ISSN 2186-5647

P-19

ワイヤレスセンサーネットワーク(WSN)における対ワームホール攻撃手法に関する基礎的検討

日大生産工(学部)　○川名　慶
日大生産工　新井　雅之

1 はじめに

無線センサーネットワークは，ホームセキュリティなど小規模で身近なものから，森林や都市の環境モニタリングなど大規模なものに至るまで多岐にわたる応用が考えられるとして注目されている[1][2]．しかし，無線センサーネットワークには無線通信に伴うセキュリティ問題があり，特に近年，ワームホール攻撃が問題となっているとの報告がある[3]．本稿では，ワームホールの有無による影響ノードの評価を行う．また，対ワームホール攻撃手法の有効性についての基礎的検討を行う．

2 無線センサーネットワークとワームホール攻撃

2.1無線センサーネットワークの概要

本稿で仮定する無線センサーネットワークの構成例を図1に示す．各ノードと基地局は固定されているものとする．ノード0は基地局として配置空間の中央に，その他のノードはランダムに配置されている．各ノードは基地局までのホップ数を知っており，ホップ数の少ない隣接ノードを経由して，パケットを基地局へ転送する．

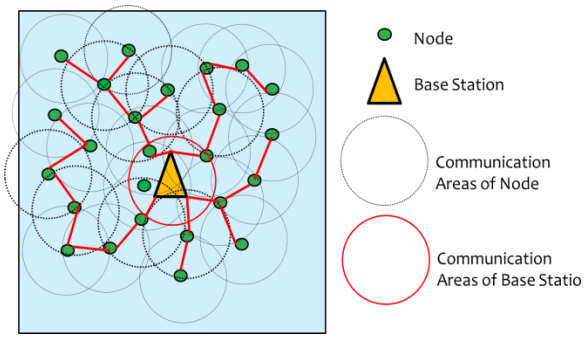

図1．無線センサーネットワーク構成

2.2ワームホール攻撃

ワームホール攻撃では，基地局の近傍と遠方に配置された一組の攻撃ノードが，ノード間の無線転送経路と異なった独自の経路を構成する．各ノードの基地局へのホップ数比較において，他のノードより優位性を見せ，パケットを攻撃ノードへと誘導していく．ワームホール攻撃の例を図2に示す．図においてW1とW2が攻撃ノードである．通常はN1→N2→N3→N4→N5の経路を選択し，4ホップでN5へとパケットを送信するが，攻撃ノードが存在している場合，N1→(W1→W2)→N5と2ホップでパケットをN5に送信可能であるように見せかけ，パケットを受信する．攻撃ノードを経由して転送されたパケットは，攻撃者からの通信制御や監視の危険性をはらむ．また，攻撃ノードは通信誘導のためのパケット中継を行うだけであり，パケットの暗号化などの一般的な防御方法では対応ができないとされる[3]．

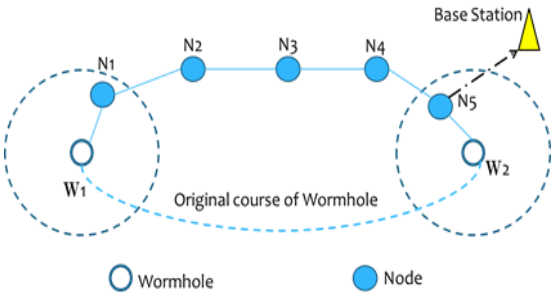

図2．ワームホール攻撃の例

3 対ワームホール攻撃手法の検討

本稿では，対ワームホール攻撃手法として，ノードの位置情報に基づく疑惑ノード回避について検討する．疑惑ノード検出例を図3に示す．各ノードNiは，自分の隣接ノードNij及び基地局の位置を既知であるとする．Niから基地局へ伸びる直線に対して，Niから隣接ノードNijへ伸びる直線の成す角 θ が90°以上の場合，かつNiのホップ数より隣接ノードNijのホ

