The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Transport-Layer Solutions for Achieving Fairness and Energy Efficiency in Wireless LANs
Author(s)	Hashimoto, Masafumi
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27474
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【20】

氏　　名	橋　本　匡　史（はし もと まさ ふみ）
博士の専攻分野の名称	博　士（情報科学）
学 位 記 番 号	第　２５８５７　号
学位授与年月日	平成25年３月25日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学 位 論 文 名	Transport-Layer Solutions for Achieving Fairness and Energy Efficiency in Wireless LANs （無線LANにおけるフロー間の公平性と省電力の実現のためのトランスポート層プロトコル）
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　中野　博隆 （副査） 教　授　村田　正幸　　教　授　東野　輝夫　　教　授　村上　孝三

論 文 内 容 の 要 旨

近年の無線LAN技術の発展により，無線LAN環境は様々な場所においてインターネットアクセスを提供するインフラとして普及してきた．それにともない，無線LANに対応した機器や無線通信を利用する機会が増加してきた．その結果，ユーザ間の公平性および無線通信の省電力化の重要性が高まっている．そこで本論文では，それらを解決する手法を提案する．

本論文は全5章で構成される．第1章においては，研究の背景および目的を述べる．特に，無線LANにおけるTCPフロー間の公平性に関する問題と無線端末の通信の省電力化に関する問題について，それらの概要を述べる．

第2章においては，TCPフロー間の公平性問題を改善するトランスポート層プロトコルを提案する．提案手法はTCP ACKパケットの損失をアクセスポイントにおける輻輳とみなし，それに応じて輻輳制御をすることによりTCPフロー間の公平性を改善する．提案手法はシミュレーションおよび実機を利用した実験によって，遅延の増加を抑えながら公平性を改善できることを示す．

第3章においては，トランスポート層プロトコルの挙動が無線端末の消費電力に与える影響を評価するために，無線LANにおけるTCPフローの消費電力量モデルを提案する．提案モデルはTCPレベルのモデルとMACレベルのモデルから構成され，それらの詳細な挙動を基に無線通信の消費電力量をモデル化している．提案モデルを用いた数値解析により，複数のパケットをまとめてバースト的に転送（バースト転送）することによって，消費電力を大きく削減できることを示す．特に，ラウンドトリップ時間（RTT）やパケット廃棄率が小さい場合においては，バースト転送は遅延の増加を抑えながら省電力を実現できることを示す．

第4章では，第3章において得られた知見に基づき，無線LANにおける無線端末の省電力化を実現する手法を提案する．提案手法は複数のTCPフローを1本に集約し，バースト転送を行うことによって無線端末の省電力化を行う．第3章において構築したモデルを拡張することによって，提案手法の省電力効果を評価する．また，提案手法を実際の無線LAN機器に導入する際の問題について議論し，提案手法の適用可能性を示す．

最後に第5章においては，本論文の成果を要約すると共に今後の研究課題について述べる．

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は，無線LAN環境を対象として，TCPフロー間の公平性の改善および無線通信の省電力化を目指し，それらを実現するトランスポート層プロトコルに関する研究をまとめたものである．

無線LAN環境においてTCPを利用するとTCPフロー間においてスループットに関して不公平が発生し，それがユー

ザ間の不公平を生む．これは無線LANのMAC層プロトコルで実現される公平性が上位層プロトコルにおける公平性につながらないためである．これに対し本論文では，TCPフロー間の公平性問題を改善するトランスポート層プロトコルを提案している．提案手法はTCP ACKパケットの損失をアクセスポイントにおける輻輳とみなし，それに応じて輻輳制御を行うことによってTCPフロー間の公平性を改善している．提案手法の有効性は，シミュレーションおよび実機を利用した実験により確認されている．その結果，既存の改善手法と比べて遅延の増加を抑えながら，公平性を大きく改善できることを示している．トランスポート層プロトコルにわずかな修正を行うことで公平性を改善できる本手法は既存プロトコルへの適用が容易であることから，その方法が示された成果は大きい．

無線端末の駆動時間の長時間化のためには無線通信の省電力化が重要である．本論文では，トランスポート層プロトコルの挙動が無線端末の消費電力に与える影響を評価するために，無線LANにおけるTCPフローの消費電力量モデルを提案している．提案モデルはMACレベルのモデルとTCPレベルのモデルから構成され，それらの詳細な挙動を基に無線通信の消費電力量をモデル化している．提案モデルを用いた数値解析により，複数のパケットをまとめてバースト的に転送（バースト転送）することによって，消費電力を大きく削減できることを示している．特に，ラウンドトリップ時間（RTT）やパケット廃棄率が小さい場合においては，バースト転送は遅延の増加を抑えながら省電力化できることを示している．さらに本論文では，バースト転送に基づいた省電力通信方式としてSCTPトンネリングを提案している．提案手法は複数のTCPフローを１本に集約し，バースト転送を行うことで無線端末の省電力化を行う．提案手法の省電力効果は数値解析によって検証され，提案手法を既存の無線LAN機器に導入する際の問題についても議論を行い，提案手法の適用可能性を示している．従来物理層やMAC層を中心に行われてきた無線通信の省電力化に対して，トランスポート層プロトコルによる省電力化の可能性を示した成果は大きい．

以上のように，本論文では，無線LAN環境におけるユーザ間の公平性および無線通信の省電力化を実現する独創的な方式を確立しており，その学術的価値は高い．よって，博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める．