

無線メッシュネットワークのための可視化システムの提案と評価

熊田雄紀† 小山明夫‡
山形大学大学院理工学研究科†‡

1. はじめに

無線メッシュネットワーク(WMN)とは、無線LAN(WLAN)で使用されるアクセスポイント(AP)を相互に無線接続して構築されるネットワークである[1]. 大規模な無線エリアを低コストで容易に展開できることから近年注目を集めているが、実際に WMN を運用するには適切なネットワーク管理が必要となる. しかしながら、動的に変化する WMN の状態をリアルタイムで監視することは非常に困難であり、ネットワーク管理者の負担となる.

本稿では、この問題を解決するために WMN を直感的に管理する可視化システムを提案する. さらに、WMN 内の全ノード及びその関連情報を素早くかつ確実に可視化できるかどうかを検証することにより、提案システムの正確性と迅速性を評価する.

2. 提案システム

提案システムは、次の 2 つのモジュールで構成される. なお、本研究で構築した WMN 環境の詳細については文献[2]を参照せよ.

• Viewer

WMN 内の任意のノードから Controller に接続して情報を要求し、収集した情報を分析・統合することにより可視化を行う.

• Controller

WMN を構成する全てのノード上で動作し、ノード情報の収集や Viewer に対する情報の転送を行う.

2.1. 可視化情報

本システムで可視化できる情報として、以下のものがある.

• ノード情報

ノード情報には、静的な情報と動的な情報の二種類がある. 静的な情報とは、設定ファイルで予め定義された情報であり、IP アドレスやノードタイプ(e.g. AP, etc.)などがある. 一方、動的な情報とは、動作中に収集される情報であり、隣接ノード情報、リンク安定度、経路情報などがある.

• ネットワークトポロジ(図 1)

各 Controller から収集した隣接ノード情報を分析・統合することにより、ノード間のリンク状態(i.e. 片方向, 双方向)を表示する. なお、図中のアイコンはノードタイプを示している. また、アイコンの位置や背景画像はユーザが任意に変更することができる.

• リンク安定度(図 2)

ノード間の各リンクに対して、安定度合を五段階の色(i.e. 赤(悪), マゼンタ, 緑, シアン, 青(良))を用いて表示する. なお、リンク安定度は隣接ノードから定期的送信されるメッセージの受信数に基づいて決定される.

• 経路情報(図 3)

各ノードが保持する宛先アドレスと次ホップアドレスのマップを用いることにより、送信元と宛先を選択した際に、それらの間のリンクを太線で強調して経路を表示する.

2.2. ノード情報の収集手法

図 4 に WMN 内の全 Controller からノード情報を収集するための処理フローを示す.



図 1 ネットワークトポロジ

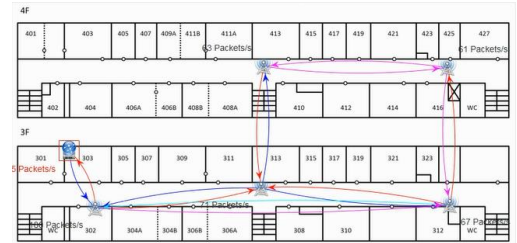


図 2 リンク安定度



図 3 経路情報

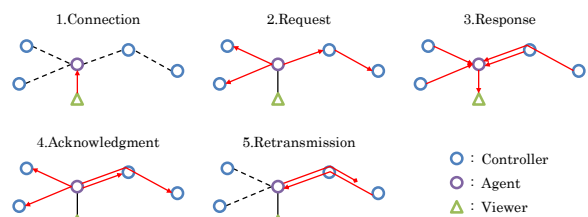


図 4 ノード情報の収集手法

1. Connection

Viewerに接続されたControllerは、Agentとして他のControllerに対する情報要求及びViewerへの情報の転送を行う。

2. Request

Viewerから情報要求されたAgentはWMN全体に要求メッセージをフラディングする。

3. Response

要求メッセージを受信した各Controllerは、ノード情報を含めた応答メッセージをAgentに対してユニキャストする。そして、AgentからのAckメッセージを一定時間待機する。

