

# 複数無線経路を利用する高信頼低遅延無線方式における 通信品質や利用率の影響に関する検討

## A Study on Influence of Communication Quality and Utilization Rate in Reliable and Low-Latency Wireless Communication Using Multiple Wireless Links

鈴木 健太\*<sup>1</sup>  
Kenta SUZUKI

小島 力\*<sup>1</sup>  
Chikara KOJIMA

雨澤 泰治\*<sup>1</sup>  
Yasuharu AMEZAWA

\*<sup>1</sup> 株式会社モバイルテクノ  
Mobile Techno Corp.

### 1. まえがき

ミッションクリティカルな IoT 通信を実現するため、高信頼かつ低遅延な無線通信が要求されている。高信頼な無線通信を提供するために TCP(Transmission Control Protocol) を適用する方法が考えられるが遅延が大きくなることから消失訂正符号と UDP(User Datagram Protocol)を組合せた方法が提案されている[1]。しかしながら、消失訂正符号を適用したとしても急激な伝搬環境の変動、端末の増加による帯域の利用率の増加などにより要求された遅延を満足できない場合に対処するため、複数の無線経路を利用する検討が行われている[2]。本稿では複数の無線経路を利用する場合において、無線経路毎の通信品質や端末の増加による帯域の利用率が遅延に与える影響について検討を行う。

### 2. シミュレーション評価

対象としている端末に対して 10000bytes のファイルを 500bytes 単位に 20 分割し、消失訂正符号で符号化したパケットをファイル転送が完了するまで送信し続けた場合の平均ファイル転送時間を評価した。複数無線経路として無線 LAN の IEEE802.11g(2.4GHz 帯)と IEEE802.11a(5GHz 帯)を、消失訂正符号として RaptorQ[3]を用いた。対象としている端末以外(非対象端末)は単一无線経路を利用する端末であり、ペイロード 1000bytes のパケットを 1Mbps の固定レートで伝送するものとした。また、[4]の報告の様に非対象端末の 80%の端末が IEEE802.11g を 20%の端末が IEEE802.11a を利用しているものとした。全ての端末の送信電力は 8dBm であり、送受信アンテナは 0dBi、雑音指数は 5dB とした。また、距離減衰は自由空間減衰とし、パケット毎に準静的フェージングを発生させた。

### 3. 考察

図 1 に非対象端末数に対する対象端末の平均ファイル転送時間を示す。2.4GHz 帯のみを用いた場合は、非対象端末数が少なければ転送時間が短い、非対象端末数が多くなると従い帯域の利用率が高くなり急激に遅延が大きくなる。一方、5GHz 帯のみを用いた場合は、2.4GHz 帯よりも距離減衰が大きいため非対象端末が少ない状態では 2.4GHz 帯よりも転送時間が長い、非対象端末数が多くなっても帯域の利用率は急激に高くないため転送時間も急激には大きくならず、2.4GHz 帯と逆転している。複数無線経路(2.4GHz 帯と 5GHz 帯)を用いた場合は、非対象

端末数が 5 台の場合は 2.4GHz 帯を 50%、5GHz 帯を 50% 用いた場合が最も転送時間が短く、非対象端末数が 20 台の場合は 2.4GHz 帯を 20%、5GHz 帯を 80%用いた場合が最も転送時間が短くなった。また、それらは 2.4GHz 帯もしくは 5GHz 帯のみを用いた場合よりも短くなっている。このことから、無線経路毎の通信品質や端末の増加による帯域の利用率に偏りがある場合には均等に複数無線経路を使うのではなく、適切にスケジューリングすることによりファイル転送時間を短くできることが分かった。

### 4. むすび

高信頼かつ低遅延な無線通信を提供するためには、消失訂正符号と複数無線経路を利用することが効果的であり、無線経路毎の通信品質や端末の増加による帯域の利用率に偏りがある場合には、均等に複数無線経路を使うのではなく、適切にスケジューリングする必要があることを示した。

#### 参考文献

- [1] H.Chen et al., "Fountain-Code Aided File Transfer in 802.11 WLANs," IEEE VTC'09 Fall  
[2]内田他, "コグニティブ無線通信における高信頼伝送制御方式の検討," 信学技報, vol.106, SR2006-47, pp.41-46, Nov. 2006.  
[3] IETF RFC 6330, <https://tools.ietf.org/html/rfc6330>  
[4] Z.Hays et al., "Alleviating airport WiFi congestion: An comparison of 2.4 GHz and 5 GHz WiFi usage and capabilities," IEEE WMCS, April 2014

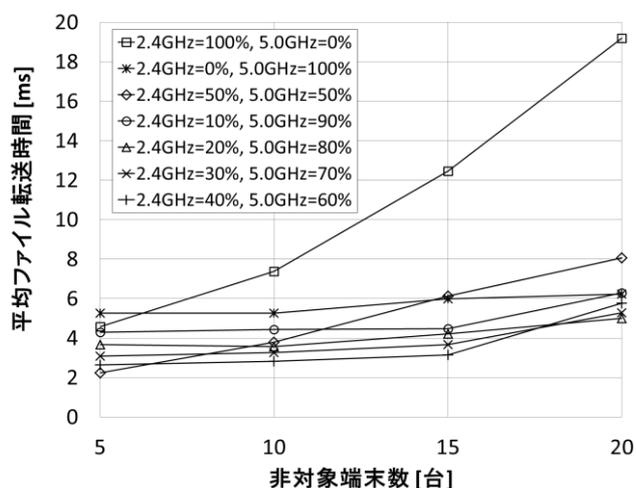


図 1 平均ファイル転送時間