として、1 エポックあたりのデータ量を 29 バイトまで削減した。これにより、無線通信時のデータ欠損が減少し、高密度多点変位計測システムをより信頼性の高いシステムとすることができる。また、1 エポックあたりのデータ量を削減する機能を備えたデバイスの開発と、そのデバイスを搭載した新たな計測ユニットの開発を行った。現在の所、データ量を 29 バイトに削減し、server へデータを送信するところまで成功している。

2. 測位解析に必要なデータ

1 周波 GPS 受信機から出力されるデータのうち、静的測位解析に必要なデータとしては、標準的なデータフォーマットである RINEX (Receiver independent exchange format) 形式に含まれる以下のデータが挙げられる。

- a) 受信機のおおまかな座標値 (12 byte)
- b) データを受信した時間 (4 byte)
- c) 受信した衛星の数 (1 byte)
- d) 受信した衛星の ID (1 byte/衛星)
- e) 搬送波位相 (4 byte/衛星)
- f) コード擬似距離 (4 byte/衛星)

上述の各項目の括弧内の数値は、データをバイナリ形式で表したときに必要とするバイト数である。通常の測位解析を実行するには、少なくとも上述のデータが必要となる。これらのデータは各エポック毎に出力され、数分間に得られたデータを使用して測位解析される。ちなみに、1 度に

捕捉する衛星の数は最大で 10 ~ 12 程度であるので、1 エポックに含まれるデータ量としては、107 ~ 125 byte になる。

各項目の内、まず b), d), e) は測位解析上必ず必要な情報である。a) は正確な受信機の位置を推定する際に必要であるが、もし仮に参照点のノードの位置を未知点の大まかな座標値として仮定することができれば削除できる情報である。この可否については、参考文献⁴⁾を参考されたい。また e) は衛星から送信された電波の搬送波が受信機で捕捉された瞬間の位相の値であり、衛星と受信機間の距離を数 mm~cm の精度で計測したデータに相当する。高精度の測位を行う場合にはこの情報は必須である。ただし、この搬送波位相は、位相情報であるため $2\pi N$ のアンビグイティを持つ。そのため、整数部分については本来意味を持たない。しかし、通常の測位解析では、この整数部分は大変に重要となっている。それは、 $2\pi N$ のアンビグイティのために衛星と受信機間の距離は不明であるが、 N はサイクルスリップを起さない限り一定であり続けるという性質をもち、通常はこの性質を利用して測位解析を行うからである。ただし、本研究が対象とする用途では、参考文献⁴⁾に示される方法によりサイクルスリップを修正できるため、整数部分は必要としない。搬送波位相の少数部分は 4 byte の内、丁度最後の 1 byte に相当するので、この 1 byte のみが必要となる。f) に関しては、本研究で用いている 1 周波 GPS 受信機の性能上、必要としない。

さて、以上の議論により必要であるデータが明らかになったので、これを 29 byte 以下になるようにパケット化する。図-1 に 1 パケットに相当するフォーマットの例を示す。

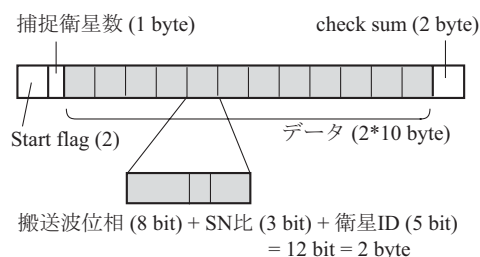


図-1 データ削減後のフォーマット例

Key Words: 1 周波 GPS 受信機, 無線通信, データ削減

〒 278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科 応用力学研究室 TEL:0471-24-1501(ex 4075)

3. 計測ユニットの高度化

この章では、1エポックあたりのデータ量を29パケットに削減することを前提として、通信データ削減と消費電力削減を目的とした計測ユニットの高度化について述べる。本研究では、佐伯（2005）で開発した計測ユニットに、マイクロソフト社製のPICを搭載することにより通信データを削減した。PICとは演算処理機能やメモリをもった小型のワンチップマイコンである。さらにPICからフォトMOSリレーを制御することで低消費電力化を目指している。フォトMOSリレーとは、電子回路の中でスイッチとして使用されるICであり、あるピンに電流をわずかに流すことで他のピンに大量の電流を流すことができる。

