

GPS を利用した高精度時刻同期システムによる 時刻同期コミュニティ

小松久美子† 下代博之† 中野秀男† 辰巳昭治†

†大阪市立大学 †下代組機工

低コストで容易に導入できる GPS を用いた高精度時刻同期システムをいくつか設置した。その設置方法をオープンソース的に公開することにより、システムの普及が見込める。そして、多数の拠点の相互信頼から成る時刻同期コミュニティでの運用は、天文観測データの高精度化など、さまざまな分散・協調処理を可能にする。このようなコミュニティの相互信頼から進んで、セキュリティへの対応や時刻取得の高精度化を目指すための信頼性の確保に関して考察する。

The Time-Synchronized Community via High-Accurate Time Synchronization System Using GPS

Kumiko Komatsu† Hiroyuki Geshiro† Hideo Nakano† Shoji Tatsumi†

†Osaka City University †Geshirogumi Kiko

We set up some High-Accurate Time Synchronization Systems using GPS that can be introduced low-cost and easily. It is expected that the system would spread by opening its installation method to the public in open source. And, operation in the community of the Time Synchronization System that consists of mutual trust of a lot of bases enables various cooperative distributed processing such as making of an astronomical observation data highly accurate. As advance from mutual trust of such a community, we consider securing of reliability for making time acquisition highly accurate and for corresponding to security.

1. はじめに

近年の情報通信技術の飛躍的な進展に伴い、今後、コンピュータやそのネットワークにおける分散協調処理はますます増加し、かつ重要になってくるであろう。そのような中で、時刻取得、維持には正確かつ真正さが必要とされ、さらなる高精度化が望まれる。高度な情報基盤の実現には時刻同期技術の発展は不可欠である。

昨今では GPS 衛星とそれをとりまく技術の発展によって誰もが容易に GPS 情報を得られるようになり、測位以外にも stratum 0 の時刻源として用いられている。

2. 時刻同期システム普及の問題点

普及の問題点には、まず、コンピュータの時刻あるいは時刻取得に対する意識に起因するものがある。Windows の時刻精度は数十ミリ秒程度であり、時刻合わせの間隔は1週間に1回である。また、一般的には NTP による時刻同期があれば、さしたる不便や問題がなく、高精度の時刻取得は費用対効果からも考えて必要ないというのが現状であろう。

次に、GPS による時刻同期システムは Windows OS では比較的簡単に導入できるが、Unix 系 OS での導入例はたくさんあるにもかかわらず、

簡単に導入できるマニュアルはないのではないだろうか。

3. システムの設置とオープンソース的展開

著者らは、時刻同期システムを6拠点に設置した。現在 Windows 機や FreeBSD 機の NTP サーバとして運用している。

GPS 受信機のハードウェアは GPS コアエンジンと RS-232C への変換部からなる非常にシンプルなものである。(図1, 表1) この GPS コアは、測位状態において UTC に対し、±1 マイクロ秒の精度で 1PPS (Pulse Per Second) 信号を出力する。

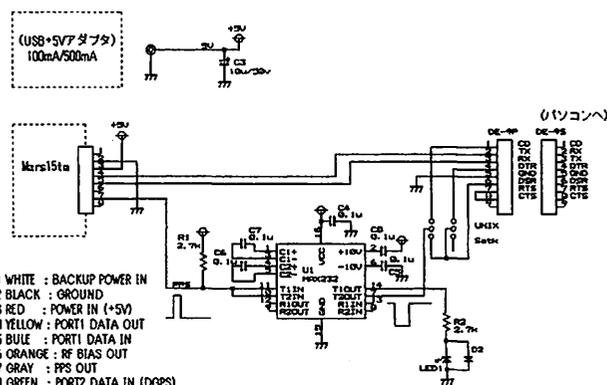


図1 GPS 受信機回路図

コンピュータにおける時刻同期の精度は OS に依存する[1]ため、マイクロ秒以下の精度までとはいかないが、GPS 受信機と NTP の組み合わせ

で条件がよければ数十マイクロ秒程度の精度が得られる。

今後は、時刻同期システムの構築方法をオープンソース的にウェブサイトなどで公開することにより、GPS を利用した時刻同期システムの導入、普及が期待できる。オープンソースとして公開することによって、誰にでも手の届く高精度時刻同期を目指す。具体的には、下記内容を公開する。

