

セシウム原子時計に基づくNTPサーバーの試作¹

5E-5

大野浩之(東京工業大学理学部情報科学科)²

鈴木茂哉((株)フォア・チューン)³

福島登志夫, 松田浩, 久保浩一(文部省国立天文台)⁴

1 はじめに

複数の計算機が、ネットワークを介して情報を交換しあいながらなんらかの処理を行なう場合には、各計算機が正確な時刻情報を保持し同期していることが前提となることが多い。インターネット上でこの前提条件を完全に満たすのは困難であるが、時刻をよりよい精度で保持するための試みは以前からつづけており、近年ではNTP(Network Time Protocol, RFC1305 [1]で規定)を用いた時刻同期が主流となりつつある。そこで、このNTPプロトコルを利用し、UTC(協定世界時)に同期した時刻情報をインターネットに供給することを目的として、セシウム原子時計を時刻源とする時刻情報供給システムを設計し実装した。本報告では、このシステム(NTP stratum 1 サーバと呼ぶ)について述べる。

2 NTP サーバによる時刻同期手法

NTPを利用した時刻同期は正確な時刻を得る何らかの手段が計算機ネットワーク上に存在する場合に有効な手法で、近年インターネット上で広く利用される利用されるようになった。NTPを用いた時刻同期システムでは、各計算機は「正確な時刻を保持する計算機」を頂点とした階層構造(stratum という)を構成し、各計算機は自分と同じ階層の計算機か自分より1階層だけ頂点に近い計算機から時刻情報を取得して自計算機の時計を修正する。したがって、頂点となる計算機(stratum 1 という)の精度がNTPを利用する全計算機の時刻精度を左右するという特徴を持つ。

3 セシウム原子時計の利用

現在、インターネット上にはstratum 1に該当する計算機がいくつか存在するが、日本国内にはまだ存在しておらず、stratum 2に該当する計算機が米国のstratum 1を参照して時刻をあわせている。このような現状を改善し国内にstratum 1を設置するために、WIDEプロ

ジェクトと文部省国立天文台は、同天文台に設置されているセシウム原子時計を時刻源とし、UTCに同期した時刻を保持する計算機をインターネットに公開する方針で1992年初頭より準備を開始した。[2][3]

具体的には、まず図1のような実験系を作成し、ネットワーク(イーサネット)上に正確な時刻を供給する実験を行った。この実験系は以下の要素から構成されている。

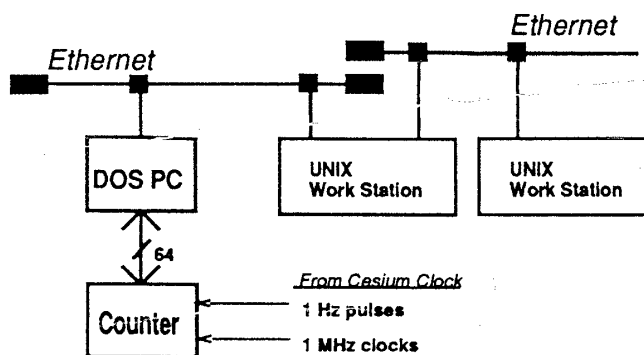


図1: 実験系の構成

1. セシウム原子時計(UTCに同期した秒信号とマイクロ秒信号を出力する)
2. 1からの信号を計数し現在の時刻を保持するカウンタ装置(図2)。
3. 2が保持する値を計算機内部に取り込むためのインタフェース装置。
4. 3およびイーサネットインタフェースを内蔵するパーソナルコンピュータ。
5. ネットワークおよびワークステーション。

上記のうちカウンタ装置が保持しPCに送出する値は、BSD UNIXにおける時刻情報の標準的なデータ形式であるstruct timeval型⁵と互換性を持たせ、計算機内部でのデータ変換を不要にした。

¹NTP Stratum 1 Server Using Cesium Clock

²Hiroyuki Ohno, Tokyo Institute of Technology

³Shigeya Suzuki, Fortune Co., Ltd.

