

WMN におけるリンク状況の長期的な変化に対応した経路制御手法の提案

1205086 矢野進也 【知的ネットワーク研究室】

Proposal of routing method for corresponding to long-term change of link status in WMNs

1205086 Shinya Yano 【Intelligent Network Lab.】

1 背景

近年、無線ネットワーク環境を構築する基盤技術である WMN (Wireless Mesh Network) に注目が集まり、多くの研究が行われている [1]. WMN は有線で行われるアクセスポイント間の通信を無線マルチホップ通信に置き換え、宛先までの通信を可能にする技術である [2]. WMN では、無線を用いてパケットを宛先へ転送しているため、環境の変化を受けやすく、長期的な利用を想定した場合にリンク状況の変化の考慮を行う必要がある.

本研究では WMN の安定性を向上させるために、保管転送機能を持っている DTN (Delay Tolerant Networking) の機能を用いることでリンクの切断や通信遅延に対策する方法を用いる. DTN は OSI 参照モデルの 4 層から 7 層の間に挿入される中継プロトコルを用いるため、3 層以下の情報で経路制御を行う WMN にそのまま適用することは困難であると考えられる. このことから、WMN に DTN の一部の適した機能を適用する際に課題となる点を解決し、WMN におけるリンク状況の長期的な変化に対応した経路制御手法の提案を行う.

2 関連技術

2.1 WMN

WMN とは、有線で行われていたアクセスポイント間の通信を無線マルチホップ通信に置き換えることによって宛先までの通信を可能にする技術である. 無線マルチホップ通信とは、無線通信を用いることで他のノードを経由し、中継ノードがパケットリレーのように宛先までパケットを転送する通信を指す.

従来の無線通信は、クライアントとアクセスポイントの間では無線を用いて通信し、アクセスポイント間の通信には有線による通信を利用していた. このことから、WMN では無線を用いたアクセスポイント間の通信によって、有線の敷設に掛かっていたコストを削減が可能である. また、有線の敷設が困難な環境や臨時的にネットワーク構築を行う場合にも適した技術となることが考えられる. 自律的に経路の構築を行うことから、リンクの切断が発生した際に迂回路を形成し、継続的に通信可能な環境が構築でき、耐障害性の向上にもつながる.

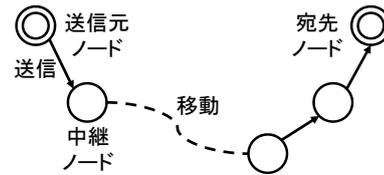


図 1 DTN の保管転送

2.2 DTN

DTN は時間的・空間的に不連続性を持つネットワークにおける宛先への通信を実現する中継転送技術である [3]. また、DTN では遅延 (Delay) だけではなく、途絶 (Disruption) や切断 (Disconnection) も対象としており、Delay, Disruption, Disconnection Tolerant Networking と表現されることもある. DTN の導入対象として移動体通信ネットワーク、ワイヤレスセンサネットワーク、アドホックネットワークネットワークなどが挙げられる.

DTN は、リンクの切断などが発生した際にパケットを保管し、適したタイミングに転送を行うことによって実現される. 例えば、移動体通信で DTN を用いた場合、図 1 のように送信元のノードからパケットを受け取った中継ノードが次の中継ノードを発見できないときに保管し、移動などをして次の中継ノードと通信可能状態になると転送して宛先ノードまで転送することができる.

3 研究内容

本研究では WMN の安定性を向上させるために、保管転送機能を持っている DTN の機能を用いてリンクの切断や通信遅延に対応する方法を用いる. DTN では名前解決できない環境を前提に研究されており、EID (Endpoint Identifiers) と呼ばれる URI 形式の識別子を用いて逐次名前解決を行っている. WMN では構成する中継機器で保管転送を行う必要があるが、OSI 参照モデルの 3 層以下の情報で中継することを想定しているため、逐次名前解決のために EID の利用が可能であることが保証できない. このことから、IPv6 形式の IP アドレスを用いることでの解決方法を提案する.

