

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	竹下 秀俊
主論文題目： A Study on Energy-Efficient Network Architecture for Future Photonic Networks (将来のフォトニックネットワークに関するエネルギー効率の高いネットワークアーキテクチャに関する研究)				
(内容の要旨) インターネットの発展に伴い、ネットワークの消費電力の増大と省電力化の遅れ、Client-to-Datacenter (C2D)トラフィック増大によるデータセンタアクセス時の待ち時間の悪化、及び往復遅延時間(RTT)と遅延時間の揺らぎ増大による Quality of Service(QoS)悪化が大きな問題となっており、将来のフォトニックネットワークではこれらの問題に対する抜本的な改善が求められている。消費電力の増大問題は、多数の自律システム(AS)から構成されるフラットで冗長なネットワーク構成配下でのトラヒックの増大に起因し、省電力化の遅れは大きなトラヒック変動があるにも関わらず初期に設備された物理トポロジーのままでの固定的な運用に起因している。データセンタアクセス時の待ち時間の悪化は、インターネットが増大する中央集中型 C2D トラヒックに対応したネットワーク構造に合致していないことに起因している。QoS の悪化問題は、フラットで冗長なネットワーク構成配下での通信時に経由する発信側と着信側間のルータ段数の増加に起因している。 第1章では、上記3つのインターネットの問題（消費電力、データセンタアクセス時の待ち時間の悪化、QoS の悪化）の背景と、解決に向けた既存研究での対応状況と問題点を明確化し、本研究の目的、概要、位置づけを明らかにする。 第2章では、増大する中央集中型 C2D トラヒックに合致したシンプルな1ホップ光アグリゲーションネットワークを提案し、既存ネットワークから提案ネットワークへの円滑な移行を考慮したインターフェース規定点を提案し、消費電力を既存ネットワーク比 1/20～1/30 に削減でき、ホップ数最小のネットワーク(提案アグリゲーションネットワーク内は1ホップ)を実現できることを示す。更に、アグリゲーションを光タイムスロットで実現した場合、コンピュータシミュレーションにより QoS(パケット遅延 1ms 以下、パケットロス 0.06%以下)を満たすことを検証する。 第3章では、トラヒック変動に対応した動的なエネルギー最適ネットワークトポロジー制御を実現する方式（リンクトラヒックのモニタ、エネルギー最適トポロジーの導出、導出結果によるトポロジー再構成）について示す。更に、プロトタイプのレイヤ2スイッチ（リンクのトラヒックをモニタでき、リンクとスイッチの電源のオン/電源オフを制御できる。）を用いて、ダイナミックなエネルギー最適ネットワークトポロジー制御方法について実験検証する。実験システムの構成では、広範なトラヒック変動に対しポートの32%の電源をオフにでき、ネットワークのトポロジー再構成時間がノード当たりの最大リンク数に依存することから、上記動的なエネルギー最適ネットワークトポロジー制御方式が大規模ネットワークへ適用可能であることを検証する。 第4章では、ダイナミックにエネルギー最適ネットワークトポロジーを高速に計算するリコンフィギュラブルプロセッサ DAPDNA を用いた並列計算エンジンについて論じ、当該計算エンジンが、従来方式と比較して約10～20倍高速であることを実験により検証する。 最後に5章では、本論文の研究の結論を述べる。				

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲乙第 号	氏 名	竹下 秀俊
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
		慶應義塾大学助教授	工学博士 大西 公平
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学) , 竹下秀俊君の学位請求論文は, 「A Study on Energy-Efficient Network Architecture for Future Photonic Networks (将来のフォトニックネットワークに関するエネルギー効率の高いネットワークアーキテクチャに関する研究)」と題し, 5章から構成される。</p> <p>インターネットの発展に伴い, ネットワークの消費電力の増大と省電力化の遅れ, Client-to-Data center (C2D)トラフィック増大によるデータセンタアクセス時の待ち時間の悪化, 及び往復遅延時間(RTT)と遅延時間の揺らぎ増大による Quality of Service(QoS)悪化が大きな問題となっており, 将来のフォトニックネットワークではこれらの問題に対する抜本的な改善が求められている。消費電力の増大問題は, 多数の自律システム(AS)から構成されるフラットで冗長なネットワーク構成配下でのトラフィックの増大に起因し, 省電力化の遅れは大きなトラフィック変動があるにも関わらず初期に設備された物理トポロジーのままでの固定的な運用に起因している。データセンタアクセス時の待ち時間の悪化は, インターネットが増大する中央集中型 C2D トラフィックに対応したネットワーク構造に合致していないことに起因している。QoS の悪化問題は, フラットで冗長なネットワーク構成配下での通信時に経由する発信側と着信側間のルータ段数の増加に起因している。</p> <p>まず, 第1章は序論であり, 上記3つのインターネットの問題解決に向けた既存研究での対応状況と問題点を明確化し, 本研究の目的, 概要, 位置づけを端的に説明している。</p> <p>第2章から第4章にかけて, 具体的な研究内容に関して述べており, 第2章では, 増大する中央集中型 C2D トラフィックに合致したシンプルな1ホップ光アグリゲーションネットワークを提案し, 既存ネットワークから提案ネットワークへの円滑な移行を考慮した構成では, 消費電力を既存ネットワーク比 1/20~1/30 に削減でき, ホップ数最小のネットワーク(提案アグリゲーションネットワーク内は1ホップ)を実現できることを示した。更に, アグリゲーションを光タイムスロットで実現した場合について, コンピュータシミュレーションにより具体的な QoS(パケット遅延, パケットロス)を満たすトラフィックのアグリゲーション設計法について示している。</p> <p>第3章では, 大きなトラフィック変動下でインターネットのエネルギー効率を高める為の動的なエネルギー最適ネットワークトポロジー制御について示し, プロトタイプのレイヤ2スイッチ(リンクのトラフィックをモニタでき, リンクとスイッチの電源のオン/電源オフを制御できる。)を開発し, ダイナミックなエネルギー最適ネットワークトポロジー制御方法について検証している。実験システムの構成では, 広範なトラフィック変動に対しポートの32%の電源をオフにでき, 上記動的なエネルギー最適ネットワークトポロジー制御方式が大規模ネットワークへ適用可能であることを検証している。</p> <p>第4章では, ダイナミックにエネルギー最適ネットワークトポロジーを高速に計算する並列計算エンジンについて論じ, 当該計算エンジンが, 従来方式と比較して約10~20倍高速であることを実験により検証している。</p> <p>第5章は, 結論であり, 本研究で得られた結果を総括している。</p> <p>以上要するに本論文は, 将来のフォトニックネットワークへの要求条件を満たすシンプル1ホップ光アグリゲーションネットワークを提案し, トラフィック変動に対応した動的なエネルギー最適ネットワークトポロジー制御によるネットワークの省電力手法を示し, 省電力トポロジーを導出する計算エンジンについて提示しており, 将来のフォトニックネットワークを実現する上で工学上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い, 当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また, 語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		