

# マルチホップ無線ネットワークにおける通信品質の理論解析

宮 北 和 之\*

## Theoretical Analysis of Communication Quality in Multi-Hop Wireless Networks

by Kazuyuki MIYAKITA

マルチホップ無線ネットワークは、無線端末と無線リンクによって構成される。このネットワークにおいて、一般に、送受信端末をつなぐ経路は複数存在する。経路の通信品質を評価するために様々な指標が提案されており、これらの指標を用いることにより、通信品質が最も高い経路（最適経路）を選ぶことができる。ネットワーク設計の観点から、ネットワークのパラメータと最適経路の特性の関係を明らかにすることが重要である。このため、本論文では、いくつかのネットワークトポロジと通信品質の指標に対して、最適経路および最適経路の通信品質の理論的な特徴づけを行った。

最初に、端末が直線上に等間隔に並んでいるネットワークにおいて、通信品質の指標として ETX (expected transmission count) を用いたときの最適経路の理論的な特定を行った。その結果から、このネットワークにおける最適経路は互いに近い長さのリンクにより構成されることを示した。

2番目に、端末が直線上にランダムに分布しているネットワークにおいて、通信品質の指標として ETX を用いたときの最適経路の特徴づけを行った。最適経路をモデル化するために、単純な経路選択方針である方針1-1を提案した。方針1-1は、各リンク長が与えられた長さに近くなるような経路を選択する方針である。方針1-1の理論的な特性およびシミュレーション結果から、方針1-1により最適経路をうまくモデル化できることを示した。また、方針1-1の特

性値を理論的に解析し、導出した式により最適経路の特性値をよく近似できることを示した。

3番目に、端末が平面上に格子状に並んでいるネットワークにおいて、通信品質の指標として ETX を用いたときの最適経路の理論的な特定を行った。リンク ETX 関数がある3つの条件を満たしているとき、最適経路は直線上ネットワークにおける結果を拡張した経路になることを示した。これらの条件を満たしていないときも、導出した式は最適経路の ETX の上界となり、この上界により最適経路の ETX がよく近似されることを示した。また、端末密度が高いときに、導出した式を2次元ランダムネットワークにおける最適経路の平均 ETX の近似式として用いることができることを示した。

4番目に、端末が平面上にランダムに分布しているネットワークにおいて、通信品質の指標として ETX を用いたときの最適経路の ETX の理論解析を行った。端末密度が高いときは格子状ネットワークにおける式を用いて近似することができるが、端末密度が低いときはこの式で近似することができず、またどの程度端末密度が高ければこの近似が可能であるかも分かっていないため、新しい解析手法を提案した。まず、最適経路をモデル化するために、単純な経路選択方針である方針1-2を提案した。方針1-2は方針1-1を2次元に拡張したものであり、各リンクの長さがある定数に近くなり、送受信端末間をできるだけまっすぐにつなぐような経路を選択する

\*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 新潟大学大学院自然科学研究科

[新潟大学博士(工学) 平成22年3月23日授与]

方法である。方針1-2の平均経路 ETX の理論解析を行い、導出した式により最適経路の平均 ETX をよく近似できることを示した。

5番目に、端末が直線上にランダムに分布しているネットワークにおいて、通信品質の指標として MTM (medium time metric) を用いたときの最適経路の特徴づけを行った。最適経路をモデル化するために、2つの経路選択方針を用いた。方針1-1は1次元ランダムネットワークにおいて ETX に対する最適経路を特徴づけるために用いられた方針である。方針2-1は、経路に含まれる各リンクの、長さあたりの MTM をできるだけ小さくする方針である。これ

らの方針の理論的な性質およびシミュレーション結果から、通信品質の指標として MTM を用いたときは、方針1-1よりも方針2-1の方が最適経路をうまくモデル化できることを示した。また、方針2-1の平均経路 MTM の理論解析を行い、導出した式により最適経路の平均 MTM をよく近似できることを示した。

謝辞：本研究を行うにあたり、主指導教員の中野敬介准教授、副指導教員の仙石正和教授を中心とした多くの皆様の御指導を賜りました。謹んで御礼申し上げます。