

内容の要旨

報告番号	甲 第4304号	氏名	芦沢 國正
主論文題目： Multi-Service Adaptable and Low-Power Consumption Active Optical Access Network Using High-Speed PLZT Optical Switches (超高速 PLZT 光スイッチを用いたマルチサービス適応可能な低消費電力アクティブ型光アクセスネットワーク)			
<p>日本でのブロードバンドサービスの契約者数は、2013年に全体で9500万人、FTTH (Fiber To The Home) で2500万人に達している。またアクセスネットワークにおいて、IPTV (Internet protocol television) , VoD (Video on Demand) , VoIP (Voice over Internet Protocol) 等のマルチサービスの提供が求められている。さらに通信容量の拡大に伴いネットワークの消費電力が増加しており、日本におけるインターネット全体の消費電力の約7割をアクセスネットワークが占めている。</p> <p>上記背景を踏まえ、次世代光アクセスネットワークでは、1) 拡張性、2) 柔軟性 (マルチサービスへの適応可能性) , 3) 低消費電力の3つの要件が求められる。</p> <p>現在の光アクセスネットワークでは、光スプリッタを用いた低コスト・低消費電力のネットワークを実現する Passive Optical Network (PON) が広く普及しているが、収容可能ユーザ数 (32) と伝送距離 (20 km) がトレードオフの関係にあるため、ネットワークの拡張性に問題がある。</p> <p>そこで、拡張性の高いネットワーク実現に向けて、超高速 PLZT (Plomb Lanthanum Zirconate Titanate) 光スイッチを用いた ActiON (Active Optical Access Network) が提案されている。ActiON では、原理的な光損失が必須となる光スプリッタに替えて、光スイッチを活用することで、PON と比較して4倍の収容可能ユーザ数 (128) , 2倍の伝送距離 (40 km) の実現が可能となる。一方で、スイッチングによる通信を行うため、ユニキャスト時の送信待ち時間の増加、マルチキャスト時の帯域利用効率の低下が問題となる。また PON と比較し、光スイッチの電力が追加が必要となるといった問題がある。</p> <p>本論文では上記3つの要件を満たすために、拡張性の高い ActiON の利点を生かしつつ、マルチサービス適応可能な低消費電力アクティブ型光アクセスネットワークを提案する。本論文は以下のように構成される。</p> <p>第1章では、研究背景、次世代光アクセスネットワークにおける要件を明確化する。第2章では、次世代光アクセスネットワークの関連技術、本論文の位置付けを説明する。第3章では、ユーザの許容遅延を考慮して、スイッチングアイドル時間を最小化するスロット割当方式を提案し、ActiON と比較して最大88%のスイッチング回数の削減を示す。第4章では、可変スプリッタモードの PLZT 光スイッチを利用した、マルチサービス適応可能なアクティブ型光アクセスネットワークを提案し、ActiON と比較して最大81%の帯域利用効率の向上を示す。第5章では、マルチサービス適応可能なアクティブ型光アクセスネットワークにおける、光スイッチのモード切替回数を最小化する低消費電力スロット割当方式を提案し、PON と比較して最大75%、ActiON と比較して最大41%の消費電力の削減を示す。最後に第6章では、本論文の研究の結論を述べる。</p>			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4304 号	氏 名	芦 沢 國 正
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	工学博士 山中 直明
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 笹瀬 巖
		慶應義塾大学教授	工学博士 天野 英晴
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 津田 裕之
		テキサス大学ダラス校教授	Ph.D. Andrea Fumagalli
		バージニア大学教授	Ph.D. Malathi Veeraraghavan