Basic Study on Anti Wormhole Attack Scheme for Wireless Sensor Networks

Kei KAWANA,Masayuki ARAI

ップ数の方が少ない場合，その隣接ノードNijを疑惑ノードとして検出する．

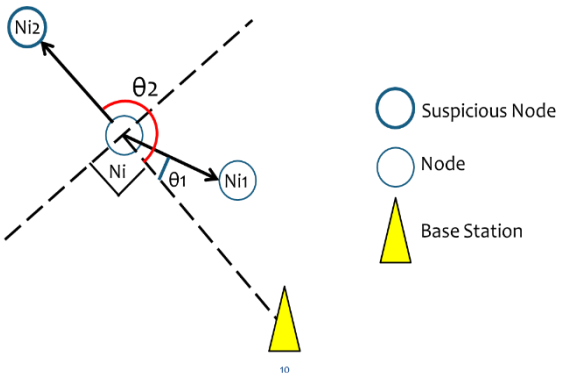

図3.疑惑ノード検出手法

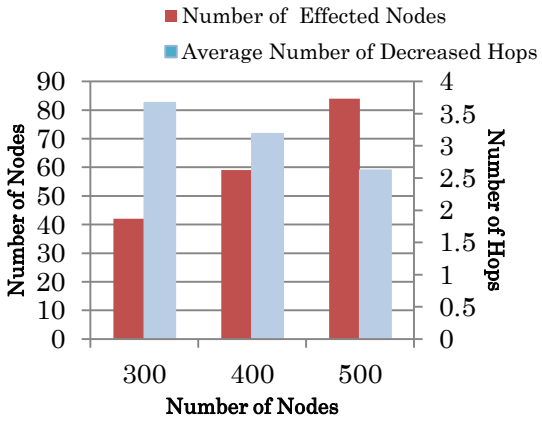

図4．影響ノード数と平均減少ホップ数

4 評価内容と結果

ノード数300,400,500，通信範囲を10として，シミュレーションにより評価を行なった．また，ノード1及びノード2を任意で配置したワームホールとみなした．ワームホールが無い場合に探索した各ノードのホップ数が，ワームホールが有る場合に再探索した時に変化を見せた場合，そのノードを影響ノードとする．影響ノードのワームホールが無い場合有る場合のホップ数の差の平均値を平均減少ホップ数とする．影響ノード数と平均減少ホップ数を図4に示す．図4より，用いるノード数が増加するのと比例して，影響ノード数が増加，平均減少ホップ数が減少していく傾向であることが分かる．

次に，提案手法の有効性について評価を行なった．各ノードに対して隣接する疑惑ノード数のカウントを行う．この検出で得られた各ノードにおける疑惑ノード数と隣接ノード数の商の平均値を，疑惑ノード割合とする．ワームホールの有無による疑惑ノード割合の変化を図5に示す．図5より，ワームホールが有る場合の方が，無い場合より疑惑ノード割合が増加する傾向にあるということが分かる．この結果から，本稿の検出手法は対ワームホール攻撃手法として有効であると考えられる．

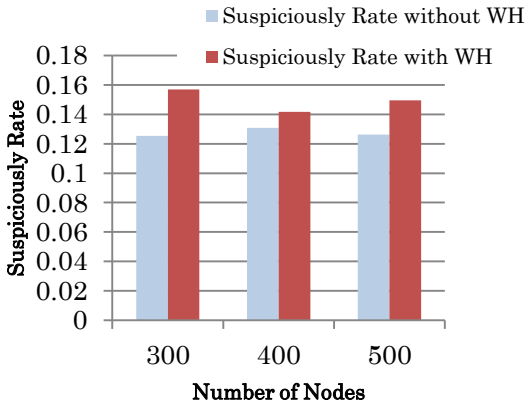

図5．WHの有無における疑惑ノード割合

5 まとめと今後の課題

本稿では，無線センサーネットワークにおけるワームホール攻撃による各ノードへの影響について評価した．また，位置情報に基づく対ワームホール手法の有効性について検討した．今後は，基地局へ繋がっていないノードを隣接ノードとして扱わないようにする．また，本稿ではワームホールの出入口が一組の場合のみで実験を行なったが，実際のワームホール攻撃を想定して攻撃ノードが多数ある場合や基地局から近傍及び遠方に攻撃ノードが集中している場合などで実験と評価を行う．

参考文献

[1]戸辺義人，“無線センサー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]簑原隆，吉井碧，“XMeshプロトコルを用いたワイヤレスセンサーネットワークに対するワームホール攻撃の検出，”電子情報通信学会技術研究報告，DC2013-91，pp. 73-78, 2014年2月．