

新潟大学研究推進機構超域学術院 研究プロジェクト 研究成果報告書

(1) 研究プロジェクト名

次世代アドホックネットワーク基盤技術研究開発プロジェクト

(2) 研究プロジェクト構成員・職・氏名

リーダー 間瀬 憲一（自然科学系・教授）

メンバー 仙石 正和（理事）

牧野 秀夫（自然科学系・教授）

中野 敬介（自然科学系・准教授）

今井 博英（企画戦略本部評価センター・准教授）

柄沢 直之（自然科学系・助教）

岡田 啓（名古屋大学・エコトピア科学研究所・准教授）

大和田 泰伯（独立行政法人・情報通信機構・専攻研究員）

鈴木 裕和（株式会社アライドテレシス開発センター）

Speakman Lee（現所属不明）

若宮 直紀（阪大大学院情報科学研究科・准教授）

松井 進（株式会社日立製作所システム開発研究所・主幹研究員）

(3) 研究成果の概要

①プロジェクトにおいて目標としたもの

1. 1. 新ノード開発・テストベッド構築

最小構成時、本体の大きさ 10cm×10cm×10cm、重さ 500g 以内の無線メッシュネットワーク・バックボーン用ノードを開発する。小型軽量のノードを試作し、100 ノードからなる無線メッシュネットワーク・バックボーン（メッシュバックボーン）・テストベッドを平成 20 年 10 月までに構築し正常動作を検証する。テストベッド拡充を 21 年 10 月までに完了し、正常動作を検証する。

1. 2. メッシュネットワーク用ルーティングプロトコル基本機能

IETF においてスタンダードトラック RFC として標準化予定の MANET ルーティングプロトコル OLSRv2 に完全準拠するレイヤ 3 高性能ルーティングプログラム (nuOLSRv2) を開発する。性能を抜本的に向上させるためリンクメトリックを考慮した経路計算機能、パケット中継におけるループ検出・重複パケット廃棄機能を持たせる。80 ノード規模のテストベッドにおいて CPU 使用率 2%以下を達成する。

1. 3. モバイル端末経路計算機能

ローミング時にアプリケーションセッション中断の起きないインターネット接続などをサポートするオープンなメッシュネットワーク・アーキテクチャと機能確立し、関連するソフトウェア開発を行う。21 年度にはシミュレーションにおいて、モバイル端末所属情報広告技術においてメッセージオーバーヘッド 1/10、22 年度にはテストベッドに実装し、モバイル端

末が別のノードに所属した場合にもアプリケーションの継続的な通信が可能であることを実証する。

1. 4. ノード・アドレス割当機能

20年度に考案した分割キーDAD方式のプログラム設計・開発を行い、nuOLSRv2に組み込む。シミュレーション及びテストベッドにおいて、動作検証を行う。80ノード規模のテストベッドを用いて重複アドレス検出率100%を達成する。

1. 5. メッシュバックボーン自動構成機能

20年度に開発した初期ネットワーク構成とリンク品質測定・選択を行う基本プロトコルの仕様及びプログラム開発結果を基に、必要付加機能の仕様化とプログラム開発を行い、テストベッドで動作検証を行う。80ノード規模のテストベッドにおいて、事前設定なしにノードの電源を入れただけで、メッシュバックボーンが自動構成されること実証する。

1. 6. メッシュバックボーン輻輳機能

全ノードから少数のゲートウェイへ集中するトラヒックに対して、メッシュバックボーン内の輻輳を防止する機能を開発する。シミュレーションにより、全ノードからゲートウェイへの集中トラヒックに対してネットワークの安定運用、80ノード規模テストベッドで、全ノードからゲートウェイへの集中トラヒックに対してネットワークの安定運用を達成する。

1. 7. レート制御機能

メッシュバックボーンの各リンクの最適レート固定設定方式及び半固定レート選択方式に関して、実際のネットワークモデルを用いたシミュレーションとテストベッド実験において、オートレート比で5%以上のスループット向上を達成する。

②目標に到達するために選択した方法・手段

2. 1. 新ノード開発・テストベッド構築

新ノードをIEEE 802.11b/g用のminiPCIを2個、IEEE 802.11n用のPCIを1個備えた小型マザーボードにより実現した。使用する環境が屋外であることを考慮し、ハードディスクは搭載せず、CFやSSDを記憶媒体としている。ドライバ開発の容易さを考慮してIEEE 802.11nデバイスの選定を行い、拡張用に用意してあったPCIに挿入、ノード下部にある3本のアンテナと接続した。開発したノードに関して技術基準適合証明を取得した。

