

アドホックネットワークにおけるゾーンを用いた複数経路構築手法の評価

江藤大† 油田健太郎† 岡崎直宣†
大分高専† 宮崎大†

1. はじめに

近年、モバイル端末 (以下、ノード) の普及により、アドホックネットワークが注目されている。アドホックネットワークでは、ノード同士が直接無線通信できない場合に、他のノードが中継することでマルチホップ通信が可能である。経路を構築するためにはルーティングプロトコルが必要であり、従来手法として、AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector) [1] や ZHLS (Zone-based Hierarchical Link State) [2] などが提案されている。

アドホックネットワークでは、ノードの移動やバッテリー切れなどによるリンクの切断が頻繁に起こる。このため単一の経路のみを構築する従来手法では、再度経路を構築することにより通信の遅延が発生する。また、これらは一定範囲の通信障害が起こった場合の対応は考慮されていない。

本論文では、ZHLS のゾーン概念を導入し、ゾーンレベルで重複の無い複数経路を構築する ZDMR (Zone Disjoint Multi-path Routing) を提案し、評価する。

2. 従来手法

AODV では送信元から宛先への最短経路を構築する。通信中の経路でリンクの切断が起きた場合には、リンクの切断箇所を特定し経路の修復を行うが、新たに経路探索を行う必要がある。そのため、通信待機時間が発生し、データパケットの遅延とオーバーヘッドが大きくなるという問題がある。

ZHLS ではネットワークを重なりのない正方形のゾーンに区切り、各ノードは GPS を用いて自分の位置と属するゾーンを把握する。ゾーン内の経路制御を行うノードレベルと、ゾーン間の経路制御を行うゾーンレベルの 2 階層に分けてルーティングを行い、それぞれのレベルで異なるルーティングテーブルを用いる。そのため、経路が切断されるとすべてのテーブルが更新されるまで経路の切替えができない。また、2 階層に分けてルーティングを行うため処理が複雑になるという問題がある。

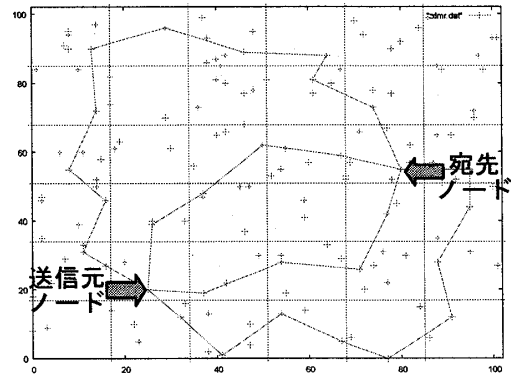


図 1. ZDMR 経路構築例

3. 提案手法

AODV や ZHLS では単一の経路しか構築されない。ZDMR では、ネットワークをゾーンに区切り、ゾーンレベルで重複の無い複数経路の構築を行う。これにより、通信中に経路が切断された場合に、ただちに経路を切替えて通信を行うことができる。また、ゾーンレベルで重複の無い複数経路を構築することにより、一定範囲の通信障害が起きた場合においても、他の経路はその影響を受けにくい。図 1 に ZDMR での複数経路構築例を示す。

ZDMR の経路構築は、メイン経路構築手順とバックアップ構築手順に分けられる。メイン経路構築手順では通信要求が発生すると送信元ノードは RREQ (route request) を作成し、ブロードキャストする。これを受信した中間ノードは RREQ の情報を更新し、RREQ をブロードキャストする。このとき、以前に受信した RREQ と比較し、同じゾーンを経由していれば破棄する。この動作を繰り返し、宛先ノードに最初に届いた RREQ の情報を基にメイン経路を構築する。

次にバックアップ経路構築手順では、宛先ノードが最初の RREQ を受信すると「RREQ 収集タイマー」を起動する。このタイマーが起動している間、RREQ を収集する。2 番目以降に受信した RREQ のうち、メイン経路が経由したゾーンと重ならない RREQ の情報を基に、可能な限り複数のバックアップ経路を構築する。

4. 評価

4.1 シミュレーション環境

提案方式は、従来手法に比べてリンクの切断が頻繁に起こる場合において接続性が優れている。

An evaluation of Zone Disjoint Multi-path Routing in ad hoc networks

† Masaru ETO † Kentaro ABURADA † Naonobu OKAZAKI
† Oita National College of Technology
† University of Miyazaki

表 1. シミュレーション環境

フィールド	102×102[m]
通信範囲	20[m]
ノード数	150
ゾーン数	36
移動度 (v)	2[m/cycle]

