

光ファイバプリッタを用いた1対多の 動画像マルチキャスト手法の評価

奥田 篤士・谷口 和也・金子 智彦・
田中 光也・桜井 哲真

日本政府が打ち出したIT遠隔教育環境の充実にあわせて、日本の各大学はIT遠隔教育環境を高いコストパフォーマンスで実現することが求められる。本論文では、一方向ではあるが、多地点配信を可能とする光ファイバプリッタに着目して、教育機関内に整備されている光ファイバネットワークの接続を変更し、光ファイバプリッタを用いることで複数地点への動画像配信が可能であることを示した。光ファイバプリッタを用いることで映像劣化および映像信号の遅延が懸念されたが、マルチキャスト対応のスイッチを用いた場合と比較しても遜色はなかった。これは、マルチキャスト対応でないネットワーク設備を持つ教育機関に対して遠隔教育に有用な動画像多地点配信に道を開く示唆を与える。また、本手法を実際の遠隔講義環境に適用して授業を行った結果についても報告する。

キーワード

e-Learning、遠隔講義、マルチキャスト、光ファイバプリッタ

1. はじめに

日本政府が打ち出したe-Japan戦略IIでは、ネットワークを活用した教育環境の拡充が打ち出されている^[1]。ネットワークを教育に活用することで、講師と学生が時間と場所のいずれか、または両方を離れた状況で講義を行うことが可能となる。この種の教育形態としては、学生が個人的な理解度にあわせて学習を行う「個別学習」や、相互にネットワーク接続された複数の教育機関の学生が集団として学ぶ「協調学習」および「集合学習」がある^[2]。ネットワーク活用の教育形態がもたらす効用に着目した報告では、学生の授業機会の増大^[3]や仮想空間を用いた中国語マルチメディア教材の開発^[4]、一般の教育機関が行うことの難しい理科実験の提供等^[5]が挙げられる。ネットワーク活用の教育が注目を集めている要因の一つは、さまざまな教育機関の魅力ある授業を時間と距離の制約を越えて受講したいという学生や社会人が増えていることにあると考える。さらには、多雪・多雨地域の通学負担軽減などの社会的な要請の高まりもその一つであると考えられる。

利点の多いネットワーク活用の教育形態であるが、特に「集合学習」では一つの教育機関から多数の教育機関

への広帯域通信が必要となる。このような多地点配信を実現する手法の一つにマルチキャスト技術があり、多くの応用研究がなされている^{[6],[7]}。しかし、現実には研究の多さにもかかわらず、マルチキャスト技術を用いた実用的な遠隔講義が広く普及しているとは言い難い現状がある。この理由としては、バックボーンネットワークの整備が遅れている地方の教育機関ではマルチキャスト通信が困難であるという事情や、一般的な教育機関では高価なマルチキャスト対応機材がそろえにくい現状を挙げることができる。

マルチキャスト技術以外で多地点配信を実現する手法の一つにPassive Optical Network : PON方式がある^[8]。この手法では、1台の送信側と複数の受信側を受動部品である光ファイバプリッタと制御ユニットを介して接続する。PON方式はマルチキャスト技術と比較して、双方向の多地点配信を低コストで可能とする技術であるが、光ファイバプリッタの接続箇所に必要な信号衝突回避のための制御ユニットが高価である。遠隔講義においては、講師側教室から学生側教室への映像は、学生の学習理解を助ける高品質映像が望まれる。しかし、学生の受講の様子や時々生ずる生徒の質問を伝える学生側から講師側への通信は、高品質な映像の必要性が小さいと考えられる。光ファイバプリッタを用いた多地点配信のネットワークは、単方向と限定すると信号衝突回避のための制御ユニットが不要となり、PONよりコスト面

で有利になると考えられる。

本論文では、多地点配信を実現する手法として光ファイバスプリッタを用いた構成を提案し、実際の大学構内で光ファイバネットワークの接続を変更して光ファイバスプリッタを適用した結果について述べる。また、映像通信に通常用いられるATMネットワークとイーサネットの2種類のネットワークプロトコルにおいて、プロトコルに応じた接続形態とすることで光ファイバスプリッタの適用が可能であることを示す。さらに、光ファイバスプリッタを用いることで、遠隔講義環境に必要な複数カメラ映像の多地点配信が実現可能であることを示す。