図 2 は URI 形式の EID を IPv6 形式の IP アドレスとして返還した際のフォーマットである. authority は

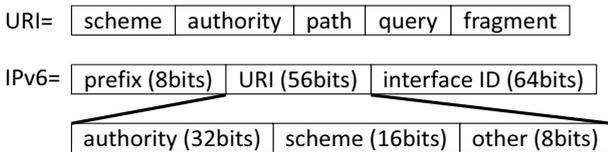


図 2 IPv6 形式の EID

リソースを保持しているホストを表しており、IPv4 の IP アドレス以上のサイズが必要とされることを考慮して 32 ビットを利用する。scheme はプロトコルなどを用いてインターネット上のリソースに対してのアクセス方法が記載されており、指定のポートにアクセスすることを考慮してポート番号を表すために 16 ビットを利用する。また、authority によってポート番号が指定されている場合は、そちらを scheme として割り当てられている場所書き込む。その他として、other には指定されているパスなどのリソースを識別するために必要な情報を記述するために 8 ビット利用する。

先頭の 8 ビットのプレフィックスはネットワークを識別するもので、WMN 内の場合は使用されている経路制御手法に合わせて宛先まで伝送し、WMN 外の場合は経路制御手法に合わせて Root Mesh STA に転送されネットワーク外との通信を行うことが可能となる。現在、ネットワーク外との通信を行う場合はネットワーク外との通信が可能なノードによって NAT を用いてアドレス変化を行うことで外部と通信することを想定している。また、DTN における EID は複数のノードで構成されることがあるため、64 ビットの interface ID によって個々のノードを識別可能にする。

これにより、WMN 内で経路が発見できず破棄されるパケットを保持し、宛先ノードの復帰や経路が発見できた際に中継ノードが判断して転送を可能とする。

4 シミュレーション

本研究ではネットワークシミュレータである QualNet を利用し、経路が発見されずに破棄されるパケットを転送可能にすることで WMN のパケット到達率が向上することを確認する。シミュレーションを行う上で全てのシミュレーションで共通となる環境の設定を表 1 に記載する。

本研究では図 3 で示しているようにリンクの切断が発生しない環境と切断が発生する環境、切断が発生した場合に提案手法によって経路が発見できたときに転送した際のパケット到達率を比較する。

リンクの切断が発生した場合に従来通りの手法を用いた場合と提案手法を用いた場合にパケットの到達数が向上することが確認できた。リンクの切断が発生しない場合と比較した際、切断検知前に送信してしまったときや転送開始時間が偏ってしまったときにパケットの到達数が減少してしまったが、提案手法によってリンクの切断が発生する環境でパケットの到達率が向上することを

表 1 共通のシミュレーション設定

電波伝送モデル	FREE-SPACE
電波周波数	2.4 GHz
物理層プロトコル	PHY802.11b
データレート	11 Mbps

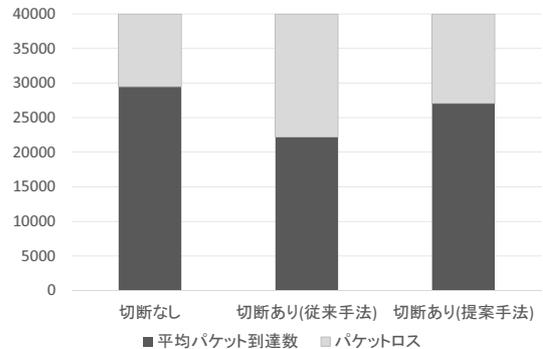


図 3 ノード数 9 の直線配置時のパケット到達数

示せた。

5 まとめ

WMN では切断や通信の遅延などのリンク状況の長期的な変化による転送機会の損失が発生する。本研究では、WMN に対して DTN の機能を取り入れることで転送の際のパケットの到達率の向上を図った。DTN におけるノードの識別子となる URI 形式の EID を、WMN 内の各ノードが識別子を基に宛先ノードを判断して WMN の経路制御手法に沿って保管転送を可能にするために、WMN で取り扱うことのできる IPv6 形式の IP アドレスに変換し、経路発見時に転送する手法を提案した。また、提案手法を用いることによってリンクの切断発生時にパケットの到達率が向上することを、シミュレーションによる評価によって示した。

参考文献

- [1] Y. Maruoka and K. ueda, "A method for establishing routes and IPv6 addressing based on the estimated distance from neighboring nodes in wireless mesh networks," 2013 Workshops of 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (WAINA), pp.21-26, March 2013.
- [2] 間瀬憲一, 阪田史郎, アドホック・メッシュネットワーク -ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて-, コロナ社, Sept. 2007.
- [3] 鶴 正人, 内田真人, 滝根哲哉, 永田 晃, 松田崇弘, 巳波弘佳, 山村新也, "DTN 技術の現状と展望," 2011.