

Evaluation of IEEE1588 on Linux Ethernet Driver

2011.12.9

富士通コンピュータテクノロジーズ

森暁生

■ はじめに

- 背景
- 時刻同期の種類/方法

■ IEEE1588とは

- 概要
- 適用分野

■ LinuxのIEEE1588対応

- Linuxの対応状況

■ PTPdによる時刻同期

- PTPdの概要
- PTPdの実施例

■ まとめ

- わかったこと
- 今後

■ 背景

- ネットワークの時刻同期ではNTPが使用されることが多いが、NTPによる時刻同期はミリ秒単位であるため、計測分野や産業分野の要求に応えられない
- IEEE1588は、計測や産業用の制御システム向けに、ネットワーク上で時刻を同期させるための方法を規定

■ 時刻同期の種類/方法

- NTP (Network Time Protocol)
 - ネットワークに接続された機器間で時刻を同期するためのプロトコル
- GPS (Global Positioning System)
 - GPS衛星は高性能の原子時計を内蔵しており、1.2/1.5GHz帯の電波で時刻を含むデータを地上に送信している。(出典: <http://e-words.jp/w/GPS.html>)
- 地上デジタルテレビ放送
 - 各放送局は「TOT」(Time Offset Table)と呼ばれる時刻情報を、映像や音声とは別のエンコード方法で自局の映像信号に圧縮なしに多重送出することを義務付けられている。(出典: <http://ja.wikipedia.org/wiki/>)
- その他に3G(第3世代移動通信システム)、テレホンJJY、電波時計など

■ 概要

■ IEEE1588

- ネットワーク上で時刻を同期させるための方法を規定
- PTP (Precision Time Protocol) とも呼ばれる
- 規格はIEEE 1588-2002とIEEE 1588-2008の2種類
 - 単にIEEE1588と言う場合は、IEEE 1588-2008を指すことが多い
- ハードウェア実装やネットワーク構成により、ナノ秒単位の同期精度を実現することが可能

