

(続紙 1)

京都大学	博士（情報学）	氏名	西尾 理志
論文題目	Cooperative resource Sharing toward Mobile Cloud （モバイルクラウド実現に向けた資源協調利用の検討）		
（論文内容の要旨） 近年のモバイル端末の普及は目覚ましく、モバイルアプリケーションを通して様々なサービスが提供されている。一方、モバイル端末の計算資源や帯域などの通信資源は限られており、サービスや通信品質の制約となっている。本論文は、モバイルクラウド実現に不可欠なノード間資源協調利用機構を研究対象とし、“無線 LAN における通信帯域協調利用機構”、“モバイルノード間での異種資源協調利用機構”、“資源利用予測のための社会的コンテキスト変化検出”の 3 点について述べている。本論文は全 7 章から構成されている。 第 1 章は序論であり、モバイルネットワークの技術動向を述べ、モバイルクラウドに関わる技術課題を示している。 第 2 章は、無線 LAN における通信帯域協調利用機構の研究として、端末から基地局に向かう無線 LAN の上り通信を扱っている。端末側の MAC 層プロトコルにおいて、無線 LAN 標準規格の制御機能を拡張することで、任意の量の帯域を端末間で融通するメカニズムを実現している。基地局側の変更は不要で、第 3 者の帯域に影響を与えることなく、送信機会の直接提供を可能にする。 第 3 章は、無線 LAN の下り通信を対象とした通信帯域協調利用機構であり、TCP (Transmission Control Protocol)の輻輳ウィンドウを制御することで、特定の端末間で通信帯域を提供し合う方式を提案している。プロキシサーバを導入し、プロキシサーバのソフトウェア上で TCP に変更を加えることで通信帯域の協調利用機構を実現し、端末や無線 LAN 基地局に一切変更を加える必要が無い。他の端末の通信スループットを低下させることなく、端末間で柔軟にスループットを融通することが可能となる。 第 4 章は、無線 LAN における帯域協調利用機構を、複数端末間での協調利用に拡張したものであり、長期的にはすべての端末が協調行動により利得を得ることができ、高い公平性を実現できることを示している。 第 5 章は、モバイルノード間での異種資源協調利用機構を研究している。モバイルノードの持つ、計算資源、通信資源、ストレージ資源、センサー情報資源などの様々な資源を共有するメカニズムについて検討している。通信や計算タスクの処理によるサービス享受までの待ち時間に基づき、次元の異なる各種の資源共有に対する効用を統一的に評価している。また、地理的距離と資源共有の効用のトレードオフをモデル化し、協調のインセンティブを考慮した最適化問題を設計することで、最適な資源共有メカニズムを導いている。			

第6章は、モバイルクラウドサービスの資源制御に必要な要素技術である、社会的コンテキスト変化検出を扱っている。提案手法では、人々や店、レストラン、イベントなどの社会的オブジェクト間の社会的関係性および地理的關係性をグラフにより表現する。グラフの変化から、コンテキスト変化を検知し資源の割り当て制御を行う。提案しているコンテキスト変化検出手法は、事前に参照モデルを構築することなく、あらゆる種類の社会的オブジェクトを一元的に取り扱うことができる。

第7章は結論であり、本論文で得られた主要な成果を要約している。

(論文審査の結果の要旨)

モバイル通信における計算、通信などの厳しい資源の制約を、データセンターのみでなく、近隣のモバイル端末とも協調的に利用することで解決するための研究であり、得られた主な研究成果は以下の通りである。

(1) 無線 LAN における通信帯域協調利用機構は、上り通信と下り通信のそれぞれについて、特定の端末間のみで通信帯域を提供し合う方式を実現した。必要な機能追加量が小さく、実現性が高い。また、1 対 1 の帯域の融通のみでなく、1 対 N や N 対 1 の帯域の融通にも拡張し、性能評価によりその有効性を明らかにしている。さらに、協調利用の調停機構の設計や、端末が帯域協調利用に参加するためのインセンティブメカニズムも幅広く検討している。

(2) モバイル通信に必要な、通信帯域、計算性能、バッテリー容量、ストレージ容量、センサー情報など、性質の異なる様々な資源を共有するメカニズムを検討し、遅延時間をもとに統一的に評価する方法をした。地理的距離と資源共有の効用のトレードオフをモデル化し、協調のインセンティブを考慮した最適化問題を設計することで、最適な資源共有メカニズムを導いた。従来の研究は個別資源の協調利用を扱うものが主流であり、ヘテロジニアスな資源を統一的に扱う本研究の今後の展開が期待される。

(3) 社会的なコンテキストを用いて効率的な資源割り当てを行う上で必要な、コンテキスト変化の検出法を検討した。事前に参照モデルを構築することなく、あらゆる種類の社会的オブジェクトを一元的に取り扱うことができる点で汎用性にすぐれており、今後のこの種の研究のベンチマークともなり得るものである。

以上要するに、本論文はモバイルネットワークにおいて、資源制約の課題を解決するための協調利用機構と、社会的なコンテキストに基づく資源の有効利用を検討し、モバイルネットワークの高品質化に有用ないくつかの知見を与えたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成25年2月15日に実施した論文内容とそれに関連した口頭試問の結果合格と認めた。