2. 光ファイバスプリッタを用いた多地点配信

光信号は、光ファイバスプリッタを経由することで信号強度は減衰するものの、複数の光ファイバに分配することが可能である。この特性を用いた多地点配信の可能性については以前から指摘されていたところであるが、本論文では遠隔講義が可能なネットワーク構成を提案し、実際の運用を行った結果について述べる。本論文で用いた光ファイバスプリッタを含む光ファイバケーブルを図1に示す。光ファイバケーブルは1入力の端子と16出力の端子を持つ長さ2m30cmのシングルモード光ファイバケーブルである。出力の光ファイバはコネクタを用いることで必要な長さに延伸することが可能である。この光ファイバケーブルでは光ファイバスプリッタ部分で

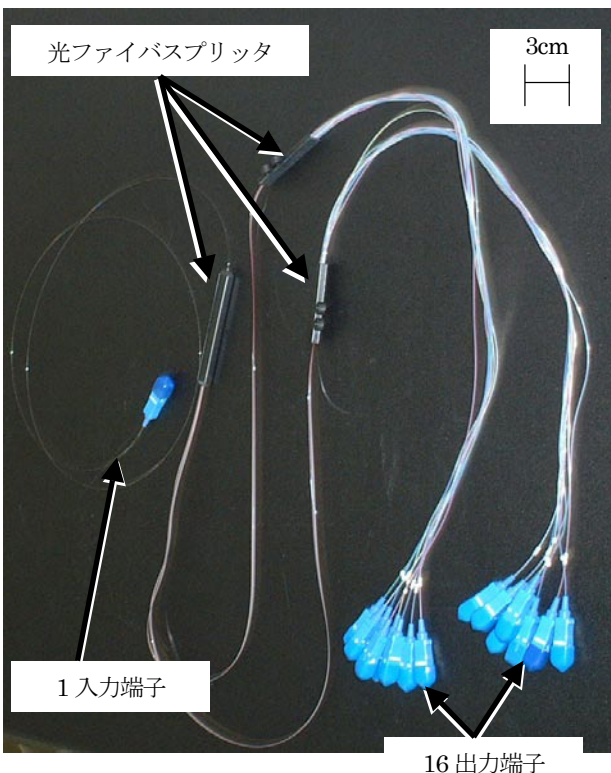


図1 本論文で使用した光ファイバケーブル

の光信号強度の減衰（パワーロス）が生じる。入力に対する16の出力端におけるパワーロスは平均で -13.77dB であった。一般的な長さ2km、コア径 $9.5\mu\text{m}$ 、クラッド外径 $125.5\mu\text{m}$ の石英シングルモード光ファイバのパワーロスが -0.82dB 程度であることを考慮すると、本論文で用いた光ファイバケーブルのパワーロスは小さくない。しかし、一般的なシングルモード光ファイバのネットワークインターフェースカードは $-8\text{dBm} \sim -34\text{dBm}$ の幅広い受光許容レンジを持つことが分かっている。本光ファイバスプリッタと2kmのシングルモード光ファイバと2台のパソコンを用いて接続したところ、パソコン同士の通信が可能であった。このことから、本論文の光ファイバスプリッタを使用してもパワーロスの影響は小さく、教育機関の構内ネットワークに本光ファイバスプリッタを接続しても通信の途絶は生じないものと考えられた。

本論文において、映像は送信側から受信側への同報通信とし、受信側が自端末宛てのデータのみを取得してそれ以外は破棄する設定とした。この構成では、1端子の送信側から多端子の受信側への一方向のみの通信を行うこととなるので高価な制御ユニットを必要とせず多地点配信が可能である。イーサネットの場合にはネットワークの仕様で同報通信ができるが、ATMネットワークの場合には同報通信のためにATMスイッチやLAME等を利用することが求められる。本論文で挙げた手法の利点は、イーサネットやATMネットワークに関係なく同報通信ができること、メタル系イーサネットに比べて長距離の通信が可能なことである。ただし、16端子の出力側から1端子の入力側への通信は、光ファイバスプリッタ箇所では16端子側からのデータが相互に衝突する可能性があるため、本論文では行わない構成とした*。

