

携帯電話をはじめとした無線通信技術は線を使わず、気軽に会話やインターネットから情報を取れるため、今や人々の生活に無くてはならない技術である。移動通信システムは2019年まで第4世代の技術が中心となっていた。2020年の3月から第5世代移動通信システム(5G)のサービスが、日本をはじめ多くの地域で始まった。これにより、大容量、低遅延、多数接続が可能となり、通話やインターネットだけではなく、様々なアプリケーションに応用できることが期待されている。

一方、将来の技術を担う研究現場では、第5世代移動通信システムの次の技術や、第6世代移動通信システムに向けた研究が盛んにおこなわれている。在外研究では、ヨーロッパにて、これら技術に対して先進的な研究を行っているオランダ・アイントホーフェンにあるアイントホーフェン工科大学のCenter for Wireless Technology Eindhoven という研究グループとともに、「超高速無線通信とその応用技術に関する研究」を行った。本研究所では、Center for Wireless Technology の代表である Prof. Sonia Heemstera de Groot 先生、Dr. Ulf Johannsen 先生と共同研究を行った。なお、アイントホーフェンという街は世界的に有名な電機メーカーであるフィリップスの本拠地である。そのため、工科大学やハイテクキャンパスと呼ばれる研究所の集まる大学のキャンパスのような町があり、オランダをはじめヨーロッパの先進技術の開発の拠点となっている。オランダでは Seaport(海)として栄えたロッテルダム、世界有数の Airport(空)であるアムスレルダム・スキポール空港、そして第三の Port である Brainport(脳) Eindhoven として、積極的に先進技術を研究・開発するプロジェクトが進められている。

移動通信システムに代表される無線通信では、無線に適した周波数が不足していることが問題となっている。そのため、現在、使われている周波数よりは高い周波数帯である準ミリ波帯、ミリ波帯の使用が注目されている。こ

の周波数帯は、通信システムではあまり使われていないため、広い周波数帯域を使用することが可能であり、高速通信に向いている。しかしながら、直進性が強いいため、障害物による遮蔽で信号が届かなくなってしまうことがあるため、移動しながらの通信には向かないという欠点がある。この欠点を改善するため、アンテナの指向性を任意に帰ることができるアダプティブアレイアンテナの使用が検討されている。アダプティブアレイアンテナでは、電波の受信電力を基に到来方向を推定して、アンテナ素子の重みづけを適応的に変化させ、指向性を変化させる。

本研究では、受信状況の変化を、あらかじめ予測することができれば、到来方向推定や、遮蔽による通信の寸断にも迅速に対応ができるのではないかと考え、機械学習技術を使ったミリ波の受信電力推定技術について、研究を行った。

本研究では、伝送路特性の測定を行った。ネットワークアナライザ(Field FOX N9918)にて 24.1GHz から 26.5GHz 帯の伝送路を測定した。この周波数帯は 5G で利用が検討されている周波数帯である。アンテナは基準となる指向性アンテナ(STANDARD GAIN HORN Model 22240-20)を用いた。アイントホーフェン工科大学の Center for Wireless Technology では、部屋全体をシールドした実験室が備わっている。この室内では電波を放射するような実験を行っても、部屋の外に出ることは無いいため、自由に実験を行うことが可能であった。

ネットワークアナライザでは S パラメータの S21/S12 特性を得ることができる。これは周波数領域の伝達関数と同じである。S21 パラメータの Log magnitude と Phase から、パソコン内で高速逆フーリエ変換(IFFT)を行うことにより伝送路のインパルス応答を得ることができる。その結果、屋内で反射波が多い環境においても、マイクロ波帯と異なり、準ミリ波帯においては、第 1 到来波、第 2 到来波...というように、到来パスの分離が容易に行えることが分かった。

次に、移動体通信のユーザが歩きながら、使っていることを想定して、受信アンテナの位置を少しずつ、移動させながら連続的に測定を行った。最初は直線的に移動する場合のみを考えて測定を行ったが、ユーザは直線に動くだけではないので、途中で曲がる場合、途中で障害物により直接波が遮られる場合、直接波を受信できずに壁からの反射波を受信した場合を想定して測定を行った。

測定結果から求められるインパルス応答より、第一到来波(パス)の電力と到来時間を抽出した。スマートフォンなどのセンサから得られると考えられる相対位置情報を入力データ、抽出したパスの電力と到来時間を出力データ

とする機械学習の回帰モデルとニューラルネットワークモデルの様々なモデルについて検討した。その結果、ニューラルネットワークモデルを用いることにより、到来電力を 3dB 以内の精度で推定できることを示した。

本研究ではニューラルネットワークを用いて、ミリ波の到来電力推定が可能であることを示した。しかしながら、機械学習やニューラルネットワークの詳細なパラメータについては、さらに詳しく検討を行う必要があると考えられる。そのため、持ち帰った測定データを使用して、さらなる研究を進めていく予定である。

最後に帰国時の状況について報告する。本来は 2020 年 3 月末にて日本に帰国の予定であった。しかしながら、新型コロナウイルスによる感染症の世界的大流行により、飛行機が欠航となり、他の航空便を使用しても家族と共に安全に帰国することが困難であると考えられた。また、日本の空港に着いた後も、検疫等の情報がとても少なく、自宅まで無事に帰れるのか不安であった。そのため、ネットワークデザイン学科長と総合数理学部長の許可を頂き、帰国を 1 か月程度、遅らせることとなった。新型コロナウイルスの感染状況に関して、滞在するオランダ、日本で毎日のように行政の方針が更新されて、そのたびに無事に滞在できるか、日本に帰れるかという不安があった。また、飛行機も欠航が相次ぎ、運行している航空便も値段が高騰している場合もあり、航空券を見つけるのにも苦労した。今後、このように世界が危険な状況になったときに、在外研究員と積極的に連絡を取り、最も安全に滞在、帰国ができる手段を相談させてもらえるような、大学の体制をご検討頂きたい。