ると考えられるため、経路構築後に、ノードを移動させた場合の packets 到着率について評価を行った。シミュレーション環境を表 1 に示す。シミュレーションでは、送信元ノードと宛先ノードは固定し、その他のノードはランダムに配置した。なお、各ノードは t サイクルのときの座標を (x, y) とすると、t+1 サイクルのときに (x+Δx, y+Δy) に移動する。Δx と Δy は [-v, v] の間でランダムに決定する。評価は、送信元ノードから宛先ノードまでの経路を構築後に、ノードの移動を 10 サイクル行い、各サイクルで経路が構築されている場合を成功とする。今回のシミュレーションでは、経路が切断された場合でも経路の修復や再構築を行っていない。

4.2 考察

パケット到着率の結果を図 2 に示す。従来手法である AODV や ZHLS では、単一経路しか構築されないため、経路の中の一箇所でもリンクが切断した場合は、急激にパケット到着率が低下する。それに対して提案手法である ZDMR では複数経路を構築するため、リンクが切断した場合でも、バックアップ経路で通信を行うことができる。そのため、従来手法に比べてパケット到着率が高い。

次に、経路構築の際に発生したパケット量の結果を表 2 に示す。AODV は、各ノードが 1 度ずつ RREQ を受け取り、ブロードキャストする。それに対して ZDMR では、各ノードが受け取った RREQ の選別を行い、以前受け取った RREQ が経由したゾーンを含んでいなければ、RREQ を更新しブロードキャストする。そのため各ノードは、複数回 RREQ のブロードキャストを行

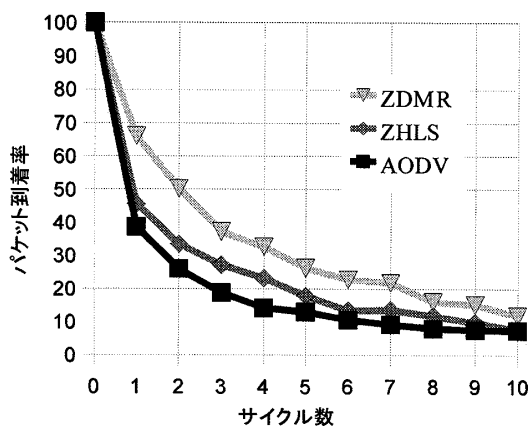


図 2. シミュレーション結果

表 2. パケット量

AODV	ZHLS	ZDMR
2242	5809	5931

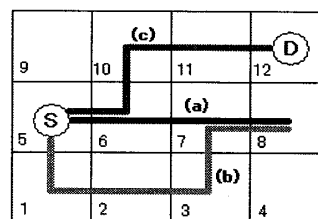


図 3. RREQ の選別

う。よって ZDMR のパケット量は AODV より多くなったと考えられる。しかし、ゾーンの考えを用いて RREQ の選別を行うため、パケット量が必要以上に多くなりすぎず、ZHLS と ZDMR のパケット量が同程度になったと考えられる。

RREQ の選別は、以前受け取った RREQ の経由したゾーンが全て含まれるか、送信元ノードが所属するゾーンと現在いるゾーン以外で同じゾーンを経由していれば破棄する。前者の条件のみでは、パケット量が多くなりすぎてしまう。そこで後者の条件によりパケット量の削減を行う。しかし、後者の条件ではバックアップ経路になりうる RREQ も破棄してしまう場合がある。例えば、図 3 のようにゾーン 5 のノード S からゾーン 12 のノード D へ経路を構築する場合、ゾーン 8 のあるノードが (a) のゾーンを経由した RREQ を受信し、その後 (b) のゾーンを経由した RREQ を受信すると、(b) を破棄する。しかし、(c) のゾーンを経由したメイン経路が構築されたとすると、(a) はバックアップ経路にならないが、(b) はバックアップ経路になる可能性がある。これによりシミュレーションでは、経路が最大 4 つできないことが多くなり、パケット到着率の差があまり大きくならなかったと考えられる。

5. まとめ

本論文では、ゾーンの概念を導入し、ゾーンレベルで重複の無い複数経路を構築する ZDMR を提案した。シミュレーションにより、提案手法は従来手法に比べ、ノードが移動する状況下において接続性が優れていることを示した。

今後は、パケット量を抑えつつ複数経路を構築するために改良と経路の修復や再構築を考慮したより現実的なシミュレーションによる性能評価を行う予定である。

参考文献

- [1] C. E. Perkins, "Ad hoc on-demand distance vector(AODV) routing," Internet Draft, Nov. 1997.
- [2] M. joa-Ng, and I. Lu, "A peer-to-peer zone-based two-level link state routing for mobile ad hoc networks," IEEE journal on selected areas in communications, vol.17,no 8,pp.1415-1425,Aug.1999.