3. 光ファイバスプリッタを用いた多地点配信の環境構築

本章では、100Mbps以上の帯域を持つ2種類の光ファイバネットワーク上で光ファイバスプリッタを用いて行った映像情報の分配実験の結果について述べる。最も重要な点は、光ファイバスプリッタを映像通信が可能なATMおよびイーサネットプロトコルに適用する場合、プロトコルに応じたネットワークの接続形態とする必要があったことである。これについては、3.2節および3.3節で詳述する。なお、実験では、1:3の分配を行ったが1:16の通信に拡張することが可能である。

* 授業構成上、生徒側の質問音声の送信などで必要な場合は100BASE-TXイーサネットなどの別回線を併用して逆方向通信を行う

使用した動作周波数400MHzのパソコン（以下PCと称する）には、ATMネットワークのインターフェースカード（以下、ATMネットワークカードと称する）またはギガビットまでの通信が可能なイーサネットのインターフェースカード（以下、イーサネットカードと称する）を搭載した。PCの動作周波数が現在市販されているものに比べて低い数値となっているが、実験への影響がないことを確認している。送信側PCは、先のカードに加えてMPEG2リアルタイムエンコーダカードを搭載し、受信側PCはMPEG2リアルタイムデコーダカードを搭載した。MPEG2形式の映像は、TV品質の映像に比べて文字の視認性が高く、遠隔教育などでの利用が進んでいる^[9]ので採用した。

3.1 ネットワークによる通信クロック取得手段の差異

現在、映像通信に多用されるデータリンク層は2種類存在する。一つは、ATMネットワークであり、もう一つは、イーサネットである。前者はバックボーンネットワークとして幅広く利用されている。また、1999年から2004年3月まで稼動したJGN（Japan Gigabit Network）の主要なネットワークであった。後者はLANにおける主要なネットワーク形態であり、最近ではその帯域の増大とともに通信のバックボーンネットワークへの適用が始まっている。

前述の映像通信が可能な2種類のネットワークは、そのままでは相互に互換性を持たない。加えて、通信に必要なクロックの取得方法が異なる。ネットワーク上の通信機器は、ネットワークに設定された速度にあわせて通信する。これをクロック従属と言う。通信クロックの取得方法は、2通りある。一つはネットワーク機器が通信クロック発生源を所有している方法であり、もう一つは受信した信号からクロック成分を取り出す方法である^[10]。ATMネットワークは、受信した信号からクロック成分を取り出すことができ、なおかつクロック発生源を持つ。ギガビットイーサネットは、クロック発生源を持っておらず、受信した信号からクロック信号を取り出す。この両者の仕様の違いから、光ファイバブリッタを映像通信に用いる場合、次節に示すネットワーク接続とすることが必要であった。

3.2 光ファイバブリッタのイーサネットへの適用

ギガビット帯域までをカバーするイーサネットでは、通信の開始に際して、双方のイーサネットカードが利用可能な最大の通信速度になるように設定される^[11]。これはオートネゴシエーション機能と称され、この手順で用いられる設定信号をFLP（First Link Pulse）と呼ぶ。ATMネットワークとは異なり、イーサネットでは

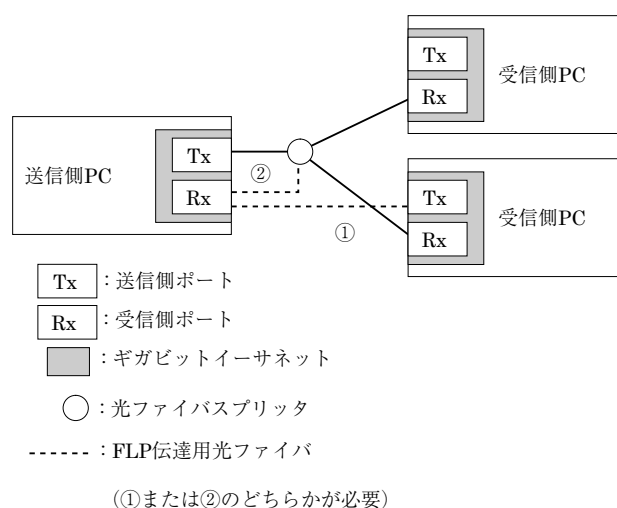


図2 光ファイバブリッタをイーサネットに適用した場合の構成図

オートネゴシエーション機能が働くので、通信速度を柔軟に変更することが難しい。特に、本論文で用いた1000BASE-SXや1000BASE-LXの光を用いたイーサネットでは、通信速度は1000Mbpsのみがサポートされている。

