

論文内容の要旨

博士論文題目 Rainfall Attenuation in Microwave Mesh Networks
(マイクロ波メッシュネットワークにおける降雨減衰に関する研究)

氏名 Gemalyn Dacillo Abrajano

(論文内容の要旨)

本論文では、マイクロ波メッシュネットワークが受ける降雨減衰の影響と、降雨減衰量から降雨量の推定に関する検討結果を明らかにしている。10GHz以上の周波数の電磁波は、降雨減衰の影響を強く受けることが知られており、従来のマイクロ波通信回線では、この影響を考慮に入れた通信回線の設計と実装が行われている。所要の通信品質を確保するため、予め減衰量を見込み、送信電力を大きくする設計が行われているが、しばしば、降雨減衰により必要となる電力マージンは、通信を行うための最小電力の百倍から千倍にも達し、現実的ではない。電力マージンを小さくする手法の一つとして、複数のマイクロ波通信回線を使うルートダイバーシチによる降雨減衰の影響を軽減する手法がよく用いられている。しかし、マイクロ波回線の方向や複数回線の間配置が、マクロダイバーシチに与える影響は十分に示されているとはいえない。そこで、本論文では、降雨レーダを用いて測定した実際の降雨データに基づき、マイクロ波回線の配置とマクロダイバーシチの性能の関係を解析し、マクロダイバーシチに適した回線設計に関する指針を与える。

次に、マイクロ波メッシュネットワークの各リンクの降雨減衰量のデータを用いて、降雨強度と位置を推定する手法を研究する。近年、「ゲリラ豪雨」と呼ばれる都市内の1km以内の狭い地域における非常に強い降雨が大きな問題となっている。狭い範囲に降雨が集中していることから、しばしば、ゲリラ豪雨の発生が見逃され、大きな災害につながる。ゲリラ豪雨を確実に検出するためには、数多くの雨量計を設置する必要があるが、雨量計の設置はコストがかかるため、全ての地域に設置することは現実的ではない。

一方、携帯電話のバックボーンネットワークとして、マイクロ波メッシュネットワークが多く都市で用いられており、このマイクロ波メッシュネットワ

ークが受ける降雨減衰量を測定することで、低コストにゲリラ豪雨の検出が可能となると考えられる。しかし、単にマイクロ波回線の減衰量を用いるだけでは、減衰が生じている回線上に降雨があることが検出できるだけで、回線上の降雨の位置まで推定することはできない。本論文では、圧縮センシングの手法を用いて位置推定を行う手法を提案する。提案手法は、「ゲリラ豪雨」発生時の降雨データは、スパース性を有することに着目し、マイクロ波メッシュネットワークの降雨減衰データからゲリラ豪雨位置および強度を推定するものである。計算機シミュレーションの結果、マイクロ波メッシュネットワークにより得られた降雨減衰データを圧縮センシングにより処理することでゲリラ豪雨を高精度に推定できることを明らかにした。

(論文審査結果の要旨)

平成 25 年 12 月 27 日に開催した公聴会の結果を参考に、平成 26 年 2 月 17 日に本博士論文の審査を実施した。

本論文では、マイクロ波メッシュネットワークが受ける降雨減衰の影響と、降雨減衰量から降雨量の推定に関する検討結果が明らかにされている。10GHz 以上の周波数の電磁波は、降雨減衰の影響を強く受けることが知られており、従来のマイクロ波通信回線では、この影響を考慮に入れた通信回線の設計と実装が行われている。所要の通信品質を確保するため、予め減衰量を見込み、送信電力を大きくする設計が行われているが、しばしば、降雨減衰により必要となる電力マージンは、通信を行うための最小電力の百倍から千倍にも達し、現実的ではない。電力マージンを小さくする手法の一つとして、複数のマイクロ波通信回線を使うルートダイバーシチによる降雨減衰の影響を軽減する手法がよく用いられている。しかし、マイクロ波回線の方向や複数回線間の配置が、マクロダイバーシチに与える影響は十分に示されているとはいえない。本論文では、降雨レーダを用いて測定した実際の降雨データに基づき、マイクロ波回線の配置とマクロダイバーシチの性能の関係を求め、マクロダイバーシチの回線設計の指針が明らかにされている。

次に、マイクロ波メッシュネットワークの各リンクの降雨減衰量のデータを用いて、降雨強度と位置を推定する手法が示されている。近年、「ゲリラ豪雨」と呼ばれる都市内の 1km 以内の狭い地域における非常に強い降雨が大きな問題となっている。

本論文では、圧縮センシングの手法を用いて位置推定を行う手法を提案する。提案手法は、「ゲリラ豪雨」発生時の降雨データは、スパース性を有することに着目し、マイクロ波メッシュネットワークの降雨減衰データからゲリラ豪雨位置および強度を推定するものである。計算機シミュレーションの結果、マイクロ波メッシュネットワークにより得られた降雨減衰データを圧縮センシングにより処理することでゲリラ豪雨を高精度に推定できることが示されている。

以上の研究は、マイクロ波メッシュネットワークの降雨減衰の関係についてなされたものであり、特に、圧縮センシングを用いた「ゲリラ豪雨」検出は、東南アジア地域などにおける既存設備を用いた低コストな災害対策技術として大いに資するものであり、学術的に意義があるのみならず、広く社会的にも波及効果のある研究である。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認める。