

高速 LAN 構築への光無線方式の適用性

1 V-3

若森和彦 山下裕久 林 武史 鈴木華代* 長尾 充* 池田弘明*

浜松ホトニクス(株) 中央研究所 / TAO 研究フェロー

*通信・放送機構浜松リサーチセンター

1. はじめに

近年、マルチメディア情報の普及に伴い、ネットワークに対する高速化の要求がますます高まってきている。そのため 100Mbps Ethernet, 155Mbps ATM LAN 等が普及してきているが、公衆網や専用線を経由する場合、通信速度やコスト等の問題からの制約により、実効的な通信速度は 10Mbps Ethernet にも及ばない状態である。そこで最近、比較的近距离にあるビル間等を簡易に接続する手段として、無線方式が実用化しつつある。光無線方式は電波方式のような制約が無く、光の持つ広帯域性を活かせるため、高速 LAN への適用が期待されている。ただし、屋外での光無線方式は気象等の影響を受け易いため、これまでは近距离でかつ 10Mbps 程度の速度での利用にとどまっていた。しかし、インターネット等のコンピュータ間通信では、平均的に大きな回線容量が確保されれば瞬間的な回線速度の低下は許容されるようになってきた。

そこで今回我々は、数 km の比較的長距離における光無線方式の 155Mbps ATM LAN への適用実験を行い、光無線方式の高速ネットワークへの適用性に対する検討を行ったので報告する。

2. 光無線方式における屋外伝搬特性

屋外光伝送では、気象条件や大気の状態の影響を大きく受ける。これらは伝送品質を劣化さ

せ、デジタル伝送においては伝送符号の誤りを発生させる。符号誤りを生じさせる要因としては、大気構成分子の吸収や雨滴や霧滴等の散乱による受光パワーの低下、伝送路上の大気温度分布の変動によって生じる大気屈折率変動によるシンチレーションがある。前者は主にランダムな誤りを発生させ、後者は、バースト的な誤りを発生させる。

図 1 に長距離伝送路 (6km) で計測した光無線伝搬特性の一例を示す。測定は 155Mbps の擬似ランダム符号を送り、60s 毎に計測した。

上段は Bit Error Rate (符号誤り率: 以下 BER), 下段は %Error Free Sec (符号誤り無し時間率: 以下 %EFS) を示す。

図 1 において、BER が悪化しても %EFS が大きく低下しない部分は比較的長いバースト誤りが発生しているためと考えられる。また、 $BER < 1.0 \times 10^{-6}$ の場合にも %EFS の低下は少ないことがわかる。

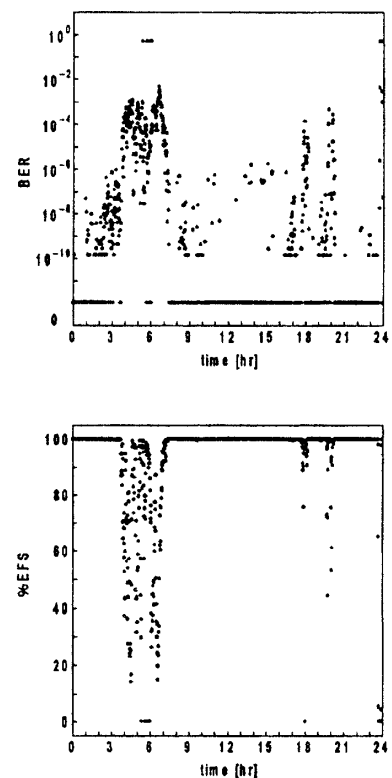


図 1 光無線伝搬特性
伝送距離: 約 6km

Application of the Optical Wireless System to High-speed LANs

Kazuhiko Wakamori, Hirohisa Yamashita, Takeshi Hayashi, Kaya Suzuki*, Mitsuru Nagao* and Hiroaki Ikeda*

HAMAMATSU PHOTONICS, K.K. Central Research Lab.

