

機関番号：17601
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500069
 研究課題名（和文）ユビキタス・センサネットワーク基盤構築のための高効率・高信頼通信方式の研究
 研究課題名（英文）A study on effective and trust communication method for ubiquitous sensor network.
 研究代表者
 岡崎 直宣（OKAZAKI NAONOBU）
 宮崎大学・工学部・准教授
 研究者番号：90347047

研究成果の概要（和文）：本研究では、センサ端末の小型軽量化，低コスト化，省電力化に対応し，従来のセンサネットワークにおけるルーティング方式で主に用いられていた位置情報を用いることなく，目的のノードにデータを転送することができる方法，および高信頼な経路を構築する方法を開発した．このことにより，各ノードで位置情報を得るための特別なデバイスが不要になるため，ノードの小型軽量化，低コスト化，省電力化が飛躍的に進み，センサネットワークの普及，発展に大きく寄与することが期待できる．

研究成果の概要（英文）：For sensor networks consisting of battery-powered sensor nodes, power saving is important as well as the miniaturization and lowering the cost. We propose a routing protocol, HVGF (Hop-Vector based Greedy Forwarding), which reduces the amount of communication and doesn't need geographic information. The simulation results show that HVGF works well in the low density network compared to existing method using information of real geographical position.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：ユビキタスコンピューティング，センサネットワーク

1. 研究開始当初の背景

ネットワークに接続されたコンピュータが身の周りの「いたるところ」に存在し、「いつでも，どこでも，だれでも」利便性の高いサービスやさまざまな情報へのアクセスができるユビキタスコンピューティングの実現に向けて，様々な研究が活発に行われている．中でも，ユビキタスコンピューティングを実現させる重要な技術として，通信機能を持った超小型センサが無線通信で自律分散

的にネットワークを構成し，実世界の様々な環境情報を効率よく取得するためのセンサネットワークが注目されている．センサネットワークは今後，災害対策，環境モニタリング，福祉・医療・生活安全，生態調査など，様々な分野への適用が期待されている（図1）．センサネットワークでは，観測されたデータはネットワーク内で適宜処理された上で保存され，観測者は外部からネットワークへクエリ（センシングデータへの問い合わせ



図1 センサネットワークの適用が期待される分野の例

せ)を送ることで、目的のデータだけを取得することができることなどをその特長とする。センサネットワークを構成する各センサ端末(ノード)は、設置の容易性や設置場所の制約、ネットワークの規模の大きさから、小型軽量化、省電力化、低コスト化が強く求められる。また、ノードの消失や電力枯渇による機能停止などにより、既存の固定ネットワークに比較してネットワークが不安定になりやすいという課題がある。さらに、今後様々なアプリケーションへの適用を行うためには、不正データの混入や情報の漏洩などに対しネットワークの安全性を高めることが求められる。このような状況の中で、固定ネットワークや携帯端末等を対象とした移動体通信などの既存のネットワークとは異なる新たなパラダイムとして、ユビキタス・センサネットワーク基盤の確立が求められる。

2. 研究の目的

本研究では、ユビキタス・センサネットワーク基盤の確立に向けて、その最も基本的な技術の一つである、観測されたデータやクエリをネットワーク内で目的のノードへ安全に転送するための高効率かつ高信頼なルーティング技術の開発を目的とする。本研究目的を達成するために、平成20年度から平成22年度の期間において次の研究を行う。

(1) センサネットワークにおける高効率ルーティング技術の研究

- ・ノードの小型化、省電力化、低コスト化に対応した、高効率ルーティング方式の確立
- ・同ルーティング方式を実装したセンサネットワークシステムにおける性能の評価

(2) センサネットワークにおける高信頼ルーティング技術の研究

- ・ノードの消失や電力枯渇による機能停止などに対応した、高信頼ルーティング方式の確立

(3) 安全なセンサネットワーク技術の研究

- ・上記2つの技術を統合し、さらにセンサネットワークにおける安全性を高める技術の確立

- ・統合したルーティング方式を組み込んだシステム全体の性能および安全性の評価

3. 研究の方法

以下の(1)から(3)の各サブテーマを設け、それぞれについて以下のように研究を行う。

(1) センサネットワークにおける高効率ルーティング方式の研究

初めに、ノードの小型化、省電力化、低コスト化に対応した、高効率ルーティング方式の検討を行う。ここでは、これまで用いられてきた位置情報に代わり、複数の基準ノードからの転送ホップ数のベクトルを基準とした仮想的な位置情報を用いる手法について検討する。多数のノードがランダムに存在する仮想的な環境を計算機上で構築し、そのシミュレーション環境上において検討したアルゴリズムについて基本的な性能を満たすことを確認するための評価を行う。さらに、実機のセンサノード上に提案アルゴリズムを実装し、小規模なセンサネットワーク環境を構築した上で、実機における電力資源との関係を明らかにする。