イーサネットにおいて光ファイバブリッタを使用し多地点配信をする場合、受信側PCは送信側PCからFLPを得て通信速度を決定できるが、送信側PCはFLPを得る手段がないので通信速度を決定できない。送信側PCのFLPは、通信相手の1台のPCから得るか、送信側PC自らが発したFLPを自分自身に戻すことによって得られる。送信側PCにFLPを与える配線を設けた接続図を図2に示す。光ファイバブリッタを含む光ファイバケーブルは、その1入力端子を送信側PCのイーサネットカード出力ポート（以下Txポートと称する）ポートに接続し、複数の受信側PCのイーサネットカード入力ポート（以下Rxポートと称する）には16の出力側端子のいずれかを接続した。図2に示す破線は送信側PCにFLPを与えるための配線である。これらの配線は、別の光ファイバケーブルで受信側PCのイーサネットカードTxポートから送信側PCのイーサネットカードRxポートに接続するか（図2、①の配線）、または光ファイバブリッタで分岐した16出力側端子の一つを送信側PCのイーサネットカードRxポートに接続する（図2、②の配線）ことで実現した。これらの配線のいずれかの付加によって、イーサネットでは送信側PCと複数の受信側PCは通信が可能となることを確認した。

3.3 光ファイバブリッタのATMネットワークへの適用

ATMネットワークの場合は、ネットワークカード自身が持つクロックが利用でき、かつ通信速度を柔軟に設定できるので、イーサネットと異なり、通信相手のPC

に通信速度を伝える必要がない。そのため送信側PCに受信側PCの通信速度を伝える必要がなく、図2中の破線①、破線②で示した戻り配線を必要としない。

現在、ATMネットワークカードのベンダーからTCP/IPを用いることなくATMセルに直接MPEG2の映像情報載せるソフトウェアが提供されている^[12]。このソフトウェアを用いることでオーバーヘッドの少ない効率的な通信が可能である。送信側PCは一つの映像にVPI(Virtual Path Identifier)とVCI(Virtual Channel Identifier)の情報を付加して映像を送信する。加えて、送信側PCと受信側PCは、固定的な接続のPVC(Permanent Virtual Circuit)接続とし、そのVPIとVCIに対する通信速度を決定する。受信側PCは、指定されていないVPIとVCIのセルは破棄して、設定したVPIとVCIのセルは取り出して映像をデコードし、高品質な映像を表示することが可能である。

DVカメラ、MPEG2リアルタイムエンコーダカード、MPEG2リアルタイムデコーダカードなどを搭載した複数のPCを、光ファイバブリックを含むATMネットワークで接続した構成を図3に示す。光ファイバブリックを含む光ファイバネットワークでは、1入力端子を送信側PCのATMネットワークカードのTxポートに接続し、16出力側端子の3つを受信側PCのATMネットワークカードRxポートに接続した。送信する映像は、2台のDVカメラを用いて撮影した一定間隔で動作するメトロノームの様子とした。DVカメラとMPEG2リアルタイムエンコーダカードの接続は、コンポジット入出力ポートを用いて接続した。図4には、図3の構成にて通信を行った様子を示す。図4より、2台のDVカメラ(DVカメラ1とDVカメラ2)の映像を受信側のモニタに出力されて

