

審査の結果の要旨

氏 名: 勝 睿

本論文は「Energy-Efficient Protocols in Wireless Multihop Networks (無線マルチホップネットワークにおける低消費電力プロトコルに関する研究)」と題し、全5章からなる。無線通信技術や組込みコンピューティング技術の発達に伴い、小型無線デバイスにより無線マルチホップネットワークを自己組織的に構成することが可能となっている。このようなネットワークを長時間安定して動作させるためには低消費電力技術が重要となる。消費電力や、メモリ、処理能力に制約のある無線マルチホップネットワークにおいては、従来のインターネットに使われているネットワークプロトコルを適用することは難しい。本論文では無線マルチホップネットワークにおける低消費電力ネットワークプロトコルの開発を目的として、特にルーティングプロトコル及びノードアドレッシングに着目して論じている。

第1章は序論であり、モバイルコンピューティング技術の発展、無線マルチホップネットワークの応用、無線マルチホップネットワークにおける低消費電力の重要性について触れ、本研究の背景・構成と各章の目的について述べている。

第2章では「有線・無線アドホック統合型ネットワークにおける低消費電力な経路検索手法」を提案しその有効性を評価している。アドホックネットワークが無線アクセスポイントを経由して有線ネットワークに接続されている場合、有線ネットワークのノードとも通信可能であり、その場合効率的な経路検索、特に無線ノードとアクセスポイント間の経路検索は通信トラヒック量に大きく影響する。しかし、従来のアドホックネットワークにおける経路検索手法ではフラディングに基づいた経路検索手法を用いているため通信トラヒックに与える影響は大きい。そこで本研究では経路検索のオーバーヘッドを低減するための手法として「ホップ数に基づいた経路検索手法(HBRD)」を提案している。HBRDでは、複数のアクセスポイントからの経路広告に基づいて生成されるホップ数情報を用いて、各無線ノードにおける経路検索の範囲を局所的に抑える。これにより、経路検索メッセージ数が減少し、その結果消費電力の低減が実現できる。さらに、ホップ数情報を交換しホップ数の不正確性を補正するためのホップ数調整手法を提案し、経路検索の成功率を向上させている。計算機シミュレーションにより、HBRDが高い経路検索の成功率を保ちつつ、経路検索オーバーヘッドを低減できることが示されている。

第 3 章「センサネットワークにおける低消費電力ノードアドレッシング手法」では、自己組織型センサネットワークの低消費電力化に向けた新しいノードアドレッシング手法に関して検討している。センサネットワークにおけるノードの計算資源・通信資源が少ないことから、アドレス長が大きくなることの影響は無視できない。従来の IP ネットワークではアドレス長が大きくなることによりセンサネットワークにおけるデータに対するオーバーヘッドが大きくなる可能性がある。これに対して、本章で提案している「低消費電力センサノードのためのアドレス自動割当手法 (ESAA)」では、低いアドレス衝突確率と低オーバーヘッドを実現するアドレスの自動的割当により、短いアドレスの動的な設定を行う。ESAA では、まずアドレスの衝突確率を減らすために、各ノードがランダムではなく連続的に候補となるアドレスを選択する。また、全体的なオーバーヘッドを減らすために隣接する複数のセンサノードから候補となるアドレスを収集し、アドレス衝突を検出する。さらに、ネットワーク中のノード数に基づいて動的に最小となるアドレス長を決定する。シミュレーションにより、HBRD において低い設定オーバーヘッドで十分アドレス衝突確率を低くできることが示されている。

第 4 章「ESAA ノードアドレッシングの実装と消費電力の測定」では、実際のセンサノードに提案したアドレッシング手法を実装し、消費電力の測定を行った結果について述べている。実装したセンサノードは主にマイコン、低出力無線モジュール、センサ、電源の 4 つのコンポーネントから構成されている。このセンサノードに提案手法を実装して、動作確認を行っている。提案手法を用いた場合とインターネットアドレスを用いた場合についてノードにおける消費電力を測定・比較し、提案手法の消費電力の低減効果を実証している。

第 5 章は「結論」であり、本論文の成果をまとめるとともに、無線マルチホップネットワークにおける低消費電力プロトコルに関する研究の残された課題、および今後の研究の方向性について述べている。

以上これを要するに、本論文は来るべきユビキタスネットワーク社会において用いられる無線マルチホップネットワークを構成するために必要な、低消費電力の経路検索手法とノードアドレッシング手法を提案し、実装と実測によりそれらの効果を実証し、本論文の手法が、無線マルチホップネットワークを構成するために有効であることを示したものであって、今後の無線ネットワークの研究開発の進展に貢献をするものであり、電子情報学上寄与するところ少なくない。よって本論文は博士 (情報理工学) の学位請求論文として合格と認められる。