⁴Toshio Fukushima, Kou Matsuda, Kouichi Kubo, National Astronomical Observatory

```
5struct timeval {
    long tv_sec;
    long tv_usec;
}
```

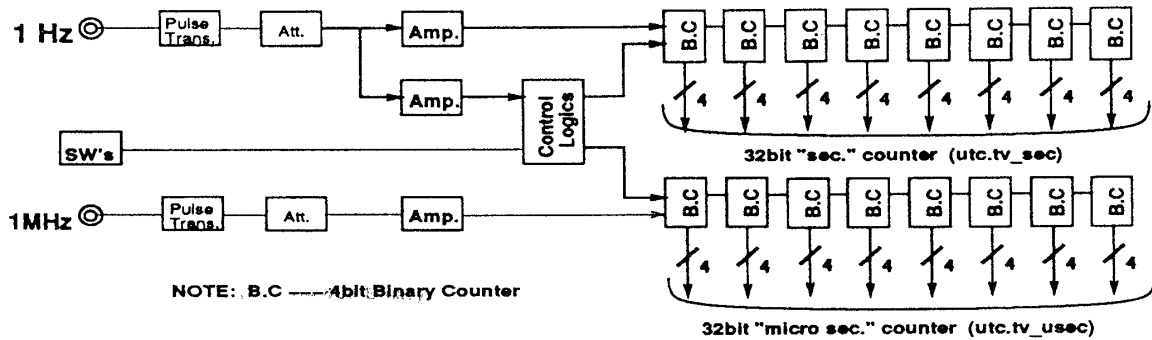


図 2: カウンタ装置の構成

この実験系を利用し、以下のような条件下で動作確認を行い良好な結果を得た。

- カウンタ装置が保持する値をパーソナルコンピュータ (OS は DOS) が読み込む。
- この値を UTC とみなして NTP パケットを作成し、ネットワーク上に送出する。
- ネットワーク上のワークステーションでこのパケットを観測する。

4 今後の展開

4.1 BSD/386 カーネルへの実装

本実験系を stratum 1 サーバとして定常運用するに際し、(1)RFC1305 を完全に満たす NTP サーバを DOS 上に構築することや、(2)NTP を既にサポートしているワークステーションにカウンタ装置を接続することなどを検討したが、今回はこれらの候補を排し、IBM PC 上で稼働する BSD UNIX (BSD/386) のカーネルを改造し、カウンタ装置が保持する UTC を直接カーネルに取り込む方法を採用した。同 OS はソースコードが入手でき、粒度が 1μ 秒の時計が利用できる前提で設計されており、さらにハードウェアの仕様も明確になっているといった特徴があり、既存の UNIX ワークステーションや、DOS が稼働しているパーソナルコンピュータなどと比べて実装上有利な条件が整っている。これにより、本実験系のパーソナルコンピュータは、アプリケーションに一切変更を加えることなしにセシウム原子時計精度の時刻を保持する UNIX マシンとして利用できる。

4.2 GPS 衛星の活用

セシウム原子時計は誰もが気軽に購入できる価格ではなく、運用環境にも制限が多い。これに対し、GPS 衛

星からの電波を利用すれば、実用的な精度の時刻同期が低価格で実現できる。そこで、GPS 衛星からの信号を利用して UTC を刻む装置を用意し、この装置の値を読み込む stratum 1 サーバを開発中である。

5 おわりに

現在、BSD/386 を OS とする IBM/PC 上に上記の方法にもとずくカーネルを実装している。実装が完了し次第、インターネット上で公開する予定である。

また、GPS 衛星を時刻源とする stratum 1 サーバを本年度中に WIDE インターネットの主要な NOC に設置する方向で準備を進めている。

謝辞

セシウム原子時計を利用した本システムの構築にあたっては国立天文台のスタッフ多大な協力と助言を得た。また WIDE プロジェクトの研究者からもさまざまな助言を得た。ここに記して感謝する。

参考文献

- [1] David L. Mills. Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis. RFC 1305, March 1992.
- [2] WIDE プロジェクト. 1992 年度 WIDE プロジェクト研究報告書 (第 15 部 NTP). Technical report, WIDE プロジェクト, 1993.
- [3] 大野浩之, 鈴木茂哉, 福島登志夫, 小笠原隆亮, 鈴木駿策, 松田浩, 久保浩一. セシウム原子時計を用いた ntp stratum 1 サーバの試作. In *IP Meeting '92*, November 1992. IP Meeting '92.