新潟大学キャンパスと農場において新ノードを用いてメッシュバックボーン・テストベッドを構築した。大学キャンパスと農場間を25GHz帯省電力通信装置で結んだ(図1-5)。各ノードはCFとSSDによるデュアルブート設計とし、CFにはイメージ配布や緊急用のシステムを構築した。そのため、安定性重視でカーネルやデバイスドライバを選択した。SSDには実験運用で用いるためのシステムを搭載した。実験中、何からの理由でシステムが壊れることも考えられるため、SSDでブートできなくなった場合にはCFでブートされるような機能も装備した。テストベッド管理ツールなどは、既開発のものを流用するとともに、SSDイメージを配布するためのツールも作成した。

新通農場のノード6箇所にJPEG、MPEG4に対応したネットワークカメラ、1箇所に風力(風向・風速)、温度、気圧、湿度、降雨量を計測できるセンサを配置した(図4)。これらのセンサ情報を、メッシュネットワークを通じて五十嵐キャンパスにて取得できるように設定した。農場設置ノードのカメラ映像の配信サーバを立ち上げた。その配信サーバを用い、4箇所のカメラ映像(WMVフォーマット)の同時ストリーム配信を実現した。プライバシー確保のため、配信は学内LANに限定した。大規模災害時に多数開設される避難所間を無線メッシュネットワークで接続し、ゲートウェイを設置した避難所経由でインターネット接続環境を提供する構想を提唱し、各避難所間、外部とのメッセージの交換を可能とする避難所通信システムとアプリケーションを開発した。避難所の利用者は紙ベースでメッセージを送受する。一方、避難所外部の利用者は携帯、パソコンでインターネット利用しメッセージの送受が可能になる。

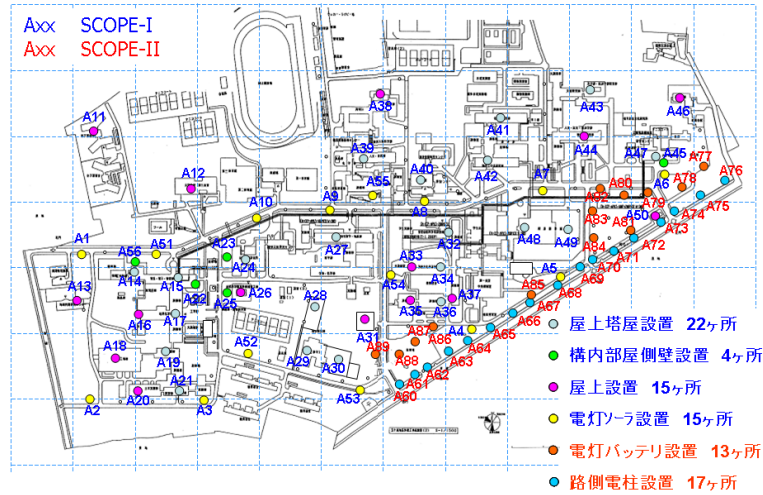


図1 新テストベッドのノード配置 (新潟大学キャンパス)



図2 新テストベッドノード配置 (農場)

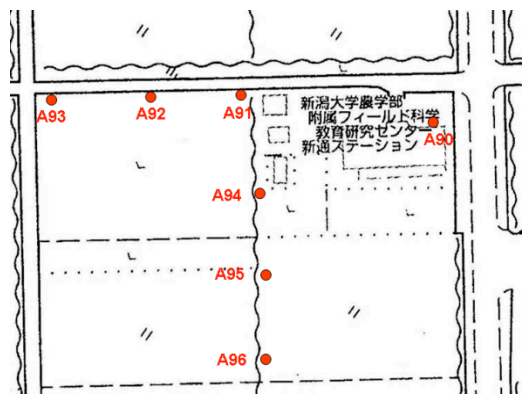


図3 キャンパス・農場間の接続



図4 ノード外観



図5 ノード構成

2. 2. メッシュネットワーク用ルーティングプロトコル基本機能

ルーティングプロトコル OLSRv2 の実装である nuOLSRv2 の更新を継続して行った。実機と QualNet 用モジュール共に、平成 23 年 3 月 1 日時点での最新のインターネットドラフトと RFC の機能を実装している。また、機能拡張として、リンクメトリック機能を、`Link Metrics for OLSRv2` (draft -dearlove-olsrv2-metrics-05) に従って実装した。リンクメトリック値として HELLO パケットの受信率に基づく ETX を方式、及び、予め起動時に IP アドレスペア毎

