

O-7 ネットワークによる日本標準時供給システム

Japan Standard Time Distribution System by Network

今村 國康† 後藤 忠広† 金子 明弘† 今江 理人† 栗原 則幸†
 Kuniyasu Imamura Tadahiro Gotoh Akihiro Kaneko Michito Imae Noriyuki Kurihara

1. まえがき

当所は、日本標準時及び標準周波数を決定・維持・供給するという国民生活に直結した重要な業務を担っている。昨今では、計算機に対する時刻の供給、ネットワークを利用した時刻供給が切望されているところである。

当所では、NTP(Network Time Protocol)⁽¹⁾を使った時刻供給に関して、1992年より研究を開始し、NTP専用サーバの開発や共同研究を推進してきた。昨年からは、インターネット上に安定した高精度な時刻情報配信・配送網構築を行うことを目的として、一般利用可能なNTPサーバの公開実験等を行ってきた。

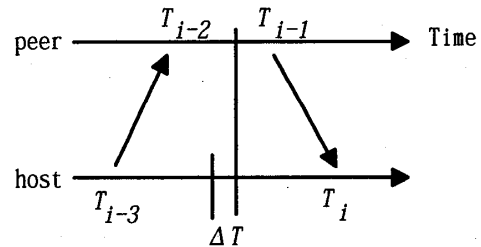
これらの経過を踏まえ、本年度よりネットワークを利用した日本標準時の供給を行うこととなったので、そのシステム等について以下に報告する。

2. NTPの概要

NTPは、時刻情報を提供するサーバと、その情報に従って時刻を同期させるクライアントから構成される。さらにサーバ/クライアントの関係は階層的に構成され、NTPにおける階層をstratumと呼ぶ。

stratum 1 のサーバとしては、協定世界時(UTC)に同期したサーバが想定されている。このサーバが一番上の階層として位置する。stratum 2 とは、stratum 1 のサーバの時刻に、NTPによる手法で同期している計算機を意味する。従って、stratum 2 サーバはstratum 1 サーバから見てクライアントとして位置する。同様にstratum 3 のサーバはstratum 2 サーバに対するクライアントとして位置する。NTPでは、このような階層で時刻同期を行っている。

時刻の同期方法は、第1図のようなパケットの交換による手法に基づき行われる。先ずクライアントの計算機(NTPではhostと呼ぶ)は、サーバ(NTPではパケットを送る相手は必ずしも上位のstratumである必要はなく、相手のサーバをpeerと呼ぶ)に対してパケットを送る。パケットには送出した時点の時刻 T_{i-3} (クライアントのローカル



第1図 NTPパケット交換

時刻)を入れておく。パケットを受け取ったサーバは受け取った時点の時刻 T_{i-2} をパケットに記録し、クライアントに送り返す。送り返す時点の時刻 T_{i-1} もパケットに記録する。クライアントは3つの時刻が記録されたパケットを受信することとなるが、受信時点の時刻 T_i も記録する。この4つの時刻のデータからサーバとクライアントの時計の差を算出する。NTPでは、このときのネットワークによる遅延量を、往復において同一と仮定して計算する。

サーバとクライアントの時計の時刻差は次式で計算される。

$$\Delta T = T_{peer} - T_{host} = \frac{1}{2}[(T_{i-2} - T_{i-3}) + (T_{i-1} - T_i)] \dots \dots (1)$$

クライアントはこの時刻差情報を多数得ることで平滑化し、ネットワークの遅延によるばらつきの影響を少なくする。クライアントはこれらの情報から、自身の時計の最終的な時刻差を算出する。

3. 供給システム

3.1 サーバ

stratum 1 サーバには、2種類のサーバを使用している。いずれのサーバも、日本標準時の元となるUTC(CRL)の1秒信号もしくは基準周波数を直接入力し、時刻の基準として動作する。

サーバの1つには、当所が開発したNTP専用機⁽²⁾を用いている。このNTP専用機は、(1)シングルタスク処理により、内部遅延のばらつきを減少、(2)1マイクロ秒の分解

† 独立行政法人 通信総合研究所

能, (3)NTP専用処理によるシンプル性, 等を特徴とする。UTC(CRL)の取り込みには, 1秒パルス信号を専用ハードウェアにより時刻カウンタ情報として取り込む。