<p>学士(工学), 修士(工学) 芦沢國正君の学位請求論文は, 「Multi-Service Adaptable and Low-Power Consumption Active Optical Access Network Using High-Speed PLZT Optical Switches (超高速 PLZT 光スイッチを用いたマルチサービス適応可能な低消費電力アクティブ型光アクセスネットワーク)」と題し, 6 章から構成される。</p> <p>日本でのブロードバンドサービスの契約者数は, 2013 年に全体で 9500 万人, FTTH (Fiber To The Home) アクセスサービスで 2500 万人に達している。またアクセスネットワークにおいて, IPTV (Internet protocol television), VoD (Video on Demand), VoIP (Voice over Internet Protocol) 等のマルチサービスの提供が求められている。さらに通信容量の拡大に伴いネットワークの消費電力が増加しており, 日本のインターネット全体の消費電力の約 7 割をアクセスネットワークが占めている。</p> <p>上記背景を踏まえ, 次世代光アクセスネットワークでは, 1) 拡張性, 2) 柔軟性 (マルチサービスへの適応可能性), 3) 低消費電力の 3 つの要件が求められる。</p> <p>現在の光アクセスネットワークでは, 光スプリッタを用いた低コスト・低消費電力のネットワークを実現する PON (Passive Optical Network) が広く普及してきているが, 収容可能ユーザ数 (32) と伝送距離 (20 km) がトレードオフの関係にあるため, ネットワークの拡張性に問題がある。</p> <p>そこで, 拡張性の高いネットワーク実現に向けて, 切替時間 10 ns 以下が可能な超高速 PLZT (Plomb Lanthanum Zirconate Titanate) 光スイッチを用いた ActiON (Active Optical Access Network) が提案されている。ActiON では, 原理的な光損失が必須となるスプリッタに替えて光スイッチを用いて通信を実現するため, PON と比較して 4 倍の収容可能ユーザ数 (128), 2 倍の伝送距離 (40 km) の実現が可能となる。一方で, 固定長の時間単位のスイッチングで通信を行うため, 送信待ち時間の増加, マルチキャスト時の帯域利用効率の低下が問題となる。また PON と比較して, 収容ユーザ数に応じて PLZT 光スイッチの消費電力が追加で必要となるといった問題がある。</p> <p>学位請求論文では上記 3 つの要件を満たすために, 拡張性の高い ActiON の利点を生かしつつ, マルチサービス適応可能な低消費電力アクティブ型光アクセスネットワークを提案している。学位請求論文は以下のように構成される。</p> <p>第 1 章では, 研究背景および次世代光アクセスネットワークの要求条件を明確化している。</p> <p>第 2 章では, 光アクセスネットワークの関連技術, 学位請求論文の位置付けを説明している。</p> <p>第 3 章では, ユーザの許容遅延を考慮して, スwitchングアイドル時間を最小化するスロット割当方式を提案している。本方式を用いると, 従来の ActiON のスロット割当方式と比較して, 最大 88% のスイッチング回数の削減が可能なが示されている。</p> <p>第 4 章では, 第 3 章の提案方式に加え, マルチキャスト配信を実現するために, PLZT 光スイッチの可変スプリッタモードを導入し, マルチサービス適応可能なアクティブ型光アクセスネットワークを提案している。本ネットワークを用いると, 従来の ActiON と比較して, 最大 81% の帯域利用効率の向上が可能なが示されている。</p> <p>さらに第 5 章では, 第 4 章の提案ネットワークにおいて, 光スイッチのモード切替回数の最小化を図る低消費電力なスロット割当方式を提案している。本方式を用いると, PON と比較して最大 75%, 従来の ActiON と比較して最大 41% の消費電力の削減が可能なが示されている。</p> <p>最後に第 6 章で, 学位請求論文の研究の結論が述べられている。</p> <p>以上要するに学位請求論文は, 次世代光アクセスネットワークにおける要求条件を満たすために, 超高速 PLZT 光スイッチを用いた, 高い独自性のあるマルチサービス適応可能な低消費電力アクティブ型光アクセスネットワークを提案している点で, 工学上寄与するところが少なくない。また, これらの成果は著者が自立して研究活動を行うために必要な高度な研究能力, 並びにその基礎となる豊かな学識を有することを示したと言える。</p> <p>よって, 学位請求論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			