に固定値を設定する方式の2種類の実装を完了している。

リンクメトリックを用いた場合の性能の評価について、QualNet を用いたシミュレーションを行い、固定ノードの場合で、リンクメトリック (ETX) とリンクヒステリシスと組み合わせることで、オリジナルの OLSRv2 に比べて、最大 1.37 倍のスループット向上が見られることを確認した。また、屋外テストベッドにおいて、リンクメトリックを使用した場合、オリジナルの OLSRv2 に比べて、最大 2.5 倍のスループットの向上が見られることを確認した。22 年 12 月には、日立製作所で開発された OLSRv2 との相互接続実験を行い、屋外テストベッド 47 台を使用し、約半数ずつのノードで OLSRv2 を実行し、相互運用が可能であることを確認した。

2. 3. モバイル端末経路計算機能

他のノードから、ローミングしてきたモバイル端末の MAC アドレスから IP アドレスを求める方式として、近隣ノードへの拡大リング探索による IP アドレス解決機能を提案した。20 年度に提案した方式では全ての端末の所属情報をアドレス管理サーバに予め登録する必要があったが、21 年に度提案した方式ではこれが不要となるためオーバーヘッドの更なる削減が可能である。端末ローミング機能、アドレスプレフィックス自動割当機能、端末 IP アドレス自動割当機能、ARP・IP パケット中継機能など、モバイル端末経路計算に必要なすべての機能を実装した。

シミュレーションにより、オーバーヘッドの定量的な評価を行い、提案方式が従来の方式と比べオーバーヘッドを 1/10 程度削減できることを確認し、当初目標を達成した。開発機能を新潟大学に設置されている 12 台の屋内テストベッドに移植した。開発中の nuOLSRv2 と連携動作させ、端末 IP アドレスの取得・広告、端末への経路構築、ローミング時の通信セッション維持がすべて正常に行われることを確認した。実験により、端末が 1 ホップ先のノードへローミングした場合、IP アドレス解決時間が 10ms 程度、アプリケーションレベルでの通信途絶時間では 182ms 程度となることを確認した。

2. 4. ノード・アドレス割当機能

バックボーンを構成する各ノードは自身のネットワークインタフェースに対して、ランダムにアドレスを生成し、重複アドレス検出 (DAD: Duplicate Address Detection) によりアドレスの一意性を確保する方式を採用する。各アドレスに対して 32 から 64 ビット程度のランダム値 (キーと呼ぶ) を生成し、アドレスとキーをセットでルーティングメッセージに載せることにより、重複アドレスが生じてても、キーの部分を利用して DAD を行う方式が提案されているが、制御メッセージのオーバーヘッドが大きい。そこで、キーを分割し、制御メッセージのシーケンス番号と関連付けて転送する新方式 (分割キーDAD 方式) を考案した。

50 ノードのテストベッドにおいて異なる組合せの 2 ノードに同じアドレスを与えた場合、10 パターンについて重複アドレス検出率は 100%であり、重複アドレス検出時間と重複アドレス解決時間はそれぞれ約 7 秒、13 秒であった。改良した分割キーDAD 方式の実装により、従来の分割鍵付加方式と比較して 20%程度のオーバーヘッド削減を確認した。当初目標に近いノード数で機能面の正常性を確認した。

2. 5. メッシュバックボーン自動構成機能

初期ネットワーク構築とリンク品質測定との2段階でメッシュバックボーンを構成する。初期ネットワーク構築時には、各ノードが自律分散的に隣接ノードを発見・収容を行うことでルートノードを基点とする木状の初期ネットワークを構築する。リンク品質測定時の制御データの送受信の確実性を向上させ、品質測定の成功率向上・短時間化を実現するために、隣接ノード収容時にリンク品質評価を行い、低品質なリンクを含まないように初期ネットワークを構成する機能を開発した。