本研究で開発した計測ユニットの概略図を図-2に、また本研究で用いたPIC16F877の基本的な性能を表-1に示す。PIC16F877にはUARTというシリアル通信機能を持った周辺回路モジュールが内蔵されている。このUARTを用いることにより、GPS受信機から無線装置であるTCP/IP converter(以下TIC)へのデータ転送を行うことが可能となる。この一方向的なシリアル通信と同時に、PICにはTICからPICへコマンドを送信するための回線も接続する。これにより、serverから無線通信を介して送信されたコマンドを、TICを介してPICで受信することができる。また、フォトMOSリレーへ信号を送信するための回線も接続する。

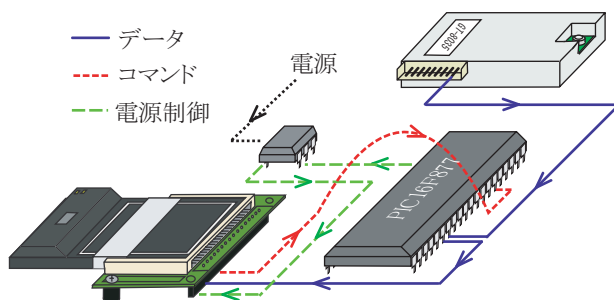


図-2 計測ユニットの概略図

表-1 PIC16F77の主要機能

動作周波数	DC-20MHz
FLASH プログラムメモリ	8K
データメモリ (RAM)	368 バイト
EEPROM データメモリ	256
割り込み	14
シリアル通信	USART × 1

次に、PICとフォトMOSリレーを用いたデータ削減と電源管理について解説する。前述したように、計測ユニット内ではデータはGPS受信機からPICを経てTICへシリ

アル通信で伝達される。PICでは、GPS受信機から送信された観測データの内1エポックあたり29byteの必要なデータのみを保存し、1パケットとしてメモリに保存する。その後、PICのデータメモリに10パケット程度を保存する。この段階までは、消費電力削減のためTICの電源はoffとなっている。PICで10パケット程度のデータを保存した段階で、フォトMOSリレーに信号を送信してTICの電源をonにし、PICからTICへのデータの転送を開始する。TICにはバッファとして1024byteのメモリがあるので、データを受信した時点でServerへアクセスし、通信が確立した段階でデータ送信を開始する。Serverでは全てのデータの受信を確認した時点でTICへ向け受信完了のコマンドを送信する。コマンドはTICからPICへと伝達され、そのコマンドを合図にPICからフォトMOSリレーに信号を送信してTICの電源をoffにする。以上のようにして無線LANの稼働時間を短縮し、無線通信による電力消費を大幅に削減することが期待される。現在、上記の設計理念に基づき新たな計測ユニットを開発中である。現時点では、PICで10パケット程度のデータを保存し、TICからServerへデータを送信するところまでが成功している。

4. まとめ

本研究での成果を以下にまとめる。

1. GPS受信機が出力するデータの内、本当に必要な情報のみを吟味することで、1epochのデータを29byteまで減らすことができた。これにより、無線通信によるデータ送信の効率が上がり、信頼性が向上するとともに、低消費電力化されることが期待される。
2. データ量を削減する機能を備えたデバイスの開発と、そのデバイスを搭載した新たな計測ユニットの開発を行った。

参考文献

- 1) 堀宗朗, 小国健二, 望月一浩, 菅野高弘: RTK-GPSを用いた地盤大変位の計測と精度の検証, 土木学会論文集 No.729/III-62, pp. 177-183, 2003
- 2) 安藤繁, 田村陽介, 戸辺義人, 南正輝: センサネットワーク技術, 東京電機大学出版局, 2005
- 3) 佐伯昌之, 高坂朋寛, 堀宗朗: 1周波GPS受信機と無線LANを用いた多点変位計測システムの開発, 応用力学論文集, Vol. 8, pp. 645-652, 2005
- 4) 高坂朋寛, 金子昌平, 佐伯昌之: 1周波GPS受信機の無線センサネットワークにおける通信データ量削減手法について, 応用力学論文集, (2006投稿中)
- 5) http://www.xbow.com/wireless_home.aspx
- 6) Hofmann, B. - Wellenhof, H. Lichtenegger & J. Collins (2001), *GPS, Theory and Practice*, SpringerWien-NewYork.