

通信障害を考慮した AODV 方式における通信プロトコル改良の検討

石川慎也[†]

三石広樹[†]

鈴木貴之[‡]

古川雅大[‡]

宮保憲治[‡]

[†]東京電機大学大学院 情報環境学研究科

[‡]東京電機大学 情報環境学部

1. はじめに

近年, マルチホップ機能を備えた無線通信端末を用いたセンサネットワーク [1] の応用システム開発が進んでいる. 代表的なリアクティブ型通信プロトコルとして, AODV 方式が適用されている. しかしながら, 標準的な AODV 方式では, 通信開始後, 障害発生時の通信復旧が迅速に行われられない問題点があり, 特に, 通信障害等が多発する場合には, 転送スループットの低下を来す恐れがある.

本稿では, AODV 方式に, 新たな動的経路制御機能 (定期的な経路更新, 通信障害発生時の経路切り替え等) を追加することによる転送スループットへの影響を, ネットワークシミュレーター QualNet [2] を用いて評価した結果を述べる.

2. AODV 方式の問題点

AODV 方式は, モバイルアドホックネットワーク (MANET) を構築するための, 代表的な通信プロトコルの一つであり, 通信要求が生じてから通信経路を確立する Reactive 型である. データを送信する際, 送信元から宛先までは, 中継数を元に一番中継数の少ない経路を使用することを前提としているため, 最短経路での通信が可能となり, ネットワーク全体のトラフィック量を必要最低限に抑えることが可能となる. しかしながら, 通信開始後において, ノード間での通信制御が, 通常は定期的な実施されないため, 通信障害が発生した際には, 図 1 に示すように RREQ のフラッディング手段を用いて経路を復旧する必要がある.

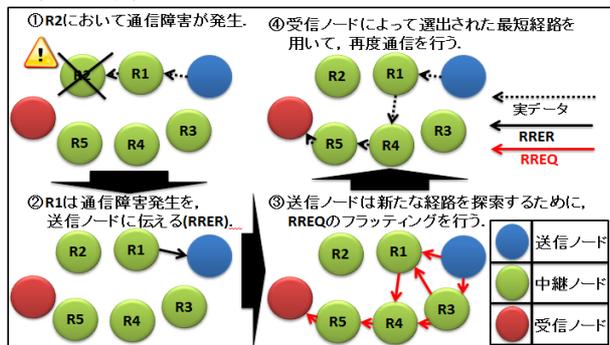


図 1: AODV 方式における通信障害発生時の対応手順

3. 動的経路制御の提案

本稿で提案する動的経路制御の動作例を図 2, 図 3 に示す. Hello パケットを定期的を使用し, 通信開始後もノード同士が相互に情報交換を行う制御手法を提案する.

本方式は, 周囲ノードの通信状態を常時把握できるので, パケットの到達率に応じて, 経路の切り替えが可能となる. すなわち, 通信障害発生時に, RREQ のフラッディングによる新経路の再探索を行わず, 障害経路を自律切り替えすることができるため, 通信断となる時間を最小限に抑制できる特徴を備えている.

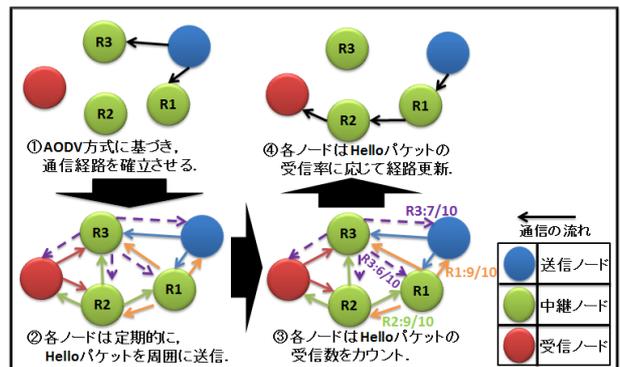


図 2: 動作例 (定期的な経路更新)

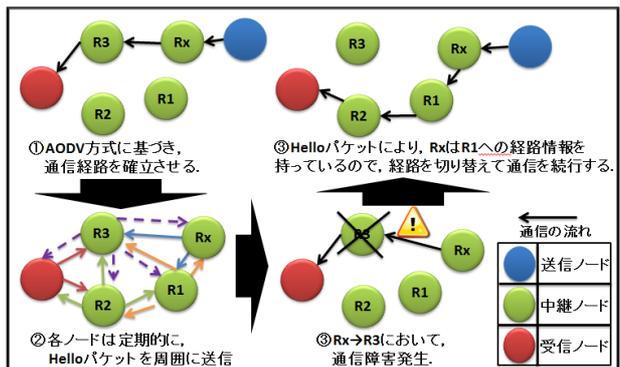


図 3: 動作例 (通信障害発生時の経路切り替え)

4. 実験内容

本実験では, 最初に Hello パケットの有無による消費電力を比較する. 次に AODV 方式と提案方式とのスループット, 通信障害発生回数の比較を行う. さらに, ネットワーク内での送信ノード数の増加が, どのように両方式における通信スループットに影響するかについて, 定量的に比較評価する. 表 1 に本実験における各パラメータを示す.