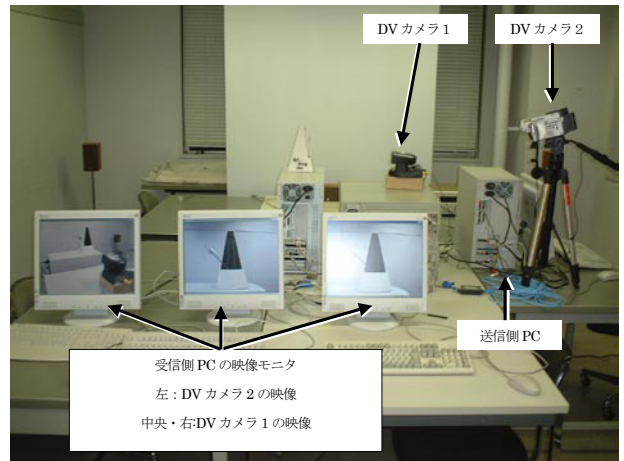


図4 2つのDVカメラ映像を用いた1対多通信の様子

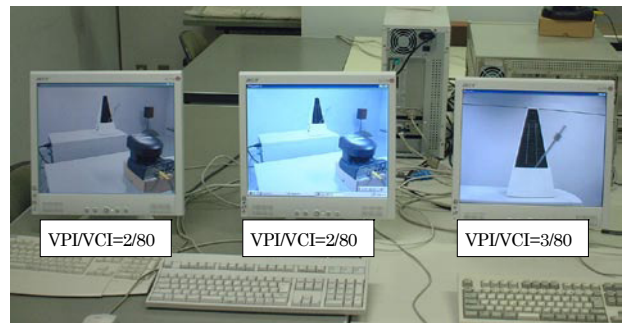
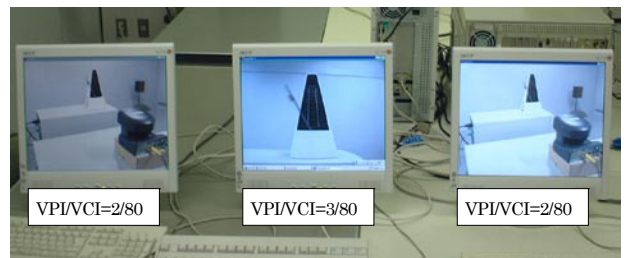


図5 ATMアドレスの変更によるDVカメラ映像切換の様子

いることが分かる。また、受信側PCではATMアドレスの変更によって受信映像が切り替え可能であることを確認した(図5参照)。

4. 光ファイバブリックの遠隔講義環境への適用事例

福井大学および距離で16km離間した福井工業高等専門学校との間には、2.4Gbpsの帯域を持つ福井県情報スーパーハイウェイ:FISH(Fukui Information Super Highway)が敷設されており、このネットワークを介して遠隔講義を行うことができる。福井大学からFISHまでは帯域100Mbpsの専用線で接続されている。福井工業高等専門学校からFISHまでは広域イーサネット網で接続されている。FISH内の速度は1チャンネルあたり100Mbpsに設定されており、FISH内のQoS(Quality of

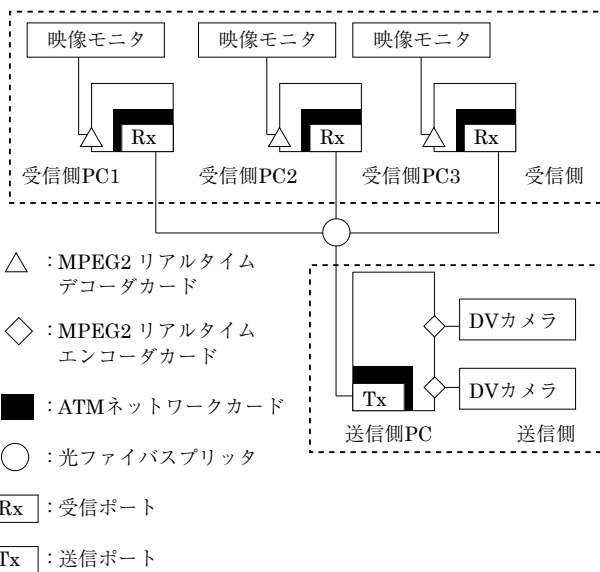


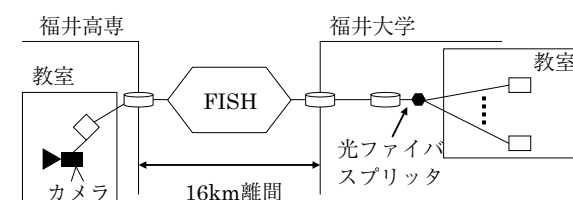
図3 光ファイバブリックをATMネットワークに適用した場合の構成図

Service) サービスレートは多少の遅延を許可するが帯域を保証する設定になされている。

福井工業高等専門学校(以下福井工業高専)の教室には、それぞれディスプレイとデジタルビデオ(以下DVと表記)カメラ(画素数107万画素)、映像をリアルタイムにMPEG2フォーマットに変換するMPEG2リアルタイムエンコーダボックス、MPEG2フォーマットをリアルタイムにNTSC映像信号に変換するMPEG2リアルタイムデコーダボックスを設置した。福井大学の教室には、ディスプレイとDVカメラ(画素数38万画素)、MPEG2リアルタイムエンコーダカードとMPEG2リアルタイムデコーダカードを搭載したPCを設置した。両校の遠隔講義環境を用いることで双方向の1:1の映像通信が可能である。しかし、両校のネットワーク機材はマルチキャストに対応しておらず、多数の教室で授業を受けることが困難である。