■ IEEE 1588-2002

- 2002年に新しいIEEE規格であるIEEE 1588-2002を策定
- LAN経由での高精度な時刻同期が可能

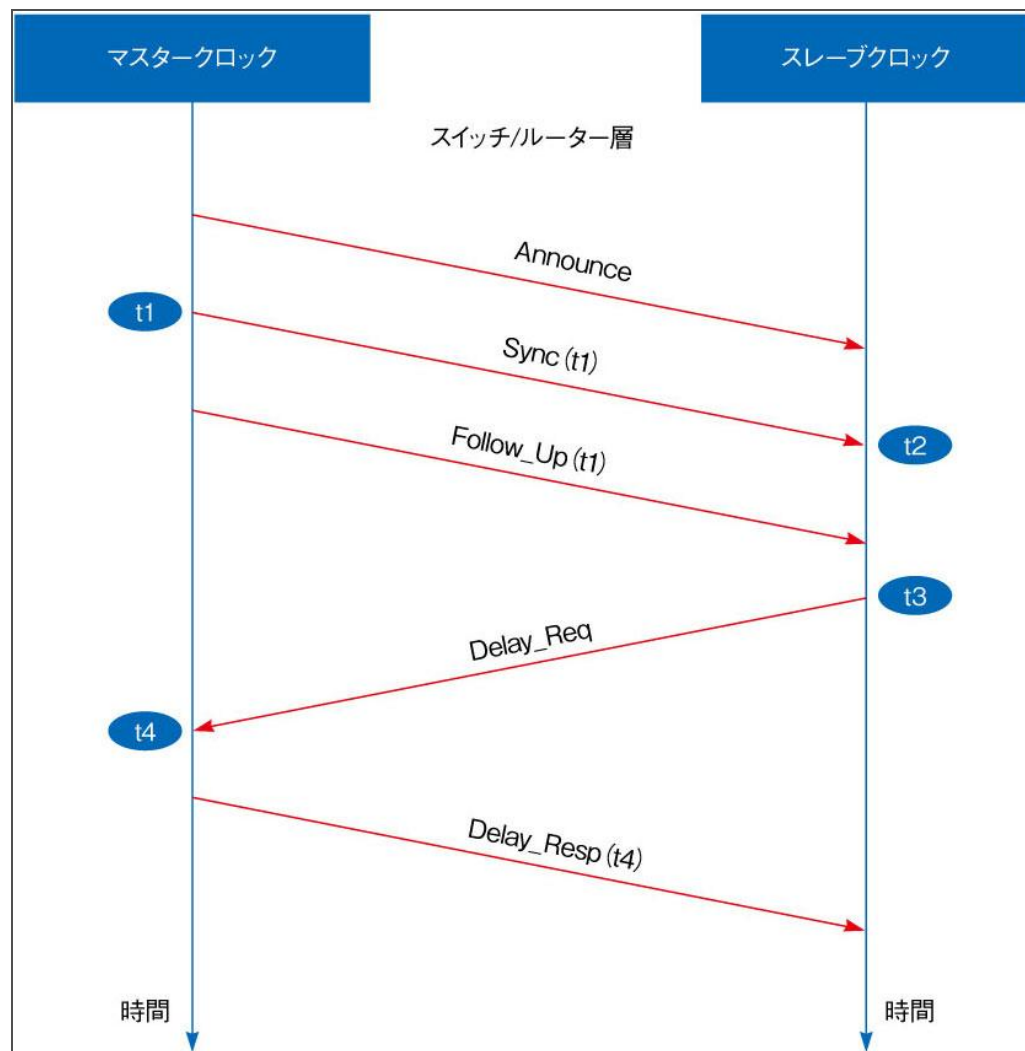
■ IEEE 1588-2008

- 2008年にIEEE 1588-2008を策定
- IEEE 1588-2002の改良版
- WAN対応やハードウェアタイムスタンプ機能を追加

■ 時刻の同期

- マスタークロックとスレーブクロック間の伝播遅延を求め、補正することにより時刻同期を実現
- Sync、Follow_Up、Delay_Req、Delay_Respメッセージによってt1～t4の時刻情報を生成
- スレーブ側はt1～t4の時刻情報を使用して伝播遅延を求める

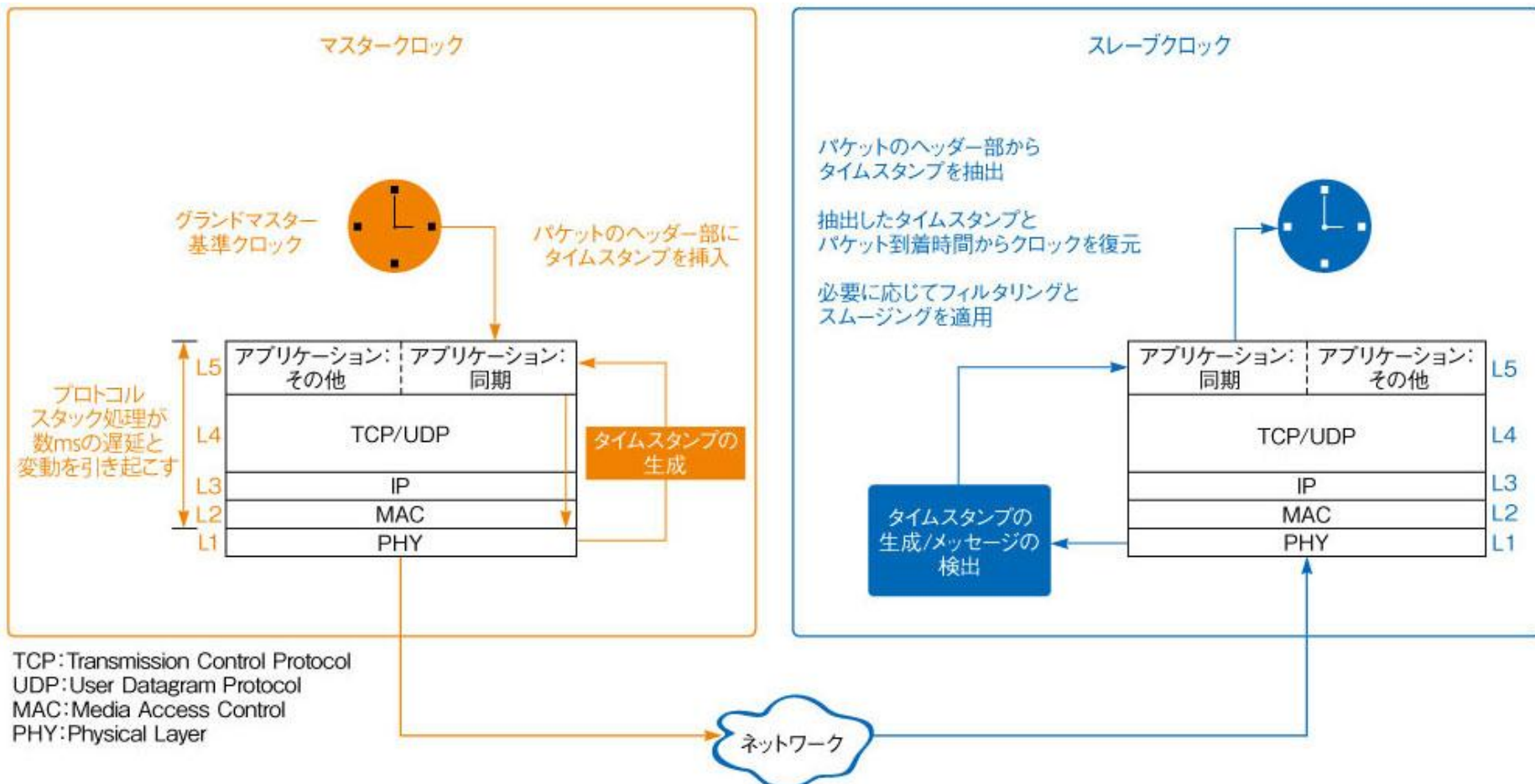
$$\text{伝播遅延} = \frac{(t2-t1) + (t4-t3)}{2}$$



