ISSN 2186-5647

2-90

無線センサネットワーク (WSN) における低遅延・高信頼ルーティングアルゴリズムの評価

日大生産工(学部)　○甘利 健司
日大生産工　新井 雅之

1 はじめに

近年, 無線センサネットワーク (WSN) の技術は緊急環境のモニタリングや, 国境における侵入検知などの監視システムのアプリケーションに用いられており注目を集めている[1][2]. WSNにおいて高信頼な通信を実現するためには, ノード故障を考慮したルーティングアルゴリズムの適用が重要である. 本稿ではタブーリスト付きマルチパスルーティングプロトコルについて提案し, その有効性について評価する.

2 無線センサネットワークと従来のルーティングプロトコル

本稿では，ある領域の中に多数のノードがランダムに配置されている状況を考える．各ノードはソースノードとなり，領域の中央に存在するシンクまでイベントを送信する．イベントの送信は，無線通信による隣接ノードへの転送により行われる．

低遅延かつ高信頼なルーティング手法として，マルチパスルーティング手法が提案されている[3]．マルチパスルーティングでは，ソースノードは 2 回目の転送時 (2nd パス) において最初の転送時 (1st パス) とは異なるノードにイベントを送信する．イベントを受信した各ノードは，1st パス，2nd パス共に自分から 1 番近い隣接ノードに転送する．これをシンクに到達するまで行う．

3 提案手法

従来のマルチパスでは，最初は別のノードをターゲットとして転送を開始しても，最短パスを探索していくうちに，1st パスと 2nd パスが合流してしまうことがあると考えられる．この場合，合流後には同じノードの故障によってどちらのパスも探索失敗となってしまう. したがって 2nd パスでは可能な限り 1st パスと違うノードを選ぶ事が望ましい.

本研究では，タブーリストを用いたマルチパスルーティングアルゴリズムを提案する．初回 (1st パス) の転送時に，転送元の各ノードは自分と転送先のノード ID をイベントに含める．イベントを受信したすべての隣接ノードは，イベントに含まれた転送元及び転送先を自分のローカルタブーリストに追加する．2 回目 (2nd パス) の転送では，ソースから現在までの 2nd パス上の各ノード ID がグローバルタブーリストとしてイベントと共に転送される．次の転送先を決める際，隣接ノードの中で最もホップ数が最も小さく，かつ自分のローカルタブーリストにもグローバルタブーリストにも含まれていないノードが選択される．

図 1 に提案手法におけるルーティングの例を示す．1st パスにおけるノード C から D への送信時に，ノード F は自分のローカルタブーリストにこれらのノードを追加する．2nd パスにおけるノード F の転送時には，これらのノードは選択されない.

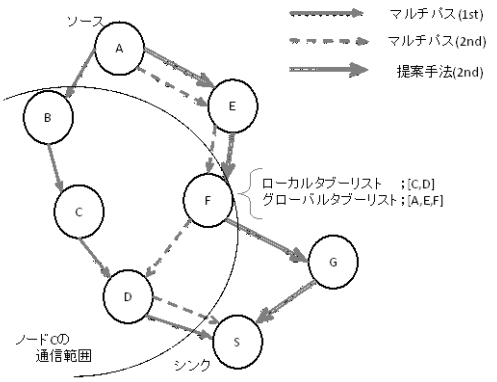

図1.提案手法におけるイベント送信例

Evaluation of Routing Algorithm with Low Delay and High Reliability for Wireless Sensor Networks

Kenji AMARI,　Masayuki ARAI

4　実験および考察

モンテカルロシミュレーションにより, 従来手法であるシングルパス, マルチパスと比較しながら提案手法の有効性を評価した. 各実験では，ノード数を500，ノード配置空間の幅を100 × 100，通信半径を8とした．ノード故障率を0から0.99まで0.01ずつ変化させた．各故障率において100000回の探索を行い, イベント到達率, 成功時平均ホップ数, 失敗時平均ホップ数について評価を行った.