平成16年3月9日に両校の間で上記ネットワーク構成と光ファイバブリッタを用いて1:nの遠隔講義を試みた。福井工業高等専門学校側の教室では講師が学生の前に授業を行い、その講師映像を福井大学側の教室に送って学生が受講した。福井大学側は、大学構内ネットワークの接続を変更して光ファイバブリッタを適用し、複数の教室で授業受講可能かの検証を行った。

両校の遠隔講義のためのネットワークはイーサネットでは構築されており、いくつかのルータを経由して接続されている。本遠隔講義環境の各教室のネットワーク機器にはグローバルIPアドレスを付与した。各ルータは、分離されたネットワーク内を適切にルーティングするようRIP(Routing Information Protocol)を用いてルーティング情報を相互に交換した。講師の映像を福井大学側の各教室で受信するために、福井工業高等専門学校においてMPEG2リアルタイムエンコーダボックスの送信先IPアドレスは福井大学教室のブロードキャストアドレスとした。光ファイバブリッタは、福井大学の教室近傍にある光入出力ポート搭載ルータに接続した。1入力側端子はルータのTxポートに接続し、16出力端子の一つは教室側のPCに搭載されているイーサネットインターフェースカードのRxポートへ接続した。3章で示したFLPを伝えるための配線は、福井大学側教室に設置したPCのTxポートとルータのRxポートへ接続することで確保した。このネットワーク構成では、福井高専から福井大学へ一方のみの通信が可能である。MPEG2映像の通信はUDPを利用しているので、映像通信はこのネットワーク構成で可能である。しかしTCPを利用するアプリケーションを授業で使用する場合、このネットワーク構成では利用できないのでTCPを利用するアプリケーションを用いる場合は別のネットワークを用意する必要がある。今回の遠隔授業はTCPを利用するアプリケー



- : ルータ
- ◇ : MPEG2リアルタイムエンコーダボックス
- : MPEG2リアルタイムエンコーダ・デコーダカード搭載PC

図6 福井大学-福井工業高等専門学校間ネットワーク



図7 光ファイバブリッタを遠隔授業環境に適用して受信した動画像の事例

ションを使用しないので別のネットワークは不要である。図6に両校をあわせた構成図を示す。16出力側の端子のいずれにおいても福井工業高等専門学校側の音声と映像が違和感なく受信できて円滑な授業の進行ができることを確認した。授業の様子を図7に示す。この結果から、マルチキャストに対応していないネットワーク環境であっても光ファイバブリッタを用いることで2箇所以上の教室または授業収録端末に授業映像が送信可能であることが確認された。

5. 光ファイバブリッタを用いた多地点配信の品質

遠隔教育において教材を撮影した映像を正確に学生側教室に送ることは重要である。また、「協調学習」および「集合学習」では、遅延の小さい映像を送ることで学生の違和感が小さくなると考える。本論文が提案する光ファイバブリッタを含むネットワーク構成を用いた場合において、映像データの損失率や映像データの遅延などの通信品質を評価することは重要であると考えた。通信品質の評価として、ネットワークアナライザ(アンリツ社製MD1230A)^[13]を使用して評価を行った。評価方法は、ネットワークアナライザの一方からタイムスタンプの書かれたTest Flameを送出して、光ファイバブリッタと2km光ファイバを介してネットワークアナライザに戻る時間と、2kmの光ファイバのみを介してネッ

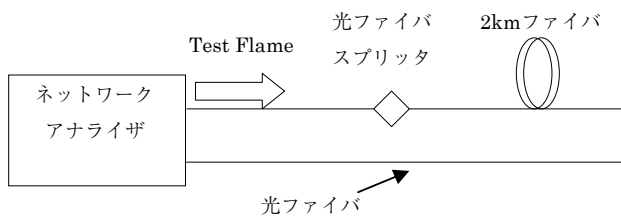


図8 到達時間実験構成図

トワークアナライザに戻る時間とを比較した。到達時間の比較評価実験の構成図を図8に示す。Test Flameは、毎秒1フレーム送出し、到達時間は、100フレーム送出したときの平均到達時間を用いた。また、ネットワークアナライザは到達したフレームのエラーを検出できるので、エラーフレーム数も評価の対象とした。