リンク品質測定時には初期ネットワークを利用して各ノードがプローブパケットをブロードキャストした際のパケット損失率測定に基づき、メッシュバックボーンの各リンクにおけるスループットが最大となるレート (最適レート) を推定するための手法を開発した。ノードが順次プローブパケットのブロードキャストを行う直列方式に加え、相互干渉の少ない複

数ノードが同時にプローブパケットのブロードキャストを行う並列方式を開発した。これによって、パケット損失率測定の合計時間の削減が期待できる。また、メッシュバックボーンから品質の悪いリンクをネットワークから削除するリンクフィルタリングを導入することで、並列方式の適用範囲を拡大することができる。

屋外テストベッド 20 台を用いて、直列方式と並列方式による測定時間と推定される最適レートの比較評価を行った。測定時間に関しては、並列方式を使用し、リンクフィルタリング閾値を変化させることで、直列方式に比べて 30%から 45%削減できることを確認した。直列方式を用いて推定された最適レートに対して、並列方式を用いて推定する場合、直列方式と同一の最適レートが推定される割合は 50%から 60%という結果となった。一方で、直列方式と同一、それより 1つ高いレートもしくは低いレートが推定される割合は 80%という結果となった。また、最適レートが違ってスループットに関しては、ほぼ同等の結果が得られることを確認した。

2. 6. メッシュネットワーク・バックボーン輻輳制御機能

メッシュバックボーンにおいて、外部ネットワークとのゲートウェイに近いノードにおいて輻輳が発生することが予想される。そこで、ネットワーク層における輻輳制御機能の検討を行った。本方式では、輻輳を検知したノードは自身のキューを占有している比率が高く、輻輳の原因と予想されるモバイル端末とその端末が所属するノードをパケットの送信元 IP アドレスを基に特定し、該当ノードに対して輻輳制御メッセージを送信する。輻輳制御メッセージを受信したノードでは輻輳ノード向けのトラフィックに対して帯域制限を行い、輻輳状況を緩和する。

新潟大学五十嵐キャンパスに設置されているテストベッドを用いて、輻輳発生時の通信品質の測定・評価と輻輳制御機能の実装を行った。輻輳制御を行わない場合において、輻輳により UDP スループットが約 20%減少することをテストベッドにおいて確認した。テストベッドへの輻輳制御機能の実装では、輻輳原因ノード特定機能・輻輳通知機能・帯域制御機能を実装した。輻輳原因ノード特定機能は、受信パケットから送信元 IP アドレスやパケットサイズを取得することにより実装した。単位時間あたりの受信パケットサイズを送信元 IP アドレス毎に算出することが可能であり、その情報から輻輳原因ノードを特定できることを確認した。輻輳通知機能は、ソケットを用いて UDP パケットを送受信する機能を作成することで実装し、動作検証において輻輳原因ノードまでパケットを送信することを確認した。帯域制御機能は、既存の帯域制御ツールを利用することで実装し、動作検証において送信スループットを任意の値に変更できることを確認した。

ノード 25 台のネットワーク (図 6) において 8 端末からゲートウェイにフローを流すシミュレーションを行った。スループットが最大となる負荷の 2 倍の負荷を与えた場合、制御なしではスループットが 95%低下するのに対して、提案方式では 10%低下に抑えられている (図 7)。ネットワークの規模が大きい場合、スループットが安定するまでに時間を要する、負荷の抑制に不公平が生じる場合があるという課題があり、今後改善する必要がある。