出典: Webサイト「期待を背負うIEEE 1588-2008」
<http://ednjapan.cancom-j.com/issue/2011/2/80/7754>

■ マスター/スレーブにおけるタイムスタンプの生成

- ・ 予測できないスタック処理に要する遅延を避けるために、ハードウェアは物理層でパケットにタイムスタンプを付加する。



出典: Webサイト「期待を背負うIEEE 1588-2008」
<http://ednjapan.cancom-j.com/issue/2011/2/80/7754>

■ 適用分野

- IEEE1588は、計測や産業用の制御システム向けに策定
- ネットワークの時刻同期ではNTPが使用されることが多いが、NTPによる時刻同期はミリ秒単位であるため、計測分野や産業分野の要求に応えられない
- 現状は、正確な時刻同期を必要とする産業用オートメーションが主な適用分野と考えられる



■ Linuxの対応状況

■ linux-3.0で以下に対応

- Freescale Power アーキテクチャ
 - MPC8313ERDB, MPC8572DS, P2020DS, P2020RDB
- National Semiconductor DP83640
 - 高精度 PHYTER (IEEE1588 高精度タイム・プロトコル・トランシーバ)
- Intel IXP465
 - ネットワーク・プロセッサ

```
Merge branch 'timers-ntp-for-linus' of git://git./linux/kernel/git/tip/linux-2.6-tip
```

```
* 'timers-ntp-for-linus' of git://git.kernel.org/pub/scm/linux/kernel/git/tip/linux-2.6-tip:
ntp: Fix dp83640 build warning when building statically
ntp: Added a clock driver for the National Semiconductor PHYTER.
ntp: Added a clock driver for the IXP46x.
ntp: Added a clock that uses the eTSEC found on the MPC85xx.
ntp: Added a brand new class driver for ntp clocks.
```

出典: <http://git.kernel.org/>

commit: 22e12bbc9bc38c6d0bd541d061a0f547596fc19d

■ PTPd の概要

- PTPデーモン(PTPd)は、IEEE1588規格で定義されている高精度時間プロトコル(PTP)を実装している
- Linux、uClinux、FreeBSDとNetBSD上で動作する
- PTP Version 1は、IEEE 1588-2002を実装
 - [ptpd-1.1.0.tar.gz](#) (2010-11-19)
- PTP Version 2は、IEEE 1588-2008を実装
 - [ptpd-2.1.0.tar.gz](#) (2010-11-16)
- ライセンスは、“BSD-style license”

Last site update: 12 October 2010 | Latest PTPd version 1: 1.1.0 Latest PTPd version 2: 2.1.0 | PTPd is hosted by SOURCEFORGE.NET

PTPd

(Version 1 and Version 2)

PTPd
Project Page
Download
Browse Source
Documentation

Related Projects
IEEE 1588
LXI Consortium
NTP

The PTP daemon (PTPd) implements the Precision Time protocol (PTP) as defined by the relevant IEEE 1588 standard. PTP Version 1 implements IEEE-1588-2002, and PTP Version 2 implements IEEE-1588-2008. PTP was developed to provide very precise time coordination of LAN connected computers.

