

審査の結果の要旨

氏名 山本享弘

本論文は、携帯電話を使って広範囲に渡る実空間情報を収集する携帯電話センシングにおける端末のソフトウェア基盤技術について述べたものである。具体的には、センサデータアップロード時の消費電力を削減する省電力センサデータ転送エンジンについて示している。また、ユーザが操作するフォアグラウンドアプリケーションの通信遅延を抑制する軽量な低優先度通信機構について述べている。

第1章「序論」では、本論文の背景と目的、および本論文の構成について述べている。本論文の背景では、スマートフォンに代表される携帯電話において多彩なセンサの搭載が進んでいることを背景に、携帯電話をセンサノードとして利用する携帯電話センシングの研究が進められていることを示している。本論文の目的では、センサデータアップロード時のバッテリー消費を抑制することと、並列で動作するフォアグラウンドアプリケーションの通信遅延を削減することとしている。

第2章「携帯電話センシング」では、まず、携帯電話の進化の過程について述べ、携帯電話センシングの実現を可能にした背景について示している。次に、既に実用化されているサービスと研究の例を挙げて、携帯電話センシングによって実現されるアプリケーションについて示している。その後、携帯電話センシングのアプリケーションが共通して持つ構成について説明し、本論文が対象とする範囲を示している。最後に、携帯電話センシングが抱える課題について述べて、本論文が解決する課題を明らかにしている。

第3章「省電力センサデータ転送エンジン」では、センシングアプリケーションがセンサデータをアップロードするとき生じる消費電力の削減技術について示している。携帯電話はバッテリーによって駆動することから消費電力の削減が重要な課題となる。本論文では、携帯電話が通信を完了しても一定期間データ通信用チャンネルを保持することに着目し、ユーザがブラウザを眺めている間などユーザ操作によって発生した通信セッションの期間を利用してセンサデータを転送する方式を提案している。ユーザの通信セッション中に存在する通信デバイスの空き時間を利用してセンサデータを転送することで、通信デバイスの駆動時間増大を抑制している。ユーザの通信と並行してセンサデータを転送することによるユーザ通信の遅延を抑制するために、携帯電話内でパケットの優先制御を実現している。携帯電話センシング以外の既存アプリケーションに変更を

加えることなく省電力転送を実現するために、通信の開始と終了の検出は通信プロトコルレベルで行っている。

携帯電話の消費電力モデルとユーザの通信トラヒックモデル、センサデータのトラヒックモデルを適用してシミュレーションを行った結果、既存手法以上の省電力効果が得られることを示している。また、省電力転送エンジンを **Android** 端末に実装して評価することで、携帯電話センシング以外のアプリケーションに変更を加えることなく消費電力の削減が実現できることを示している。さらに、ユーザの通信と並行してセンサデータの転送を行った場合にユーザの通信遅延を抑制できることを確認している。

第4章「軽量な低優先度通信機構」では、センシングアプリケーションがバックグラウンドで実行されているときのユーザ操作の遅延を抑制する優先制御技術について示している。携帯電話では通信資源とともに計算資源も限られることから、ユーザ操作の遅延を抑制するためにはパケットとタスクの2つの優先制御が必要となる。

本論文では、**P2P** などのバックグラウンドトラヒックが増大するインターネットの分野で研究が進められている低優先度通信に着目し、携帯電話上で低優先度通信を実現することによってユーザ操作の遅延削減を実現している。低優先度通信では、バックグラウンドのアプリケーションにベストエフォートよりも低い優先度を割り当てるため、ベストエフォートで動作するフォアグラウンドアプリケーションには変更を加えることなく優先制御を実現することができる。「軽量な低優先度通信機構」では、オーバヘッドの小さいソフトウェア割り込みハンドラを優先度ごとに割り当て、タスクとソフトウェア割り込みハンドラの実行順序をパケットの優先度に沿って制御することで、低オーバヘッドにパケットの優先度順に処理を実行する動作を実現している。**Android** 端末に実装して評価した結果、フォアグラウンドアプリケーションの遅延時間を既存手法と同レベルまで抑制しつつ、既存手法よりも少ない **CPU** 負荷で優先制御を実現できることを示している。

第5章「結論」では、本論文の主たる成果をまとめるとともに、省電力センサデータ転送エンジンと軽量な低優先度機構の今後の展開について述べている。

以上、これを要するに本論文は、携帯電話センシングのためのソフトウェア基盤実現に向けて、省電力センサデータ転送エンジンと軽量な低優先度通信機構を提案し、シミュレーションおよび実機評価を通じて有用性を示したものであり、情報通信工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。