図2に，与えられたノード故障率に対するイベント到達率を示す. ノード故障率が10%の時のイベント到達率を比較すると,マルチパスは65.4%に対し，提案手法は74.2%であった．提案手法は，1stパスと2ndパスの合流が発生しないため, マルチパスと比較して成功率が向上したと考えられる.

図3に，ノード故障率ごとの成功時平均ホップ数を示す．ノード故障率が0%の時の成功時平均ホップ数を比較すると,マルチパスは13.3であったのに対し提案手法では14.8であった．1stパスと2ndパスを合流しないようにしたため, 故障率が低いときは提案手法のホップ数がやや多くなった. ノード故障率10%の時を比較すると，マルチパスは10.6であったのに対し提案手法では10.7であった．よって故障率が高くなるにつれ, マルチパスとほぼ変わらない平均ホップ数でシンクまで到達できる.

図4に，ノード故障率ごとの失敗時平均ホップ数を示す. マルチパスと提案手法を比較しても失敗時平均ホップ数には,大きな差は見られなかった.

以上から，提案手法は従来手法に比べ，高いイベントの到達率を同程度のホップ数で達成していることが判る.

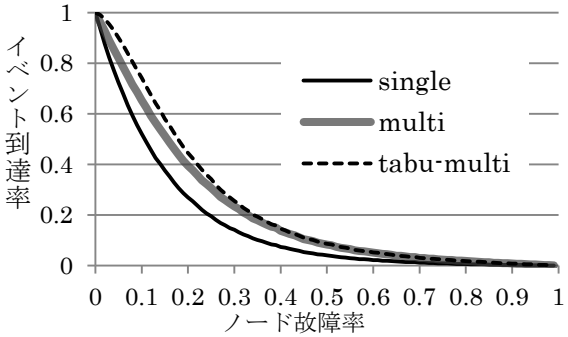

図2．イベント到達率

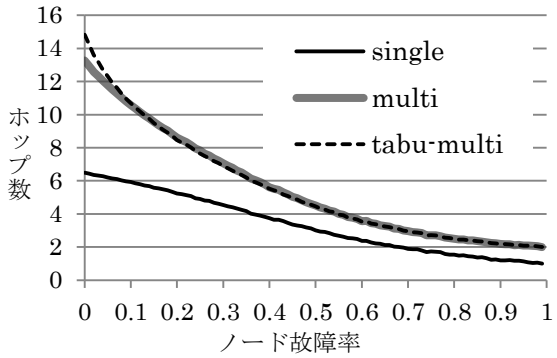

図3．成功時平均ホップ数

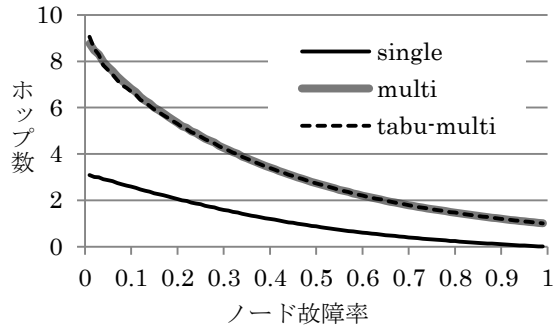

図4．失敗時平均ホップ数

5　まとめ

無線センサネットワークにおけるタブーリストを用いたルーティングアルゴリズムの評価を行った. 提案手法は従来手法とほぼ同じホップ数でありながら, 従来手法よりも高いイベント到達率であることが示された.

本稿では, ノード数及び通信範囲を任意で決めプログラムを組んでいた．しかし，ノード数や通信範囲はWSNにおいて考慮しなければならない要素の一つである．今後は，提案手法が通信範囲の拡縮においても優れた性能を維持することができるか調査を行う.

参考文献

[1] 戸辺義人, “無線センサネットワークの技術動向,” 電子情報通信学会論文誌B，Vol. J90-B , No.8, pp. 711-719, 2007年8月.

[2] 酒井和哉，“無線センサーカバレッジ,” 第71回FTC研究会，2014年7月.

[3] 永井高司，亀井清華，藤田聡，“無線センサネットワーク上の低遅延な耐故障ルーティングアルゴリズム,” 電子情報通信学会技術研究報告，USN2010-52, pp. 73-78, 2011年1月.