2kmの光ファイバと光ファイバスプリッタを介した場合、Ethernetのフレーム到達時間は、9.93 μ sであった。2kmの光ファイバを介した場合、Ethernetのフレーム到達時間は9.92 μ sであった。エラーフレーム数は、Test Flameを100フレーム送出間には発生しなかった。

得られた到達時間差に関して言えば、MPEG2リアルタイムエンコーダとMPEG2リアルタイムデコーダの処理時間が0.3秒程度かかるので光ファイバスプリッタを使用することによる授業進行への影響は小さいと考える。

また、100個のTest Flame送信ではエラーが発生しなかった。仮に数個のエラーフレームがあったとしても、通信する映像がMPEG2形式の映像を用いているので、映像に及ぼす影響は小さいと考える。

これらの評価結果から、光ファイバスプリッタを用いても通信の品質を低下させず、遠隔教育環境の一つを構築できるものと考えられる。

6. まとめ

地方の教育機関においては、通信環境の整備の遅れや財政的な理由からマルチキャスト技術やPON技術などが遠隔講義に幅広く利用されているとは言いがたい現状がある。一方でITを活用した遠隔講義は、忙しい社会人や学生にとって有効であり、今後、遠隔講義環境を効果的に構築する技術や手法が重要になると考えられる。本論文では、光ファイバネットワークの接続を変更し、光ファイバスプリッタを適用することで遠隔講義に必要な多地点配信環境の実現が可能であることを示した。光ファイバスプリッタを使用することで、光信号のパワーロスが懸念されたが、実験で2kmの光ファイバに接続しても映像の通信が可能であることを示した。さらに、16km離間した二つの教育機関の間で実際の遠隔講義に

光ファイバスプリッタを含むネットワークを用いて授業を試みたところ、映像や音声の品質が損なわれることはなかった。

また、仕様の違うATMネットワークとイーサネットの両方において、プロトコルにあわせたネットワーク構成とすることにより、光ファイバスプリッタを適用することが可能であることを示した。本論文で述べた実際の遠隔講義環境への適用事例は、イーサネットを使用したもので、イーサネットにあわせたネットワーク構成とした。今後、光ファイバスプリッタをイーサネットに適用した場合でも、FLPを伝えるための配線を意識することなく簡単に通信可能とするシステムの検討や設計が今後の課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご支援を戴いた福井工業高等専門学校副校長 吉村忠与志教授ならびに蘆田 昇教授、上島晃智教授をはじめ、実験にご協力を戴いた福井大学大学院工学研究科ファイバーアミニティ工学専攻アミニティ工学講座、同大学工学部情報・メディア工学科計算機構成講座の皆様は厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 首相官邸 e-Japan 戦略II : <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/ejapan2/030702gaiyou.html>
- [2] ALICJapan 編著：eラーニング白書2003/2004年版、オーム社（2003）
- [3] 大倉孝昭：“授業機会の補償を目指したe-Learningシステムの開発と実践”、教育システム情報学会会誌、Vol. 20、No. 2、pp.151-159（2003）
- [4] 尹 明、楊 達、橋口博聡、藤田真一、成田誠之助：“3次元バーチャル空間を用いた空間認知体系による中国語マルチメディア教材の開発” 教育システム情報学会会誌、Vol. 21、No. 1、pp.3-11（2004）
- [5] 奥田篤士、石川和彦、坂井健太郎、伴 直晃、坂井孝行、林田悠基、森田真司、上田正紘、桜井哲真：“動画像を含む教育コンテンツの複合的なブロードバンドネットワークへの展開”、信学技報、IA2003-37、pp.19-30（2004）
- [6] Dave Kosiur、荊田幸雄訳：“マスタリングTCP/IP IPマルチキャスト編”、オーム社（1999）
- [7] 前田香織、相原玲二、川本佳代、寺内睦博、河野英太郎、西村浩二：“遠隔講義のためのマルチメディア通信環境”、電子情報通信学会論文誌、Vol. J80-B-I、No. 6、pp.348-354（1997）
- [8] 前田洋一、中西健治：“B-PONシステムの標準化動向と今後の技術課題”、電子情報通信学会論文誌、Vol. J85-B、No. 4、pp.438-452（2002）
- [9] 岡谷善博、田原 徹、松本 裕、木下眞二郎：“小・中学校におけるVODシステムの実践的な運用と効果”、教育システム情報学会会誌、Vol. 18、No. 1、pp.89-100（2001）
- [10] Robert Brayer, Sean Riley、イデアコーポレーションズ

