

## 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	張 善明
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
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）張善明君の学位請求論文は、「Energy Efficient and Enhanced-type Data-centric Network Using Network Virtualization Technology（データ指向型ネットワークのネットワーク仮想化技術を用いた消費エネルギー最適化）」と題し、全6章から構成される。</p> <p>現在のインターネットは、研究開発ネットワークとして使われていたものから進化し続け、完全に社会インフラの一つとしてあらゆる分野で誰でも使えるネットワークとなった。しかしながら、接続通信端末や利用者の急増に伴い、様々な問題が生じてきた。これに対して、Future Internetの必要性が提唱されてきた。Future Internetの技術の一つとして、ホスト間通信形態ではなく、“情報”-ユーザ間通信形態であるInformation-centric Networking (ICN)と呼ばれる通信形態が提唱されている。ICNを実用化するためには、消費エネルギー削減、スケーラビリティ確保、Quality of Service (QoS)提供、セキュリティなどの研究課題が存在している。</p> <p>本論文では、これらの研究課題の中から、消費エネルギー、スケーラビリティ、QoSに焦点を当てて課題解決に取り組んでいる。具体的には、JGN-Xテストベッドのネットワーク仮想化プラットフォームをターゲットとし、JGN-X上で動作させるEnergy Efficient and Enhanced-type Data-centric Network (E<sup>3</sup>-DCN)と呼ぶ新たなICNを提案している。E<sup>3</sup>-DCNは、ネットワーク仮想化技術を最大限活用してQoS保証の実現及び転送エネルギー削減を目的としている。本論文においては、(1)E<sup>3</sup>-DCNの構想と実現のためのアーキテクチャ、(2)提案アーキテクチャに対する転送エネルギー削減のためのデータ転送経路探索方式、(3)仮想ネットワークに対する動的な仮想リンクへの容量割当による転送エネルギー削減方式、の3本の柱により、転送消費エネルギー削減、スケーラビリティ確保、QoS提供可能なICNを達成する研究を行っている。本論文は以下のように構成される。</p> <p>第1章は序論であり、本研究の背景および課題を明らかにし、論文の概要を説明している。</p> <p>第2章では関連するICNの研究技術や手法を整理し、既存ICN技術の課題点を示し、課題に対する本研究の位置付けを明確化している。</p> <p>第3章から第5章は具体的な研究内容について述べている。第3章ではE<sup>3</sup>-DCNのアーキテクチャ及びJGN-Xへの実装手法の提案を行っている。提案アーキテクチャは、光回線交換と電子的パケット交換の使い分けにより、データ転送エネルギーの削減、QoSの保持が可能となることを計算機シミュレーション及び実験的に評価することによって、提案アーキテクチャの有効性を示している。さらに、JGN-Xテストベッド上にE<sup>3</sup>-DCNを実装し、提案アーキテクチャが実現可能であることを確認している。</p> <p>第4章では、E<sup>3</sup>-DCNにおける転送エネルギー削減を実現するための転送経路決定手法を提案している。大規模なE<sup>3</sup>-DCNを仮定し、コンピュータシミュレーションにより光回線交換型リンクと電子的パケット交換型リンクを組み合わせて構成するE<sup>3</sup>-DCNが、組み合わせない場合よりも、最大で40%の転送エネルギー削減を実現可能となることを示し、提案手法の有効性を示している。</p> <p>第5章では、一般的な電気パケット交換型リンクで構成される仮想ネットワークにおいて、仮想リンクを使用中容量分のサブ仮想リンクと未使用容量分のサブ仮想リンクに分割し、未使用容量分のサブ仮想リンクを転送エネルギー最小化となるよう再割り当てを行う方式の提案を行っている。又、具体的な実装手法の提案と動作確認、コンピュータシミュレーションによる転送消費エネルギー削減と転送遅延増加のトレードオフ分析を行った結果を示し、15%の転送エネルギー削減が可能となることを示し、提案した動的リンクリソース分割・再割り当て手法の有効性を示している。</p> <p>第6章は結論であり、本研究により得られた結果を総括している。</p> <p>以上要するに、本論文は低転送エネルギーかつQoS保証の実現性を備えたICN構築技術の確立のために、ネットワーク仮想化基盤を手法について提示している。これらの研究内容は、将来の社会インフラストラクチャとしての新世代ネットワーク、特にICNの継続的発展を実現する上で、工学上寄与する所が大きいと評価される。</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。		