(2) センサネットワークにおける高信頼ルーティング方式の研究

ノードの消失や電力枯渇による機能停止などに対応した、高信頼ルーティング方式の検討を行う。ここでは、ノードの消失等に備え、データの転送経路をあらかじめ複数構築し、必要に応じて切り替えて利用することによりデータ転送の信頼性を向上させる手法について検討する。多数のノードがランダムに存在しつつ、一定の確率モデルに従ってノードの消失が起こるような仮想的な環境を計算機上で構築し、そのシミュレーション環境上において検討したアルゴリズムについて基本的な性能を満たすことを確認するための評価を行う。

(3) 安全なセンサネットワーク技術の研究

上記2つの技術を統合し、センサネットワークにおける高効率かつ高信頼なデータの転送を可能とするための融合技術について検討する。さらにセンサネットワークにおける安全性を高める技術の確立のための検討を行う。これらを統合したルーティング方式を組み込んだセンサネットワークを構築し、システム全体の性能および安全性の評価を

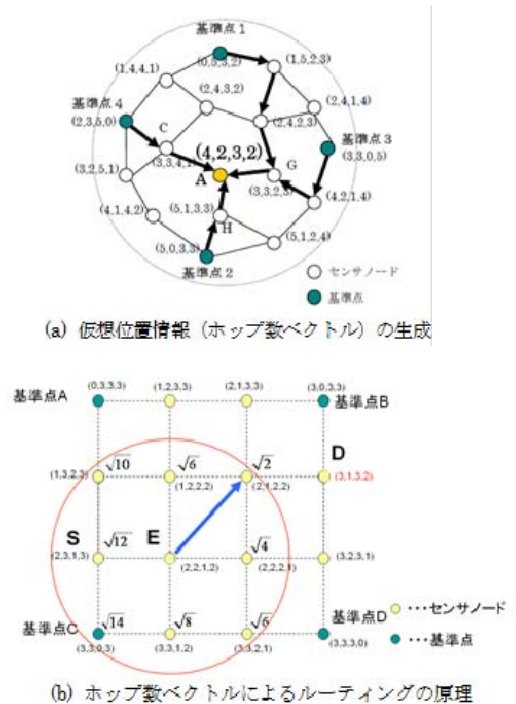


図2 ホップ数ベクトルに基づく位置情報の生成とルーティングの基本原則

行い実現性の確認をするとともに、フィールド等実環境への適用を踏まえた実用化への課題を明らかにする。

4. 研究成果

上記サブテーマについて次のとおり研究を実施した。

(1) 高効率ルーティング方式の研究

センサネットワークにおける高効率ルーティング方式の検討と、その基本性質の解明を行った。ここでは、これまで用いられてきた位置情報に代わり、複数の基準ノードからの転送ホップ数のベクトルを基準とした仮想的な位置情報を用いる手法（図2）を提案した。また、大規模センサネットワークシミュレーション環境（図3）を構築し、代表的なセンサ分布におけるルーティング性能や通信量の解析を行った。図4は、ネットワークサイズを変化させたときの経路形成の成功率の値を、提案手法（HVGF）と従来手法（GLGF）について比較したものである。同図より、従来の位置情報を取得するデバイスを用いた手法と比較して、提案手法ではそのようなデバイスを用いないにも関わらず、同程度の成功率を示していることがわかる。

さらに、小規模な実センサネットワークを構築し、提案したルーティング方式を実装してその基本的な通信性能や電力消費量などを解析した。これらの結果に基づき、検討したアルゴリズムについて要求される基本的な性能を満たすことを確認した。