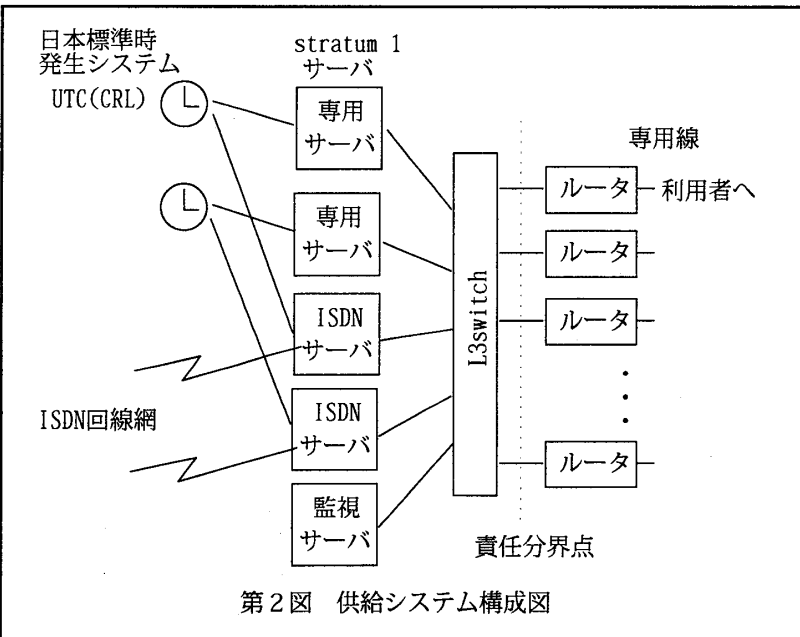
もう1種類のサーバとしては, NTT情報流通プラットフォーム研究所が開発したISDN回線による時刻供給サーバ⁽³⁾を採用している。このサーバの特徴は, 時刻情報の伝送にISDN回線を利用できるのと同時に, 基準となるクロック信号をISDN回線に使われているクロックを使用することで, 高精度にサーバ/クライアント間の時刻同期を図ることができるものである。UTC(CRL)の取り込みには, 10MHz信号及び1秒パルス信号を使用する。

3.2 システム構成

供給システムの構成を第2図に, 実際のシステム外観を第3図に示す。2種類のサーバをそれぞれ2系統用意し, 合計4台のサーバでNTP供給を行う。当所の日本標準時(UTC(CRL))発生システムは, 予備系を含めて2系統あり, それぞれの信号を使うことで, 冗長系を構成している。

供給を受けるには, 専用線(デジタルアクセス64k等)により, 本システムに直接接続を行う必要がある。多回線に対応するため, ルータとしてL3スイッチを用いている。

時刻情報の監視機構として, UNIXサーバを利用したシステムを現在準備中である。監視の方式としては, 一定時間毎にNTPによる問い合わせを各サーバに対して実行し, 自身の時刻と照合し, 誤差が一定範囲内であるかで判断する。また, NTPでの応答が無くても異常と判断する。異常の発生時には, メールによる通知などで, オペレータコールを行う。



第2図 供給システム構成図

3.3 システムの冗長性

先に述べたように, 2系統の時刻信号源(UTC(CRL))に対し, 2台ずつのサーバを用意し, システム異常による停止の可能性を低下させている。また, 2種類のサーバは元となる信号源を1秒パルスと周波数という異なったソースを利用しているので, この点でも冗長性に富んだ構成と言える。

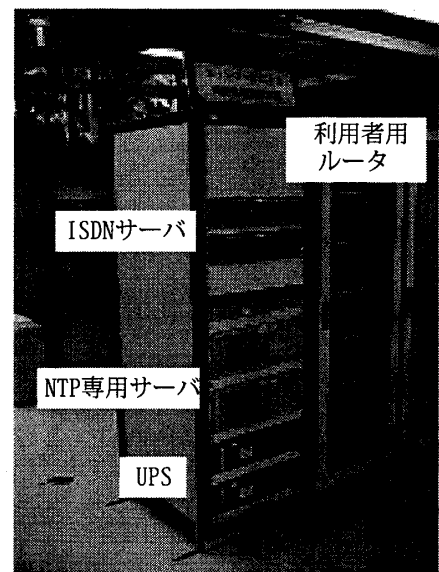
利用者への時刻情報伝送には, 専用線を用いているが, この回線の不具合発生時には, ISDNサーバによりISDN公衆回線を利用したバックアップを可能としている。

4. まとめ

本供給システムと同等なシステムは, 既に共同研究の枠組みの中で運用実績を作り, インターネット一般利用者からは, 公開NTPサーバ1台あたり120万リクエスト/日を超える利用を得ている。当所としては, 本システムの利用者として公共性の高い企業等利用者(インターネット・サービス・プロバイダ等)を想定しており, 個々の契約により標準時の提供を行っていく予定である。

参考文献

- (1) David L.Mills, "Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis", RFC-1305, 1992-3
- (2) 今村,後藤, "NTPによる時刻同期", 通総研季報, Vol.45, Mar./Jun. 1999
- (3) S.Ono, T.Yamashita, "Precision Synchronization of Computer Clock using ISDN", Asian・6 Computer Networking Workshop, Dec. 5,1996



第3図 実際の供給システム