

高精度時刻同期に基づく遅延保証光ネットワーク

Delay bounded optical communication network based on precision time synchronization

服部 嗣生[†] 志賀 信泰[‡] 安田 哲[‡] 滝沢 賢一[‡] 巳鼻 孝朋[†] 堀崎 遼一[†] 成瀬 誠[†]
 Tsuguo HATTORI[†] Nobuyasu SHIGA[‡] Satoshi YASUDA[‡] Ken-ichi TAKIZAWA[‡]
 Takatomo MIHANA[†] Ryoichi HORISAKI[†] and Makoto NARUSE[†]

[†] 東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻

[‡] 情報通信研究機構

概要

情報技術の発展に伴い大容量かつ低遅延の光通信技術の導入が検討されているが、複雑なプロトコルによる調停のボトルネックの問題が存在する。時刻同期技術の利用により当該問題の解決が図られており、高精度時刻同期技術である Wi-Wi が考案されている。Wi-Wi を利用した CSMA/AP と呼ばれる MAC プロトコルが考案され、無線系と光系で実証実験も行われたが、キャリアセンスによる問題がある。また Wi-Wi はクロックの変動である時刻同期ジッタ精度が 20 ps 程度と非常に小さく、これを活用することが望ましい。本研究ではキャリアセンスを用いず、Wi-Wi の時刻同期ジッタ精度を活かした高精度時刻同期に基づくリング型光ネットワークにおける新たなプロトコルを提案する。差動計測を用いることで所望の送信タイミングを計測することができることを示す。また 3 ノードによるリング型光ネットワークを構築し、提案手法の原理検証実験を行った。結果、時刻同期精度より小さい間隔でパケット送信が可能であることを示した。

Abstract

With the rise of information technology, there is a growing consideration for the integration of high-capacity, low-latency optical communication technology. One challenge is the arbitration bottleneck. This has been tackled using timing synchronization technology, with a novel high-precision variant named Wireless Two-way Interferometry (Wi-Wi). A MAC protocol, CSMA/AP, which employs Wi-Wi, has been introduced and tested in both wireless and optical systems. However, it does face carrier sensing challenges. Wi-Wi boasts a timing synchronization jitter accuracy of approximately 20 ps, an impressively low figure, making it an attractive choice. This study introduces a new protocol for a ring-type optical network that hinges on Wi-Wi's precise timing synchronization without the need for carrier sensing. We demonstrate that desired transmission timing can be accomplished through the proposed protocol leveraging differential measurements. A prototype ring-type optical network consisting of three nodes was developed, and tests on the proposed method were carried out. Results reveal the potential for packet transmissions at intervals even shorter than the timing synchronization accuracy.

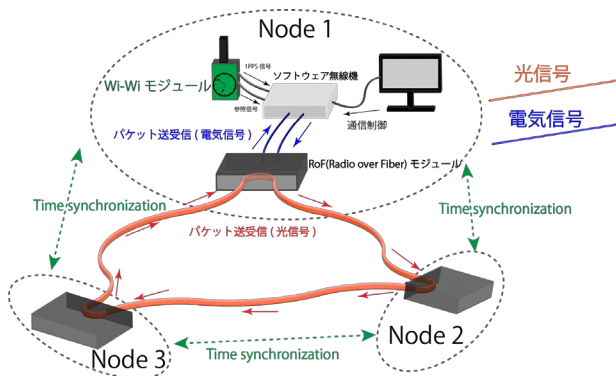


図 システム概要図

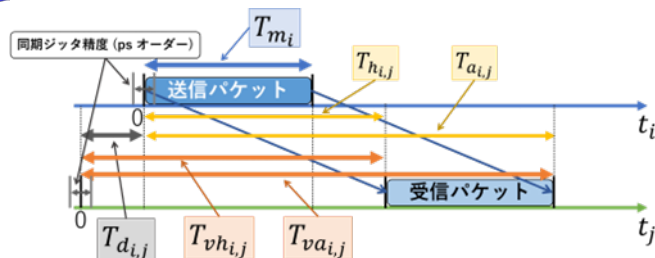


図 時刻同期精度($T_{d,i,j}$)を考慮した概念の導入