PTPd is a complete implementation of the IEEE 1588 specification for a standard (non-boundary) clock. PTPd has been tested with and is known to work properly with other IEEE 1588 implementations. The source code for PTPd is freely available under a BSD-style license. Thanks to contributions from users, PTPd is becoming an increasingly portable, interoperable, and stable IEEE 1588 implementation.

PTPd can run on most 32-bit or 64-bit, little- or big-endian processors. It does not require an FPU, so it is great for embedded processors. PTPd currently runs on Linux, uClinux, FreeBSD, and NetBSD. It should also be easy to port to other platforms.

PTPd is free. Everyone is welcome to use and contribute to PTPd.

The PTPd project would like to thank the following for their kind donations of equipment and time:

Meinberg Corp
Donation of an m600 PTPv2 GPS Grandmaster Clock
Sentex Data Communications
Hosting the FreeBSD Network Test Cluster
The FreeBSD Foundation
Providing testing resources for the PTPd Project

出典: <http://ptpd.sourceforge.net/>

■ PTPdの実施例

■ ptpd-1.1.0を使用

- 構成はマスタとスレーブ1対1

マスタ

eth2 [00:04:9f:01:74:2b]

スレーブ

eth2 [00:04:9F:01:36:F7]

デバッグ文を出力するようにビルドして実施
[使用したオプション]

-b NAME: bind PTP to network interface NAME
-g: run as slave only

```
-sh-3.2# date
Thu Dec  8 10:53:08 UTC 2011
-sh-3.2# ./ptpd1-e500v2-debug -b eth2
...省略...
(ptpd debug) state PTP_MASTER
(ptpd notice) Port state changed to mst
^C(ptpd notice) shutdown on interrupt signal
```

```
-sh-3.2# date
Thu Dec  8 10:53:38 UTC 2011
-sh-3.2#
```

```
-sh-3.2# date --set="2011/11/11 11:11"
Fri Nov 11 11:11:00 UTC 2011
-sh-3.2# ./ptpd1-e500v2-debug -b eth2 -g
...省略...
(ptpd debug) updateForeign: new record (0,1) 1 1 00:04:9f:01:74:2b
(ptpd debug) state PTP_PTP_SLAVE
(ptpd debug) initClock
(ptpd debug) Q = 0, R = 5
(ptpd notice) Port state changed to slv
(ptpd notice) resetting system clock to 1323341614s 231693000ns
(ptpd debug) initClock
(ptpd debug) offset from master:      -2331726s -972778000ns
(ptpd debug) observed drift:         0
^C(ptpd notice) shutdown on interrupt signal
```

```
-sh-3.2# date
Thu Dec  8 10:53:38 UTC 2011
-sh-3.2#
```

■ わかったこと


- PTPdを使用してマスタとスレーブ1対1の時刻同期は実現できた
 - ただしソフトウェアタイムスタンプでの時刻同期
 - ハードウェアタイムスタンプ機能を使用した時刻同期はできていない
 - カーネルコンフィグレーションを有効にするだけでは動作しない
 - 使用方法が理解できていない
 - 時刻同期の精度が不明

```
■ Documentation/ptp/配下のテストプログラム実施例
-sh-3.2# ./testptp -g
clock time: 1232.444810761 or Thu Jan  1 00:20:32 1970
-sh-3.2#
```

■ 今後

- linux-3.0にマージされたことから、今後普及すると考えられる
 - WAN対応したことで広域な計測が可能
 - サーバ装置などでNTPからの乗り換え
 - “段取り時間”短縮
- 通信機器、自動車、スマートグリッドなどで使用されることで、新たな適用分野が開拓されるかも

※文中に記載されている他社の製品名、サービス名等はそれぞれ各社の商標です。



FUJITSU

shaping tomorrow with you