

# ネットワーク環境における最適ゾーン半径を考慮した MANET 用ゾーン型ルーティングプロトコル

佐藤佑樹† 小山明夫†  
山形大学大学院理工学研究科†

## 1. はじめに

近年、ユビキタス環境を実現する技術の 1 つとして、MANET(Mobile Ad-hoc NETwork)が注目されている。これは無線端末同士が互いに直接通信することにより構築される無線ネットワークで、基地局インフラに依存することなく構築できるが、通信時の経路設定を個々の端末で行う必要があるため、その役割を担うルーティングプロトコルがネットワーク性能や伝送電力消費を考慮する上で重要になる。

本研究では、MANET 用ルーティングプロトコルの中でもゾーン半径により区分けされる 2 つの領域において異なるルーティング方式を用いたゾーン型ルーティングプロトコルに焦点を当てた。その上で考慮すべき問題点の 1 つ：“ネットワーク環境への適応”への対応策として、最適ゾーン半径の動的な設定手法を提案し、その有用性をシミュレーションにより評価した。

## 2. MANET 用ルーティングプロトコル

MANET 用ルーティングプロトコルは、性質上から Reactive 型と Proactive 型の 2 つに分類できる。

### 2.1 Reactive 型ルーティングプロトコル

Reactive 型ルーティングプロトコルは、通信要求に応じて経路探索を行い、経路を確立する方式である。この方式の利点として、ルーティングテーブルの維持にかかる制御トラフィックが発生しないことから、ネットワーク維持にかかる制御トラフィックを低減できる一方、通信要求が発生してから経路探索を行うため、データ送信時の遅延が増大する欠点も抱えている。

### 2.2 Proactive 型ルーティングプロトコル

Proactive 型ルーティングプロトコルは、ルーティングテーブルを利用して経路決定を行う方式で、各ノードは定期的にネットワーク上の他ノードと隣接ノード情報を交換することにより、宛先までの経路情報を格納するためのルーティングテーブルの構築・更新を行う。この方式の利点として、通信時に経路探索を行う必要がないことから伝送遅延を低減できる一方、データの送信要求がないときにも制御トラフィックが発生するため、データ転送にかかる制御トラフィックが増大するという欠点も抱えている。

## 2.3 ゾーン型ルーティングプロトコル (ZRP)

ZRP(Zone Routing Protocol)[1]は、Proactive 型プロトコルと Reactive 型プロトコルを組み合わせたルーティングプロトコルである。ZRP では“ゾーン半径”というパラメータによって、自ノードからの最短ホップ数がゾーン半径値以下になるノードがルーティングゾーン内にあると判断し、ゾーン内のノードに対しては Proactive 型、ゾーン外のノードに対しては Reactive 型のプロトコルを用いる。そのため、ネットワーク環境に適したゾーン半径値を設定することでネットワーク環境への対応を図ることができるが、現状の ZRP においてゾーン半径値は任意に設定する静的なパラメータであり、設定値がネットワーク環境に適していなければ、ネットワーク性能の低下等を招く可能性がある。

## 3. 提案プロトコル (IEZRP)

### 3.1 プロトコルの概要

ここでは、既存のプロトコルに対する考察を元に、MANET 用ルーティングプロトコルにおいて考えられる 3 つの問題点

- ① 制御トラフィックの増加
- ② 消費電力の増加
- ③ ネットワーク環境への適応

を考慮した提案プロトコル IEZRP について、“③ネットワーク環境への適応”に関する提案手法に焦点を当てる。①、②の問題点の改善を考慮して提案した不必要な制御トラフィックの削減を図る手法については文献[2]を参照せよ。

### 3.2 最適ゾーン半径の導出・設定処理

図 1 に最適ゾーン半径の初期設定における状態遷移の様子を示す。ネットワーク環境を把握するために、単位時間あたりに送信した制御パケット数を評価パラメータ：EP として取得し、評価指標値：EV の算出に用いる。式(1)に算出式を示す。

$$EV = \frac{1}{(EP+C)} \quad (1) \quad ※Cは定数$$

最少ゾーン半径から想定する最大ゾーン半径まで、EP の取得と EV の算出、ゾーン半径の拡大を繰り返し、その結果得られた各ゾーン半径の EV から「最適ゾーン半径=制御トラフィック最少」の関係に基づき、最大値を算出した時

のゾーン半径を最適ゾーン半径として設定し、一定時間適用する（図では最適ゾーン半径として 3hop が選択）。初期設定後は、統一化処理と再設定処理を定期的に行う。図 2 に性能評価時のシミュレーションを例にしたときの提案手法の各処理の流れを示す。再設定処理の変更点として、EP を取得する範囲を現在のゾーン半径のプラスマイナス 1hop の 3hop に制限する点（両端の場合は、直前直後の 2hop）が挙げられる。これはゾーン半径を急激に変化させる影響の抑制を考慮している。