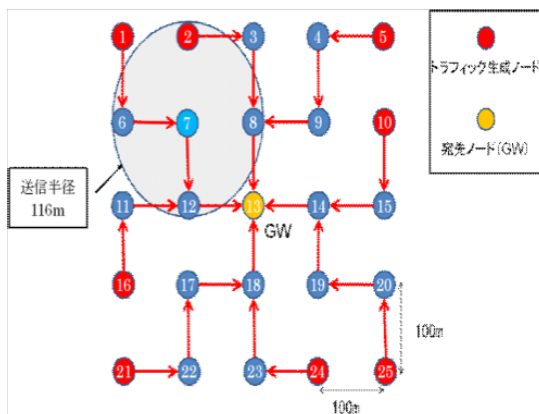


図 6 ネットワークモデル

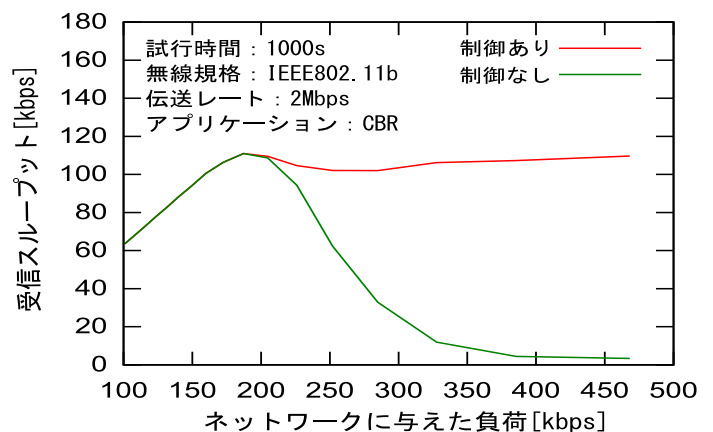


図 7 受信スループット (ノード数 13)

2. 7. レート制御機能

メッシュバックボーンではパケット送信経路上の各リンクにおいて、適切なレートを使用することによりスループット向上が可能となる。あらかじめスループットが最大となる最適送信レートを各リンクで決定しておき、それに基づいてリンク単位で送信レートを固定に設定するレート制御方式の検討を行い、宛先 MAC アドレスごとに最適レート切替えが可能なレートスイッチ機能を無線 LAN ドライバに実装した。

無線 LAN において適切なレートを動的に探索する方法としてオートレート方式があるが、レートの頻繁な切替えが生じ、スループットが低下する。そこで、パケット送信時、短時間オートレートで送信し、そのときの使用頻度の高いレートを選択し、以降、選択したレートに固定して送信する半固定レート設定方式を開発し無線 LAN ドライバに実装した。従来のオートレートアルゴリズムを用いると、隠れ端末からの干渉フローが存在する場合に RTS/CTS を使用しても適切なレートを選択できないという問題点があった。これはデータフレームの再送だけでなく RTS フレームの再送回数も考慮してレート選択を行っていることが原因であった。そこで、RTS/CTS フレームを最低レートで送ると共に、オートレートアルゴリズムが RTS フレームの再送を考慮しないように改良した。

リンクごとの最適レート固定設定方式に関して、新潟大学の五十嵐キャンパスに設置されている屋外テストベッドを使用し評価実験を行った。各リンクにて、あらかじめ各送信レートでスループットを測定しておき、それに基づき各リンクに最適レートを固定設定した。1 ホップで通信を行うことができるノードのペアを 44 ペア、2 ホップで通信を行うことができるノードのペアを 47 ペア選択し、その間のスループットを測定した。その結果、全 91 ペアでオートレートと比べてスループットが 5%以上向上することを確認した。

半固定レート設定方式に関して、1 ホップでのスループット測定により、性能評価を行った。その結果、干渉フローが存在する場合にはオートレート方式に比べてスループットが最大で 120%向上することを確認した。また、テストベッドでの 2 ホップ実験を行い、オートレート方式と比較してスループットが 40%向上することを確認した。

③その結果、得られた成果

3. 1. 新ノード開発・テストベッド構築

当初の計画であった 10cm×10cm×10cm は達成できなかったが、目標に近い 20cm×15cm×2cm という小型な物を選定することができた。提案書記載の通り、技術基準適合証明を取得した。

新設したノード数は計 37 個である。提案書で、100 個のノードを設置することを予定していたが、配分された予算に合わせて大幅縮小された形となった。ただし、既存のテストベッドを活用することで、合計 93 個のノードからなる大規模ネットワークを構築することができた。本テストベッドに研究開発の成果を随時組み込むことで総合的な動作検証、性能評価、ユーザによる主観評価が即可能になった。テストベッド利用や問題解決のマニュアルも完備し、現在まで安定に利用されている。本テストベッドは研究代表機関の新潟大学だけでなく、分担研究機関、他の共同研究機関との開発技術検証にも広く利用され、実用化、事業化へつなげるための貴重なデータの収集が可能になった。