*Hamamatsu Research Center, Telecommunications Advancement Organization

3. 高速 LAN (155Mbps ATM) への適用実験

回線状況の変動が通信速度に与える影響を実験的に調べた。ただし、2項で述べた様な誤りの発生状態を擬似的に生成し、安定に保つために、任意に誤りを挿入できるような伝送路を構築して計測を行った。実験は、LAN において最も一般的な TCP/IP Protocol を用い、Packet size 8KByte のデータを 20K 回 (total:160MByte) 転送するのに要した時間から通信速度を算出した。

その結果、ランダム誤りの場合、図2に示すように $BER < 1.0 \times 10^{-6}$ までは顕著な速度低下は見られず、 $BER > 1.0 \times 10^{-5}$ になると急激に通信速度が低下することがわかった。一方、バースト誤りの場合、発生頻度によって通信速度の低下の度合は異なるが、発生頻度が毎秒1回程度の場合には、1ms 程度のバースト長でも通信速度の低下は 40%程度 (100Mbps \rightarrow 60Mbps) であることが計測された。また転送する Packet size を変えた実験では、誤り発生が多くなり再送処理が増加する場合には、Packet size を小さくすると Packet の生き残る確率が増え、通信速度が低下する度合を小さくすることがわかった。

2項の結果にも示されるように、 $BER < 1.0 \times 10^{-6}$ の場合やバースト誤り発生時では %EFS の低下は小さく、この様な場合、平均的データ転送速度の低下は軽微であると考えられる。これらの結果より、比較的長い距離においても光無線が高速 LAN へ適用可能であることが確認された。

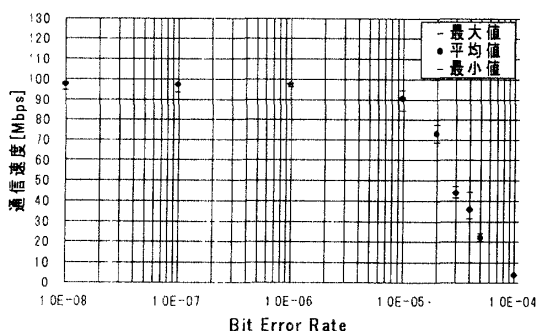


図2 ランダム誤りによる通信速度の変動

4. 光無線環境におけるアプリケーション動作

光無線を用いたネットワーク環境におけるアプリケーション動作を検証するために、ここでは特にリアルタイム性を要求される MPEG2 の映像配信実験を行った。

図3に示すように ATM Switch を介して、動画サーバとクライアント間を光無線により接続した。なお動作の評価実験においては、動画サーバと ATM Switch 間に符号誤りを挿入した。MPEG2 映像データをリアルタイムに配信する動画サーバ 1 台に対して、リアルタイムに配信を受けるクライアント 5 台で同時に約 15 分間の映像を配信したところ、伝送路の BER が 1.0×10^{-6} 以下であれば 5 台のクライアント側では配信された映像を違和感なくモニタすることができた。また、ATM Switch 間の実効通信速度は 100Mbps 以上で維持され、標準的ディレクトリ検索等も問題なく利用できることが確認された。

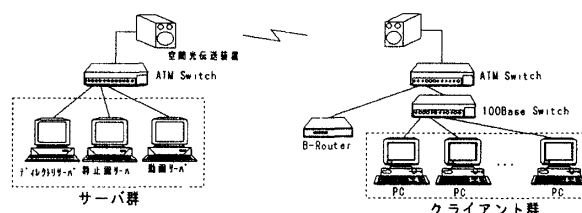


図3 光無線接続による動作環境

5. まとめ

屋外光無線を用いた高速 LAN システムを想定し、その伝送路の特性と通信能力の評価を行った。また、実際に 155Mbps ATM LAN システムに適用して、映像等の大容量データ通信のアプリケーション動作実験を行い、100Mbps 以上の実効通信速度が維持され、光無線方式が高速ネットワークへ適用できることを確認した。

これらの結果から、数 km 程度のエリア内の複数のビル間にまたがる高速 LAN やイベント会場での臨時回線の構築に、光無線方式が非常に有効な手段となり得ることが確認された。