- ・ GPS 受信機・部品の入手方法及び製作方法
- ・ Free BSD での設定方法
- ・ GPS 受信機及び PC の設置方法

表 1 GPS 受信機の部品表

| | | |
|--------------------|-------------------------------|-----|
| 時刻同期用 GPS コアエンジン | SPA 社 MARS15tm (GARMIN 社 OEM) | 1 台 |
| RS232-C インタフェース IC | MAX232 または ADM3202AN | 1 個 |
| コンデンサ | 0.1 μ F | 5 個 |
| 抵抗 | 2.7k Ω | 2 個 |
| 小型発光ダイオード | 定格電流 10mA 程度 | 1 個 |
| 小信号ダイオード | 1N4148 | 1 個 |
| D サブコネクタ | 9 ピン | 1 個 |
| AC アダプタ | 出力 5V 500mA | 1 個 |

4. 時刻同期コミュニティ

さまざまな分野においてコミュニティ活動が活発に行われている。例えば、Linux や Free BSD などのユーザグループ、天文分野では流星電波観測のコミュニティがある。

協定世界時 (UTC) は全世界で時刻を記録する際に使われる公式な時刻である。この協定世界時に精度良く同期したシステムを持つ拠点を特定コミュニティ内に形成することで、分散協調処理が可能になる。例えば、天文観測における多地点の観測データ統合に役立つ。

GPS による高精度多地点流星電波観測 [2] が実際に行われている。多地点による観測で流星の軌跡を精密に決定することができるが、各拠点が高精度に保時されていると、さらに精度よく捉えることが可能になる。

5. 信頼性の確保に関する考察

このようなコミュニティは、相互信頼の上に成り立つものである。しかし、装置の故障や時刻データ改竄等に対処できるものでなければ情報基盤としての信頼性を確保することはできない。

次に、信頼性確保に関して、信頼の輪による時刻認証モデルの可能性について考察する。

認証技術の PKI (公開鍵基盤) において X.509 の PKI が第三者である認証機関から証明書を発行する仕組みであるのに対して、OpenPGP の PKI では信頼できる第三者が署名することによって公開鍵を確認するので認証局が存在しない。時刻認証においても、認証機関を介さずに時刻の正確さや事象の発生時刻を証明できれば、認証機関利用の費用が不要になるので、個人利用も含めた時刻認証の普及が見込める。

時刻の真正さを保証するためには通信パケットに挿入する時刻情報が送信者により改竄できないような仕組みが必要である。例えば、時刻を改竄すると時刻データの整合性がとれなくなることがわかるような、時刻を改竄しにくい、あるいは問題のない誤差におさめられる通信手順の仕組みにするなどの方法が考えられる。

他にも 1PPS 信号や時刻取得の高精度化、タイムスタンプの高精度化 [3] など検討すべきことはたくさんある。これらも含め、具体的な基盤の構築についての議論は今後の課題である。

6. まとめ

システム開発状況は、6 拠点の GPS を利用した NTP サーバ設置であり、現在のところ Windows 及び FreeBSD の PC 上で稼働している。

低コストで簡単に設置できることから、システム設定方法、ハードウェア製作方法等をオープンソース的に公開すること、また、導入コストを抑えたネットワークでの有効なアプリケーション例を示すことで普及が進むと考えている。

参考文献

- 1) 佐藤克久, 浅利一善: NTP 時刻同期精度の OS 依存性について, 国立天文台・水沢観測センター, <http://www.miz.nao.ac.jp/staffs/hisa/01TEsymposium.html> (2008 年 11 月確認)
- 2) HRO GPS による高精度多地点流星電波観測プロジェクトに関するページ, <http://hro.mydns.jp/> (2008 年 11 月確認)
- 3) 町澤朗彦, 北口善明: “割込みハンドラと高精度 PC によるソフトウェアタイムスタンプの精度改善”, 電子情報通信学会論文誌, vol. J87-B, no.10, pp.1678-1685 (2004)