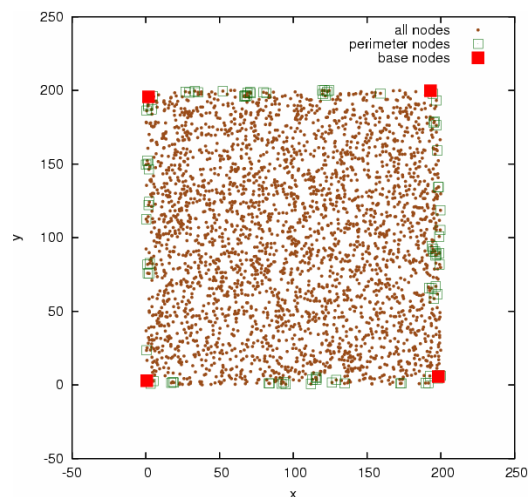


図3 大規模センサネットワークシミュレーション環境

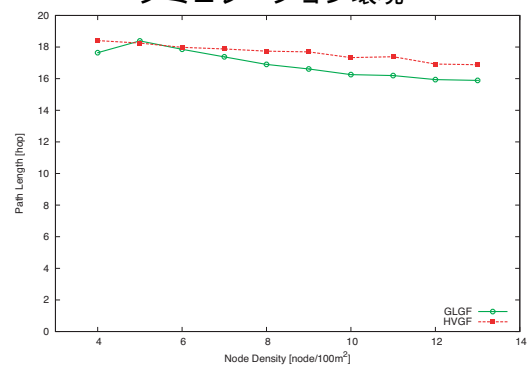


図4 ネットワークサイズに対する経路形成成功率の比較

(2) 高信頼ルーティング方式の研究

ノードの消失等に備え、データの転送経路をあらかじめ複数構築し、必要に応じて切り替えて利用することによりデータ転送の信頼性を向上させる手法について検討した。ここでは、一定の範囲の領域で通信障害が発生する場合を考慮し、複数の経路が互いに距離をおいて重なりがないようにする方法を提案した（図5）。大規模なセンサネットワークで一定の確率モデルに従ってノードの消失が起こるようなモデルを実現したシミュレーション環境上において、検討したアルゴリズムについて基本的な性能を満たすことを確認した。図6は通信障害領域がある場合の経路構築成功率の推移について、提案手法（AOMDV）と従来手法（ZDMR）について比較したものである。同図より、提案手法は従来手法に比べ、高い信頼性を持つ経路が構築できることがわかる。

(3) 安全なセンサネットワーク技術の研究

以上の研究成果をふまえ、センサネットワークにおける高効率かつ高信頼なデータの転送を可能とするための融合技術について

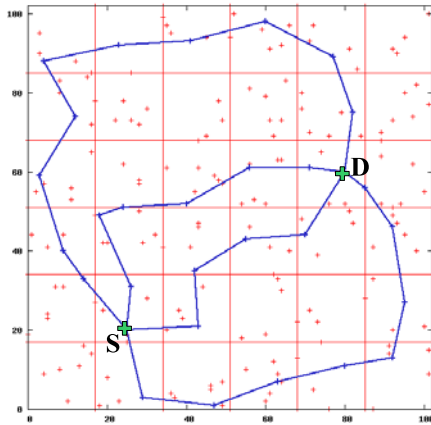


図5 複数経路による高信頼経路構築手法

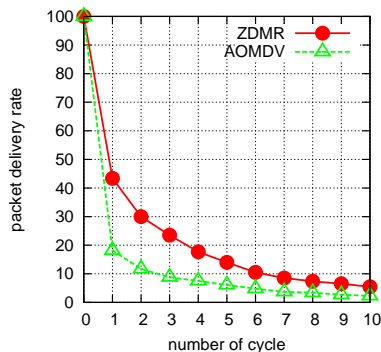


図6 通信障害領域がある場合の経路構築成功率

検討した．実センサネットワーク上で統合したルーティング方式およびデータの認証機構を組み込んだセンサネットワークの構築の検討を行い，フィールド等実環境への適用を踏まえた実用化への課題を明らかにした．

以上の研究成果は，センサネットワークの低コスト化，高信頼化を図り，その実用化を目指す上で新たな知見を与えるものであり，ユビキタス・センサネットワーク基盤を確立するための成果として重要なものと考えられる．

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計13件)

(1) 油田 健太郎，河内 康佑，岡崎 直宣，富田 重幸，朴 美娘，“センサネットワークにおける回帰分析を用いたノード位置推定手法の提案，” 電子情報通信学会論文誌B, 査読有，Vol. J92-B, No.1, pp.88-97, 2009.

(2) 油田 健太郎，佐藤 雄亮，岡崎 直宣，富田 重幸，朴 美娘，“データセントリックセンサネットワークにおける地理的位置情報を必要としないルーティング方式の提案

と評価，” 情報処理学会論文誌，査読有，Vol.49, No.9, pp.3257-3270, 2008. (推薦論文)

〔学会発表〕(計9件)

(1) Kentaro Aburada，Masaru Eto，Naonobu Okazaki，Mirang Park，“Proposal of a zone disjoint multi-path routing for ad hoc networks,” Proc. 8th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT 2010), 査読有，Vol.C-8-2, pp.1-4, 2010/6/15, マレーシア.

(2) 河内 康佑，佐藤 雄亮，油田 健太郎，岡崎 直宣，富田 重幸，“センサネットワークにおけるHop-Vector に基づくノード位置推定手法の検討，” 第7回情報科学技術フォーラム (FIT2008) 論文集，査読有，Vol.4, pp.47-50, 2008/9/2, 神奈川県.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡崎 直宣 (OKAZAKI NAONOBU)
宮崎大学・工学部・准教授
研究者番号：90347047

(2) 研究分担者

研究者番号：

(3)連携研究者

油田 健太郎 (ABURADA KENTARO)
大分工業高等専門学校・制御情報工学科・
助教
研究者番号：30433410