

# 高信頼型マルチホップ無線通信基盤技術の研究開発 (072310012)

## Research and Development of High Reliable Multihop Wireless Network

### 研究代表者

堀良彰 九州大学

Yoshiaki HORI Kyushu University

### 研究分担者

池永全志<sup>†</sup> 中村豊<sup>†</sup> 岡山秀行<sup>††</sup> 西田真三<sup>††</sup> 藤村高志<sup>††</sup>

貝崎修治<sup>††</sup> 中村勝一<sup>†††</sup> 石西 洋<sup>†††</sup>

Takeshi IKENAGA<sup>†</sup> Yutaka NAKAMURA<sup>†</sup> Hideyuki OKAYAMA<sup>††</sup>

Shinzo NISHIDA<sup>††</sup> Takeshi FUJIMURA<sup>††</sup> Shuji KAIZAKI<sup>††</sup>

Katsuichi NAKAMURA<sup>†††</sup> Hiroshi ISHINISHI<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>九州工業大学 <sup>††</sup>九州電力株式会社

<sup>†††</sup>株式会社ネットワーク応用技術研究所

<sup>†</sup>Kyushu Institute of Technology

<sup>††</sup>Kyushu Electric Power Company, Inc.

<sup>†††</sup>Network Application Engineering Laboratories, Ltd.

**研究期間** 平成 19 年度～平成 20 年度

## 概要

マルチホップ型無線通信網を構成する各ノードがネットワークサービスの状況を観測し、持続的なサービス提供に必要な回復・修復のための再構成を自律的に行うことで、障害・事故・品質の劣化を未然に防ぐ高信頼型マルチホップ無線通信基盤を実現するための研究開発を行う。さらに、提案者らの地域において実証実験を行い、既存のインターネットと接続し、ネットワーク実運用における評価を行うことで、実用に供することができるネットワーク構築を目指す。

## Abstract

We develop a high reliable multi-hop wireless network which consists of self-configured packet relay nodes to prevent fault and accident of the relay nodes, and performance degradation by using monitoring and self-configuring scheme on the nodes. The proposed self-configured packet relay nodes enable to provide sustainability packet forwarding services. We also implement prototype nodes and build an experimental multi-hop wireless network to evaluate its effectiveness.

## 1. まえがき

マルチホップ型無線通信網を構成する各ノードがネットワークサービスの状況を観測し、持続的なサービス提供に必要な回復・修復のための再構成を自律的に行うことで、障害・事故・品質の劣化を未然に防ぐ高信頼型マルチホップ無線通信基盤を実現するための研究開発を行った。さらに、提案者らの地域において実証実験を行い、既存のインターネットと接続し、ネットワーク実運用における評価を行うことで、実用に供することができるネットワーク構築を目指し研究開発を実施した。

## 2. 研究内容及び成果

ユビキタスネットワークといわれる多数のデバイスがネットワークに接続される環境を構築するためには、従来の携帯電話網や PHS 網の構築・運用コストでは高価であることから、ネットワークコア以外の主要部分を無線化したマルチホップネットワークに頼らざるを得ないと考えられる。ネットワークコア以外の部分に関しては、従来の LAN 構築による手法、マルチホップ無線ネットワークを利用した手法など、既存のインターネットよりも、さらに、分散化を進めた網構成手法が使用されると見込まれている。特に、センサネットワーク等を含むアドホックネットワーク構築技術に関しては、ここ数年新たなネットワークアーキテクチャとして、注目を浴びて盛んに研究開発が行われている。本研究では、新たなネットワーク構築のため

には、より高度な可用性の確保が重要であると考えられる。

パケット交換方式を用いたネットワークにおける可用性とは、パケットフォワーディングが機能し、パケットがある一定以上の品質で、始点ノードから終点ノードへ到達できることを意味する。現在のインターネットアーキテクチャでは、ネットワークを構築しているノードは故障や障害が無ければ理想的に機能するという仮定に基づき構築されているとよい。したがって、予期せぬ攻撃や、想定外の障害に対してはきわめて脆弱である。本研究で追求するネットワークアーキテクチャは、パケット交換ネットワークを構成するノードが正常に機能するという仮定をおかず、ネットワークの機能開始に伴って自律的にノードが互いを評価しあいながら、安定したネットワークを構築するものである。このような観点から、本研究では次の課題に取り組んだ。

- ・課題 1. マルチホップ無線ネットワークを構成するノード挙動の評価手法
- ・課題 2. マルチホップ無線ネットワークを利用するトラヒックの QoS の評価に基づく、トラヒック制御機構の考案
- ・課題 3. マルチホップ無線ネットワークを構成するノード挙動の評価値ならびにトラヒックの QoS 評価を基に、ネットワーク全体が安定して機能するための自律分散制御アーキテクチャの考案
- ・課題 4. 上記の 3 つの研究成果を用いた実証実験を通じ

での通信システムアーキテクチャの確立

図1に構築したWiReM(Wireless Reliable Network)システムの概念図を示す。図中のコア無線アクセスポイント(AP)およびエッジ無線APは互いに隣接ノードの評価を実施する。ここで、評価を受けるノードをAとし、その隣接ノードB、C、Dがあるとす。ノードBが次ホップノードであるノードAを評価する場合、ノードAを経由して2ホップで到達できる2ホップ隣接ノードCおよびDと連携してノードAの振舞いを評価する。また、ノードCがノードAを評価する場合は、同様にノードBおよびDと連携して評価する。