避難所通信システムとそのアプリケーションは体系的にチュートリアルペーパーとしてまとめられ、通信分野の世界的に権威のあるチュートリアル、サーベイ論文掲載誌である IEEE Communications Magazine の大規模災害復旧特集号(2011 年 1 月号)の 5 件の論文の中の 1 件として掲載された。

3. 2. メッシュネットワーク用ルーティングプロトコル基本機能

IETF で標準化中のアドホックルーティングプロトコル OLSRv2 の実装を新潟大学と日立製作所で独立にタイムリーに進め、22 年 10 月に相互接続実験に成功した。この結果は IETF 会合に報告され、国際標準化貢献を行った。

新潟大学において開発した nuOLSRv2 では、リンクヒステリシス機能や、リンクメトリックを考慮した経路計算機能を実装し、テストベッドや QualNet を用いたシミュレーションを行

うことにより、その有効性を示した。nuOLSRv2 は本研究における成果物として、オープンソースとして公開しており、同一のコードを QualNet シミュレータと実機の双方で動作させることができるため、今後の研究の発展に大いに貢献できる。

3. 3. モバイル端末経路計算機能

本技術はノードの集合が、モバイル端末に対しては通常の無線 LAN アクセスポイントとしての拡張サービスセット (ESS) を提供し、レイヤ 2 でのローミングをサポートすると共に、バックボーンの無線リンクは IEEE 802.11 を始め、IEEE 803.16、その他の任意のリンク技術の採用を可能にし、ノード間で IP パケットによる中継を行うものである。これを実現するためには従来技術では大きなオーバーヘッドが生ずるが、そのオーバーヘッドを抜本的に減らす新技術の開発に成功し、当初目標のオーバーヘッド削減目標とローミング時の通信セッション維持の目標も達成した。

本成果は体系的にチュートリアルペーパーとしてまとめられ、通信分野の世界的に最も権威のあるチュートリアル、サーベイ論文掲載誌である IEEE Communications Magazine に投稿され、採択が決まっている。

3. 4. ノード・アドレス割当機能

ノードが自律分散的に相互を発見し、メッシュバックボーンを構成するには、ノードの無線インタフェースに設定する IP アドレスをランダムに選定できることが望ましい。その場合、異なるノードに同じアドレスが設定される重複アドレスの可能性が生じ、その検出と修正が必要になる。このため、各アドレスにランダムキーを加えて管理し、ルーティング制御メッセージ内のアドレスにキーを付加することにより同じアドレスでもキーが異なることで、重複アドレスの検出が可能になる。このため、メッセージのオーバーヘッドが増えるのが欠点である。オーバーヘッドを削減する分割キーというオリジナルな技術を開発し、nuOLSRv2 に組み込み、実証実験による目標を達成した。本技術は電子情報通信学会の論文としても掲載された。

3. 5. メッシュネットワーク・バックボーン自動構成機能

ノードに電源を入れるだけで自動的にメッシュバックボーンが構成される自動構成機能を実現し、テストベッド規模の削減により、目標に掲げたノード数よりは少ないが動作検証により実現性を確認した。また、単に、自動構成するだけでなく、ノード間に安定なリンクを設定すること、構成完了までの時間を短縮することの 2 つのターゲットを達成する技術を確立することができた。メッシュバックボーンの自動構成に関しては IEEE 802.11s で標準化されたレイヤ 2 無線メッシュネットワークに関するものが知られているが、レイヤ 3 無線メッシュネットワークを対象とするものは既存文献も見当たらず独創的な技術であり、本研究開発は貴重な貢献になりうる。論文化を今後に予定している。

3. 6. メッシュネットワーク・バックボーン輻輳機能

無線マルチホップ特有のゲートウェイ近くでの無線チャネルアクセスの競合という問題に対して、レイヤ 3 無線メッシュネットワークの特徴を踏まえた、ネットワーク層におけるエンドツーエンド型の輻輳制御メカニズムを確立することができた。この機能は輻輳検知、輻輳通知、規制の 3 段階からなる。また、その効果をシミュレーションで検証した。輻輳通知と規制の実装は完了した。しかし輻輳検知は IP キューサイズの増加により判定する方針が進めたが、結果として IP キューサイズに対応するデータを取得することができなかつたため、テストベッドでの総合的検証には至らなかつた。現時点では、転送パケットの MAC アドレス解決後に転送必要フレーム数、転送成功フレーム数をドライバ内でカウントし、その差分を測定することにより、宛先 MAC アドレスごとにフレームの滞留を検知することで輻輳検知が可能であるとの見通しを得た。現在この新たな方針で実装を進めているところである。

