

移動マルチホップネットワークの連結性に関する基礎研究

大 塚 晃*

Fundamental Research on Connectivity of Mobile Multi-hop Networks

by Akira OTSUKA

移動マルチホップネットワークにおいて、各端末は直接通信機能および中継機能を持つ。これらの機能により、移動端末間のマルチホップ経路を構成することができる。移動端末間にマルチホップ経路が存在すれば、その移動端末間で情報の交換ができる。しかし、移動端末の位置は一般にランダムであり、送信範囲は有限であるため、移動端末間には常に経路があるとは限らない。このことから、移動マルチホップネットワークの特性を理解するために、連結性の解析が重要となる。移動マルチホップネットワークにおいて、ネットワークのトポロジは時々刻々と変化しているため、瞬間的な連結性の指標では必ずしも十分ではない。よって、時間によるネットワークトポロジの変化を反映した連結性の指標が必要である。このような連結性の指標として、 S に D 宛てのメッセージ M の送信要求が発生してから D が M を受け取るまでの平均待ち時間が考えられる。上記の平均待ち時間は、時間によるネットワークトポロジの変化だけではなく、メッセージの伝達方法にも依存する。過去の研究において、一次元道路状ネットワークにおいて、3つの伝達方法における理論解析が行われている。1つ目の方法は通常のマルチホップ伝送であり、 SD 間のマルチホップ経路を構築してからメッセージを送信する。2つ目の方法は単純なエピソード伝送であり、移動端末自体の移動により M を D へ運ぶ。3つ目の方法は最適な伝送方法であり、マルチホップ伝送とエピソード

伝送を併用することにより、待ち時間を最小にする。2つ目と3つ目の方法は、端末密度が低くてマルチホップ経路を構成できないような場合に有効に働くことが示されている。このような状況は、Delay Tolerant Network やセンサネットワークなど、リアルタイム性を必要としないようなネットワークにおいて起こり得る。

本論文では、最初に、3つのネットワークモデルにおいて、上記の3番目のメッセージ伝送方法における待ち時間の理論解析を行った。この解析では、確率幾何学およびクランプの性質を用いている。1つ目のモデルは、1次元の道路上を端末が移動するモデルである。2つ目のモデルも1次元の道路を仮定しているが、交差点を含み、各交差点においてシャドウイングが発生すると仮定している。3つ目のモデルは2つ目のモデルに似ているが、各交差点においてシャドウイングに加えて、端末の流入出が起ると仮定している。解析結果から、交差点におけるシャドウイングと端末の流入出が平均待ち時間にどのような影響を与えるのかを明らかにした。

次に、上記の解析を2次元に拡張して、2次元格子状ネットワークにおける平均待ち時間の理論解析を行った。ここでは2種類の平均待ち時間の解析を行った。1つ目は、与えられた経路に沿って S から D にメッセージ M を運ぶときの平均待ち時間である。2つ目は、 S から D に M を運ぶときの最小待ち時間の平均である。シミュレーション結果との

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 三菱電機株式会社

[新潟大学博士(工学) 平成22年3月23日授与]

比較により、これらの解析の妥当性を示した。また、2つ目の解析を通して、S から D にメッセージが最も速く運ばれる代表的な経路の推定を行った。これらの解析において、各道路区間の端末密度のばらつきが待ち時間に与える影響を明らかにするために、端末密度のばらつきが異なる3つのトラヒックパターンについての評価を行った。更に、シャドウイングが待ち時間に与える影響を明らかにするため

に、2つのシャドウイングモデルにおける解析を行った。最後に、送信元端末 S の位置と平均待ち時間の関係について考察した。

謝辞：本研究を行うにあたり、主指導教員の仙石正和教授、副指導教員の中野敬介准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。