つまり、ノードAは各隣接ノードそれぞれから総合的に挙動が評価されることになる。隣接ノード評価においては、計測用プローブ(UDP)を用いる方法を用い、設定ファイルにおける指定周期で定期的にトポロジを確認し、隣接ノードおよび該当隣接ノードを経由する2ホップ隣接ノードを確認し、検出された該当ノードに対して計測用プローブを送信開始する。計測プローブ受信処理に関しては、設定ファイルで指定された一定周期間隔で受信したプローブ数、プローブ損失数、重複数をプローブ送信先へ通知する。また、合わせて計測対象ノードに関して、自身が評価した評価値(DV: Direct Value)を送信する。プローブ送信ノードは、2ホップ隣接ノードからのプローブ受信数情報を受信すると、プローブパケットのロス率を計算すると共に、該当2ホップ隣接ノードとの間の隣接ノードのDV値(ローカルDV値)について加重平均を用いて再計算する。また、このDV値とその他の全ての2ホップ隣接ノード間でそれぞれ評価したDV値とを比較し、最低DV値を求め、これをプローブ送信ノードにおけるDV値とする計算処理を定期的実施する。さらに、受信プローブ数と共に受信した2ホップ隣接ノードによる評価対象ノードの間接評価値IV値(プローブを受信する2ホップ隣接ノードにとってはDV値)をプローブ受信結果メッセージ受信時に記憶しておき、本値との比較を行い、それらの中で最も評価値が低い値を総合評価値(GV: Global Value)として算出する。このGV値が最終的な評価対象隣接ノードの評価値であり、この値と設定ファイルで指定されたしきい値とを比較し、評価対象隣接ノードをネットワークから切り離すか否かを判定する。プローブ送信ノードにおけるDV値とGV値の算出については、先に述べたように定期的実施することとし、この一定周期間隔は設定ファイルにより指定する。

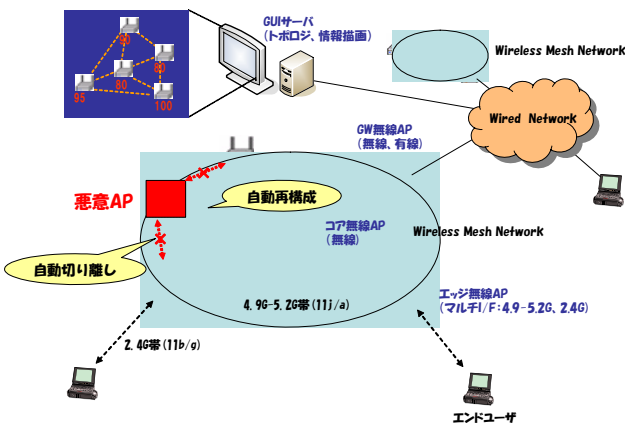


図1 WiReM システム

本研究では、これまで述べた協調型隣接ノード評価手法の一連の動作を計算機シミュレーションにより評価し、その有効性を検証した。これにより、提案手法が隣接ノード

において発生した異常を自律的に検出できることを示した。

本研究で提案した隣接ノード評価手法をマルチホップ無線LAN環境において実装するため、マルチホップ無線アクセスポイント(AP)間の経路制御手法としてOLSRを利用した。olsr.orgのolsrdバージョン0.5.5を利用し、提案手法を実装した制御モジュールをolsrdのプラグインとして実装した。実装した試作機により、テストベッドネットワークを構成し、異常が発生したAPを検出し、ネットワークから除外する処置を自律的に実施できることを確認した。さらに、異常が発生したAPがネットワークから除外されている間も定期的にそのAPの監視を続け、そのAPが正常な状態に戻った場合にはAPをネットワークに参加させることで、各APが自律的にネットワークを再構築することを確認できた。

### 3. むすび

本稿では、マルチホップ無線ネットワークにおいて、当該ネットワークを構成する無線ノードが自律的に連携して行う隣接ノード評価手法を設計し評価した。さらに、その手法を、無線LAN環境におけるマルチホップアクセスポイント(AP)として実装し動作検証を行った。以上の検証結果より我々の提案した隣接AP評価手法が実際のマルチホップ無線ネットワーク環境において適切に動作し、網の信頼性を高めるために有効であることを確認できた。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] Yufeng Wang, Yoshiaki Hori and Kouichi Sakurai, "Thoughts on Multi-Disciplinary Inspired Research on Open Network and Information System," Proceedings of the Fourth International Symposium on Frontiers in Networking with Applications (FINA2008), 2008 AINA Workshop, pp.241-246, March 2008.
- [2] Daiki Nobayashi, Yutaka Nakamura, Takeshi Ikenaga, Yoshiaki Hori, Katsuichi Nakamura, Hiroshi Ishinishi and Syuuji Kaizaki, "Access Point Evaluation with Packet Transfer Ratio in Multihop Wireless Network," The 23rd edition of the International Conference on Information Networking (ICOIN) 2009, CD-ROM, (3 papers), January 2009.
- [3] 野林 大起、中村 豊、池永 全志、堀 良彰、中村 勝一、石西 洋、貝崎 修治、"マルチホップ無線網における協調型隣接アクセスポイント評価手法の設計と実装"、電子情報通信学会論文、Volume J92-B、Number 7、July 2009 (印刷中: 2009年7月)

#### 【申請特許リスト】

- [1] 中村勝一、池永全志、堀良彰、野林大起、中村豊、石西洋、「ネットワークシステム、ノード、ノード評価方法、プログラム及び記録媒体」、(共同出願)、特願2008-312961号、2008年12月9日

#### 【報道発表リスト】

- [1] "マルチホップ無線通信基盤技術 品質保証技術を開発 北九州の展示会出展 九州大など"、電波新聞 平成20年3月16日
- [2] "マルチホップ無線通信基盤技術 WiReMでのノード挙動「評価手法」を開発 九大、九工大、九州電力など"、平成20年11月10日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.net.ecs.kyutech.ac.jp/WiReM/>