### 3.3 最適ゾーン半径の統一化処理

この処理はノードごとに独立して設定される最適ゾーン半径の統一化を目的としている。次に概要を示す。最適ゾーン半径設定時に取得できたゾーン内トラフィックから周囲のノードに設定されているゾーン半径値を取得し、その平均値を最適ゾーン半径として一定時間適用する。式(2)に算出式を示す。（z=取得したゾーン半径値、m=取得したゾーン内制御パケット数、a=最適ゾーン半径）

$$a = \sum_{i=1}^m \frac{z_i}{m} + 0.5 \quad (2)$$

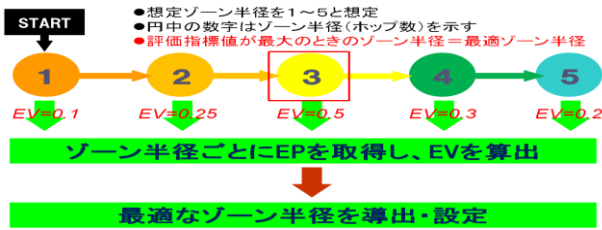


図 1：最適ゾーン半径設定における状態遷移

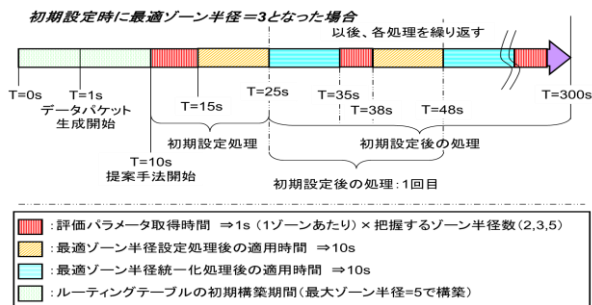


図 2：時間経過による提案手法の処理の流れ

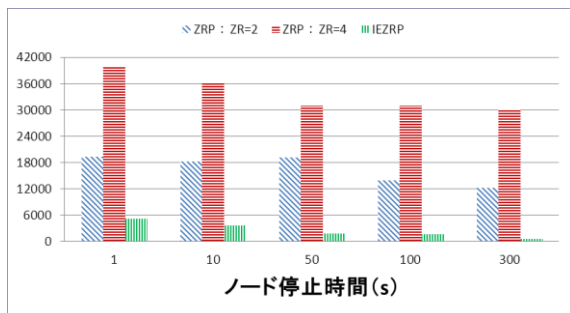


図 3：省電力性の評価（パケット送信回数）

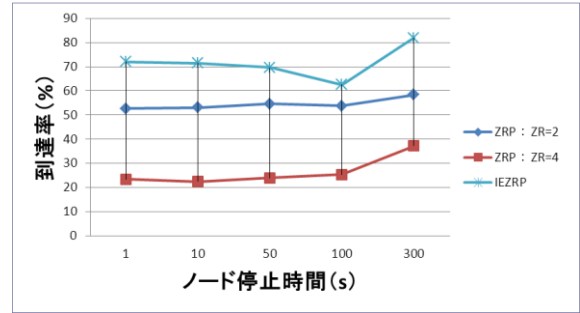


図 4：通信信頼性の評価（パケット到達率）

### 4. 性能評価

IEZRP の性能評価のために、C++を用いて作成したプログラムを用いて 300s 間のシミュレーションを行った。図 3 はノードの移動性とパケット送信回数との関係を示す。ZRP においては ZR（ゾーン半径）の違いにより結果に性能差が確認できる他、IEZRP の方が ZRP よりもはるかに低減できていることがわかる。図 4 はノードの移動性とデータパケットの到達率の関係を示す。こちらも図 3 と同様に、ゾーン半径の違いによって結果に性能差があることが確認できる他、最良時の ZRP と比較しても IEZRP の方が高い到達率を維持していることがわかる。これらの結果から、ゾーン半径値を任意で設定することによる性能劣化の可能性と動的にネットワーク環境に適したゾーン半径を設定する手法の有用性を確認できた。

### 5. おわりに

本論文では、MANET におけるネットワーク環境への適応を考慮したルーティングプロトコルを提案し、シミュレーションによって有用性を実験・評価した。その結果、“任意にゾーン半径を設定することで生じるネットワーク性能の低下”という問題に関して、省電力性、通信信頼性のそれぞれにおいてゾーン半径値の違いによる性能劣化が見られる中、IEZRP の方が高い性能を維持できていたことから、提案手法の有用性を示すことができた。

### 参考文献

- [1] Z. J. Haas, M. R. Pearlman and P.Samar: “The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks”, IETF MANET INTERNET DRAFT draft-ietf-manet-zone-zrp-04.txt, 2002.
- [2] Y. Sato, A. Koyama and L. Barolli: “IEZRP: an improved enhanced zone-based routing protocol for MANETs and its performance evaluation”, Int. J. Space-Based and Situated Computing, Vol. 1, No. 4, pp.213–221, 2011.