Study of communication protocol improvements in AODV method considering the communication failure
Shinya Ishikawa[†], Kouki Mitsuishi[†], Takayuki Suzuki[‡],
Masahiro Furukawa[‡], and Noriharu Miyaho[‡]

[†]Graduate School of Information Environment, Tokyo Denki University

[‡]School of Information Environment, Tokyo Denki University

表 1: 各パラメータ

使用シミュレーター	QualNet
シミュレーションエリア	100 m ²
ノード数	100
ノード配置	ランダム
送信電波強度	3dBm 障害発生ノード:2dBm
バッテリー(電池)	4000mAh
コネクション数	5,10
ノード稼働率	0.9
実パケット送信間隔	5s(サイズ:50kByte)
Helloパケット送信間隔	60s(更新:600s)
シミュレーション回数	100回
シミュレーション時間	1h

本実験では、100 m²の中に 100 ノードと、密集した状態を想定し、シミュレーションの間は、送信ノードは実パケットを、一定の短時間間隔 (5s 間隔, 50k バイト/pkt) で連続送信し続ける条件 (火災発生時等の緊急時の場合) を想定した。提案方式において、通信障害発生時に、切り替えられるべき経路が存在しない場合には、AODV 方式に基づいた従来の再探索の手法を採用することとした。

5. 実験結果

図 4 に Hello パケット(経路更新, 通信障害発生時の経路切り替え)の有無による 1h での消費電力の比較結果を示す。図 5 に AODV 方式と提案方式とのスループットの比較結果を示す(表 2 にノード毎の通信障害発生回数を示す)。図 6 にネットワーク内の送信ノード数が 5 から 10 に増えた場合のスループット比較を示す。図 7 に送信ノードが定期的に移動する(移動速度:3m/s)場合のスループットの比較を示す。ここでは、送信ノードは 60 秒毎に秒速 3m でシミュレーションエリア 100 m²の中のランダムポイントへ移動する場合(図 7 の実験においてデータを送信する端末は人が持ち歩く状況)を想定し、定期的にランダムポイントへ移動するものとする)。

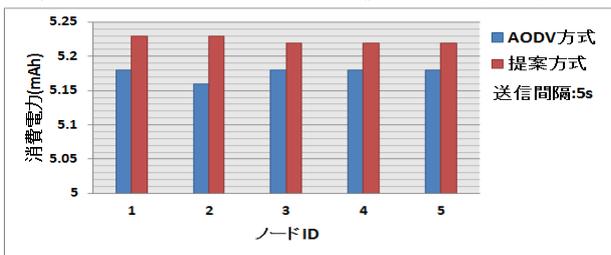


図 4: Hello パケットの有無による 1h の消費電力の比較

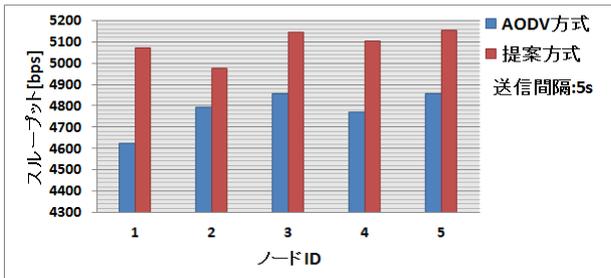


図 5: AODV 方式と提案方式とのスループットの比較
表 2: ノード ID 毎の通信障害発生回数

ノードID	AODV方式	提案方式
1	15回	3回
2	10回	5回
3	8回	2回
4	7回	3回
5	9回	1回

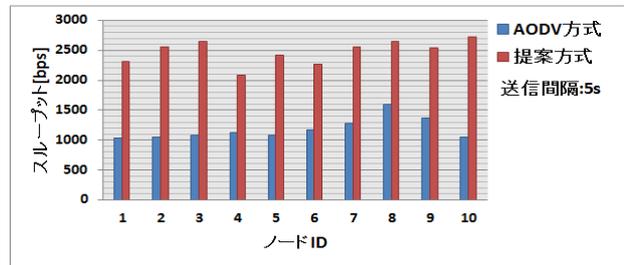


図 6: 送信ノード数が 10 の場合のスループット比較

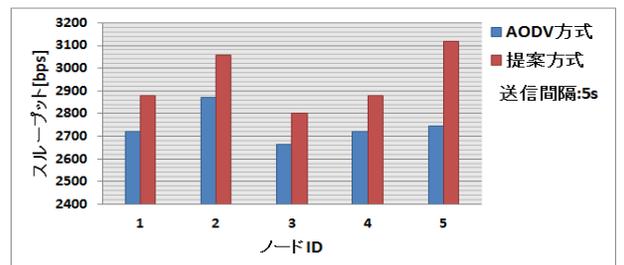


図 7: 送信ノードが移動する場合のスループット比較

6. 考察

以上述べた実験結果から、AODV 方式に簡易な動的経路制御を導入することにより、経路障害時のスループットの低下を抑えられることが判明した。送信ノード数が増加する状況である場合には、提案方式は AODV 方式と比べ、通信スループットの劣化が起きにくい特性をもつことも検証できた。この理由は、Hello パケット受信率が高いノードを自律的に選ぶ事により、トラフィックが混雑している経路を避けることが出来るからである。一方、送信ノードが移動する場合のスループットに関しては、提案方式が依然として優れているものの、優位性はやや減少した。この現象は、定期的に端末ノードが移動することにより、Hello パケットの受信率が低くなるのが要因と考えられる。今後、提案方式を一層、改善するために、Hello パケットの受信状態を相互に監視できる手段を実装する工夫が必要になると考えられる。

7. 今後の予定

本実験より、マルチホップを用いたセンサネットワークにおける、動的経路制御の必要性を示すことができた。今後は実パケットの送信間隔や、Hello パケットの送信間隔を変える事でのスループットを比較検証していく予定である。

8. 参考文献

[1] 鄭立著” ZigBee 開発ハンドブック” リックテレコム出版, 2006/2
[2] ネットワークシミュレーター QualNet, 構造開発研究所
<http://network.kke.co.jp/products/qualnet/>