4. Acknowledgement

応答メッセージを受信したAgentは、情報をViewerに転送すると共に、各Controllerに対してAckメッセージをユニキャストする。

5. Retransmission

AgentからのAckメッセージが一定時間内に届かなかった場合、再度Agentに対して応答メッセージをユニキャストする。なお、再送制御は一定回数実行すると終了する。

3. 評価

可視化において、正確かつ迅速に情報収集することは非常に重要である。そこで、提案システムの成功率及び遅延時間に関して性能評価を行った。

3.1. 実験シナリオ

実験環境を図5に示す。まず、図中のA~Fにメッシュノードを設置してWMNを展開し、各ノード上でControllerを動作させた。そして、Aで動作しているControllerにViewerを接続して可視化を行った。このとき、パラメータとしてControllerの送信回数、再送回数、再送間隔をそれぞれ変更した場合の可視化の成功率及び可視化に要する遅延時間を測定した。

3.2. 実験結果

実験結果を図6, 7に示す。図の横軸について、左の領域が再送回数を5回、再送間隔を500msにして送信回数(X)を変更した結果であり、中央の領域が送信回数を4回、送信間隔を500msにして再送回数(Y)を変更した結果であり、右の領域が送信回数を4回、再送回数を10回にして再送間隔(Z)を変更した結果である。

1. 成功率

成功率は、可視化を50回試行して、全ノードの可視化に成功した回数から導出している。

実験結果から、送信回数が1, 2の時を除いて、成功率は90%に達している。このことから、送信回数が成功率に対して特に影響していることが確認できる。一方、再送回数や再送間隔を変更しても、大きな変化は見られなかった。

2. 遅延時間

遅延時間は、可視化に成功した50回分のデータから最小値・平均値・最大値を導出している。



図5 実験環境

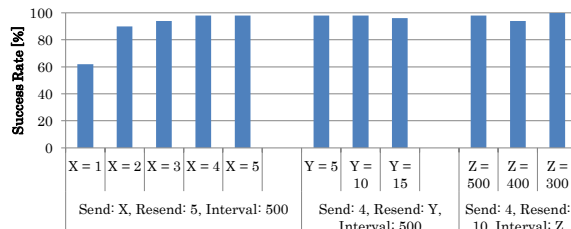


図6 実験結果(成功率)

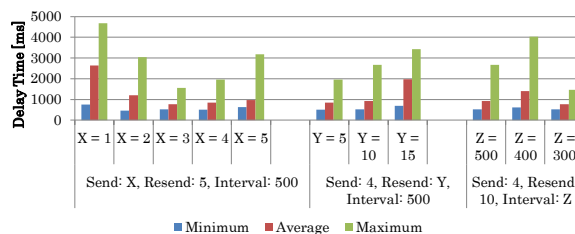


図7 実験結果(遅延時間)

実験結果から、送信回数を増やすと平均値が減少していることが確認できる。また、最大値の増加も確認できるが、これは再送制御による影響であると考えられる。次に、再送回数を増やすと平均値と最大値が増加していることが確認できる。これも再送制御によるもので、情報を送信するまでに待機時間が発生するからである。最後に送信間隔の平均値と最大値であるが、400msの時には増加し、300msの時には減少している。これは400msの試行において、再送制御が頻発したために生じた結果であると考えられる。

4. おわりに

本稿では、WMN用可視化システムの提案及び評価を行った。実験結果から、Controllerのパラメータを変更することで、成功率及び遅延時間の性能向上が確認できた。最終的な結果として、送信回数が4回、再送回数が10回、再送間隔が300msの時、成功率が100%で遅延時間の平均が1000msより小さくなった。このことから、提案システムが正確性・迅速性を実現していると考えられる。

参考文献

[1] I. F. Akyildiz, X. Wang and W. Wang: "Wireless mesh networks: a survey", Computer Networks, Vol. 47, No. 4, pp. 445-487, 2005.
 [2] Y. Kumata and A. Koyama: "Mesh Net Viewer: A Visualization System for Wireless Mesh Networks", Proc. of BWCCA2013, pp. 80-87, 2013.