訳：高速Ethernetの理論と実装、アスキー社（2001）

- [11] 石田 修、瀬戸康一郎監修：10ギガビットEthernet教科書、IDGジャパン（2002）
- [12] NTT エレクトロニクス株式会社：<http://www.nel.co.jp/multimedia/solutions/index.html>
- [13] Anritsu Corporation: <http://www.anritsu.co.jp/Products/Outline.asp?PrID=47>



おくだ あつし
奥田 篤士

2000年福井大学工学部情報工学科卒業。2002年同大学大学院工学研究科博士前期課程情報工学専攻修了。同年福井大学大学院工学研究科博士後期課程ファイバー・アミニティ工学専攻入学。現在、教育機関の遠隔授業のためのネットワーク構築や教育コンテンツ制作技術の研究に従事。2004年ギガビットネットワークシンポジウムアプリケーション（教育・科学技術）賞を受賞。教育システム情報学会、電子情報通信学会、各学生会員。



たにわ かずひろ
谷口 和也

2003年福井大学工学部情報工学科卒業。同年福井大学大学院工学研究科前期課程ファイバー・アミニティ工学専攻入学。現在、動画像ストリーミングパケットの輻輳の問題に関する技術の研究に従事。電子情報通信学会学生会員。



かねこ ともひこ
金子 智彦

2003年福井大学工学部情報・メディア工学科卒業。同年、福井大学大学院工学研究科ファイバー・アミニティ工学専攻入学。現在、光ファイバブリッタを用いての遠隔授業システムの研究に従事。



たなか みつよし
田中 光也

昭和59年大阪大学工学部卒業。平成元年、東京工業大学総合理工学研究科博士課程単位取得退学。同年ブリヂストン株式会社入社。平成2年福井大学工学部、平成10年福井大学情報処理センター専任教員、現在、福井大学総合情報処理センター講師。工学博士。



さくらい てつま
桜井 哲真

1972年名古屋大学工学部電気工学科卒業。同年、日本電信電話公社（現NTT）入社。武蔵野電気通信研究所配属。同社厚木電気通信研究所、ヒューマンインタフェース研究所を経て、1999年福井大学工学部情報・メディア工学科教授。2002年福井大学大学院工学研究科ファイバー・アミニティ工学専攻アミニティ工学講座教授。2003年4月福井大学総合情報処理センター長。主に、耐環境デバイス・誘電体分離構造のLSI開発、LSI生産技術の開発、腕時計形PHS電話機などの超小形端末の開発などに従事。現在、ブロードバンドネットワーク利用技術、及びネットワークを介したコラボレーションの研究に従事。昭和57年度電子情報通信学会学術奨励賞、平成13年度日本音響学会佐藤論文賞、平成15年度総務省北陸通信局長表彰、2004年ギガビットネットワークシンポジウムアプリケーション（教育・科学技術）賞を受賞。教育システム情報学会、日本音響学会、電子情報通信学会、情報処理学会、システム制御情報学会、各会員。

Unidirectional Multi-casting Technique of Motion Pictures Using Optical Fiber Splitters in Distance Learning Environment

Atsushi Okuda · Kazuya Taniguchi · Tomohiko Kaneko ·
Mitsuya Tanaka · Tetsuma Sakurai

The Japanese Government is strongly encouraging IT-distance learning education in universities. Therefore, high performance, yet cost-effective, IT-distance learning environments will be in demand. Optical fiber splitters are one of the passive optical network parts, and able to branch optical signals. By using them, construction of optical fiber network which has one input and some outputs for motion pictures is possible. In order to achieve one of distance learning environments with high cost-performance, this paper has proposed the optical fiber network which can communicate one-point-to-multi-points by using optical fiber splitters. It has shown that used optical fiber splitters hardly affected a picture quality and propagation delay time. Moreover, this paper described the results which applied the optical fiber splitters to the real distance learning education environment.

Keywords

e-Learning, Distance Learning, Multi-cast, Optical Fiber Splitter