3. 7. レート制御機能

固定レート設定方式と半固定レート設定方式のそれぞれについて、必要な機能を開発し、無線 LAN ドライバに対応する機能を実装した。オートレートとの比較では目標を大幅に上回る結果を得た。無線メッシュネットワークの性能向上に向けてレイヤ 2 とレイヤ 3 の連携に着

目した総合的なアプローチの一方方向を示した。

④研究発表実績

別紙参照

⑤競争的資金の応募・採択状況

- [1] 間瀬 憲一、科学研究費補助金（基盤 A）大規模災害時の避難所における情報通信環境革新に関する研究、H21～23、36,400 千円、採択
- [2] 間瀬 憲一、科学研究費補助金（基盤 A）車々間マルチホップアドホックネットワーク基盤技術の研究開発、H18～20、35,800 千円、採択
- [3] 間瀬 憲一、総務省・戦略的情報通信研究開発推進制度 オープンメッシュネットワークに関する研究開発、H20～22、100,224 千円、採択
- [4] 間瀬 憲一、総務省・戦略的情報通信研究開発推進制度 次世代アドホックネットワーク基盤技術に関する研究開発、H16～18、123,089 千円、採択
- [5] 間瀬 憲一、環境省・生物多様性関連技術開発等推進事業 自然環境モニタリングネットワーク及び野生鳥獣行動追跡技術の研究開発 H21～23、43,800 千円、採択

⑥研究成果による知的財産権の出願・取得状況

- [1] 間瀬憲一、岡田啓、避難所通信システム、特願 2008-265743、日本、2008 年 10 月 14 日
- [2] 岡田啓、間瀬憲一、秋間和樹、重複アドレス検出システム、特願 2009-038828、日本、2009 年 2 月 23 日

⑦新聞等のメディアに掲載された事項

- [1] 超高速インターネット衛星 WINDS と気球を用いた大規模災害時の臨時通信システムに関する公開実験、2008 年 10 月 7 日
- [2] 衛星で「きずな」確認ー長岡・山古志 新大が通信実験、新潟日報、2008 年 10 月 30 日
- [3] 気球高く 山古志望むー災害時の通信実験ー空からの映像 新大へ、新潟日報、2008 年 10 月 31 日
- [4] 役立つ無線通信網 紹介 新大「震災復興」市民講座、読売新聞、2008 年 11 月 28 日

⑧プロジェクトに対する自己評価

研究目的と研究成果目標に掲げたすべての項目について研究開発を進め、各項目で有効性の高い新技術を開発することができた。それぞれの技術を実装し、テストベッドで動作検証、性能検証、相互運用性検証を実施し実用性を確認した。この中で、主要技術について特許出願、技術基準適合証明取得、国際標準化への貢献などの実利用に向けた準備も進めた。オープン・メッシュネットワークの骨子を論文としてまとめ、チュートリアルペーパーとして情報通信で権威あるチュートリアル、サーベイ論文掲載誌（IEEE Communications Magazine）に投稿した。バックボーンの無線リンクにどのような無線リンク技術も採用可能であること、通常の無線 LAN 端末を収容できること、ローミングをサポートすることを両立させ、スケーラブルな無線メッシュネットワークを構築するための一般的なアーキテクチャを体系的に示した点が評価され、採択・掲載された。無線メッシュネットワークの防災応用の観点からの避難所通信システムの論文も同論文誌に掲載された。これにより、本分野での我が国の学問的貢献もアピールできると期待している。東日本大震災における通信インフラ破壊への対応として、東松島市宮戸地区を対象として、メッシュネットワークを構築し、避難所通信システムを配備した。現在もサービスを提供中である。23 年 5 月 2 日には、日経エレクトロニクス 5 月末号の「震災復旧に役立った通信技術」をテーマとした解説記事企画に関連し、取材を受けた。

反省点としては一部の技術課題について研究の方向性に問題が見つかり、当初想定したような研究進捗、成果には至らなかったものもある。これらについても現時点では新たな方向性を見出し、鋭意検討を進めているところであり、近い将来に良い結果を達成できると考えている。