

広域電力系統の高速制御ネットワークの大規模・高信頼化方式の開発

－IEEE 1588 による時刻同期網の大規模化・高信頼化手法とその検証－

キーワード：時刻同期, PTP, 揺らぎ, イーサネット,
L2/L3 スイッチ

報告書番号：R13023

背景

当所では、系統保護情報を IP ネットワークに収容するために、高精度時刻同期技術である IEEE 1588 (Precision Time Protocol : PTP)¹⁾ の系統保護情報伝送への適用を検討している。これまで PTP 対応の L2 スイッチ (PTP L2SW)²⁾ や既存の L2 スイッチ (L2SW)・L3 スイッチ (L3SW) を適用した小規模な PTP 時刻同期網における同期精度の評価を行い、所要同期精度 (100 μ s 程度) を満足することを明らかにした³⁾。PTP 時刻同期網の実用化に向けて、その大規模化や高信頼化の手法を明らかにすることが必要である。

目的

所要同期精度を満たす PTP 時刻同期網の大規模化と高信頼化の手法を提案し、実機により同期精度を評価する。

主な成果

1. PTP 時刻同期網の大規模化と高信頼化に対する課題と解決手法

- (1) 大規模な L2SW ネットワークまたは L3SW ネットワークは、経路制御できるノード数に制限があるため、経路制御可能な単位に分割されている。このような分割ネットワークにおける PTP 時刻同期網の構成法はこれまで示されていない。このため、IRIG-B⁴⁾を用いて分割ネットワーク間を接続し、PTP 時刻同期網を大規模化する手法を提案した (表 1)。
- (2) PTP 時刻同期網の高信頼化のためには分割ネットワークの接続や、PTP スレーブ装置の接続点となる L3SW を高信頼化する必要がある。このためには L3SW の主要な冗長化方式である VRRP⁵⁾の適用が有効である。

2. PTP 時刻同期網の大規模化・高信頼化手法の実機による精度評価

- (1) 提案する大規模化手法について評価した結果、L2SW ネットワーク、L3SW ネットワークの場合、同期精度は中継スイッチ数やアプリケーションの packets 長に依存し、数十 μ s である。一方、PTP L2SW を用いた場合は、サブ μ s 以下の同期精度となることを確認した (表 2)。
- (2) VRRP を適用した場合、L3SW の障害時切り替え中 (4 秒程度)、切り替え前後とも同期精度については、アプリケーションの packets が無い場合でサブ μ s 以下、アプリケーションの packets がある場合で (1) と同様数十 μ s となった。

以上により、提案手法による PTP 時刻同期網の大規模化と高信頼化の見通しを得た。

注 1) マスタの時刻にスレーブが合わせる時刻同期技術で、ハードウェア処理で行うため非常に精度が高い。

- 2) L2SW 内部でバッファに滞留が発生した場合、滞留時間を計測し、PTP スレーブに伝送する機能を持つ L2SW を指す。この L2SW を用いると高い同期精度が得られる。
- 3) Y. Serizawa, F. Fujikawa, E. Ohba, Y. Akagi, H. Iwaki, "Prototype and Evaluation of Communication Network for a WAMPAC System Based on International Standards," CIGRE,2013 Colloquium, D2-01_24, Mysore (INDIA) , November 13-15, 2013
- 4) 米国のIRIG (Inter Range Instrumentation Group) 配下のTelecommunication Working Group が規定した時刻信号フォーマットである。IRIG-AからHまであり、そのうちのIRIG-Bが普及している。
- 5) VRRPはVirtual Router Redundancy Protocolの略でL3SWノードを冗長化するプロトコル

表 1 提案する大規模化手法 (集中方式/分散方式)

項目	集中方式	分散方式
構成		
動作概要	PTP マスタの IRIG-B 出力を分配器経由で PTP マスタ 1~n に接続し、時刻同期を確立	PTP スレーブの IRIG-B 出力を PTP マスタ 1~n に接続し、時刻同期を確立
PTPマスタの配置	PTP マスタ 1~n は集中して配置	PTP マスタ 1~n は分散して配置可能
	PTP マスタは、それに同期するネットワークの遠くに配置される場合あり	PTP マスタは、それに同期するネットワークの近くに配置可能
IRIG-B 機能	IRIG-B の分配器が必要	時刻情報を中継する PTP スレーブに IRIG-B の出力機能が必要
適用先	各 L2/L3SW ネットワークが地理的に近い場合	各 L2/L3SW ネットワークが地理的に遠い場合

表 2 大規模化手法の評価結果 (抜粋)

大規模化手法	L3SW による構成	L2SW による構成
集中方式	同期精度は数十 μ s (条件: 既存 L3SW 使用、アプリケーションパケット長 1518 バイト、中継数 7 段)	同期精度は数十 μ s (条件: 既存 L2SW 使用、アプリケーションパケット長 1518 バイト、中継数 7 段)
分散方式	同期精度はサブ μ s 以下 (条件: PTP L2SW 使用、アプリケーションパケット長 1518 バイト、中継数 5 段)	同期精度はサブ μ s 以下 (条件: PTP L2SW 使用、アプリケーションパケット長 1518 バイト、中継数 6 段)

関連研究報告書	「電力用通信網における高精度時刻同期方式の適用検討－IEEE1588に基づく広域時刻同期網の評価－」 R11029 (2012.6)
研究担当者	藤川 冬樹 (システム技術研究所 通信システム領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 システム技術研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : serl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

報告書の本冊(PDF版)は電中研ホームページ <http://criepi.denken.or.jp/> よりダウンロード可能です。

[非売品・無断転載を禁じる] © 2014 CRIEPI 平成26年6月発行