

超大容量・超低消費電力ワイヤレス システム実現にむけて

電気電子情報通信工学専攻通信システム工学講座
ワイヤレスシステム工学領域
教授 落合 秀樹

1. はじめに

2024年4月に工学研究科電気電子情報通信工学専攻通信システム工学講座ワイヤレスシステム工学領域に着任致しました。1991年4月に大阪大学工学部電気系に入学し、1994年4月に通信工学科の森永研究室に卒業研究配属されましたが、その年の夏から約1年間、米カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)に交換留学する機会をいただきましたので、卒業は1996年3月になります。(入学当時、大阪大学と米カリフォルニア大学が交換留学協定を結んでいることを工学部の掲示板で知りました。高校時代からハードロックと呼ばれる音楽に傾倒していましたので、当時の流行の拠点であるロサンゼルスに憧れていました。しかし留学にはTOEFLのスコアが基準点を越える必要がありましたので、渡米の希望が叶ったのが研究室配属後でした。実際にロサンゼルスにいてみると、すでに流行は終わっており、この手のビジネスの儂さを実感しました。結果として留学先では、本業である勉学に最もエネルギーを割くことになりました。)

生まれ育ちは尾張(名古屋弁)で、学部時代に関西弁も多少身につけたつもりでしたが、当時 UCLA で知り合った日本人学生のほとんどが東京の人で、彼らの都会生活ぶりに感化され、そちらの世界も見てみたくなりました。結局、悩んだ末に東京大学の工学系研究科に進学し、博士課程修了後に電気通信大学の助手に着任いたしました。2003年4月から2024年3月まで横浜国立大学工学研究院に勤務し、のちに教授として学科や専攻の運営にも携わっていましたが、この度、私自身の研究のルーツであります大阪大学の通信工学分野で教育研究を行う機会をいただきました。学部時代にご指導賜りました森永規彦先生(現名誉教授)、三瓶政一先生(現名誉教授)から歴史あるワイヤレスシステム工学の研究教育拠点を引き継ぐことを誠に光栄に思いますと同時に、その責務を実感しております。また現在は少しずつ学部時代の関西弁が戻りつつあります。

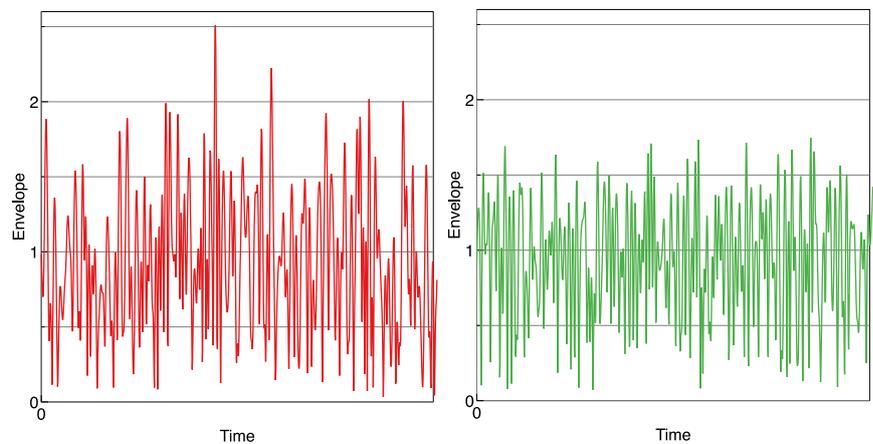
2. 大容量無線システムの低消費電力化

前置きが長くなりましたが、私が最も長く取り組んできました無線通信システムの低消費電力化の研究を簡単にご紹介させていただきます。第2、第3世代といった昔のデジタル方式の携帯電話は、伝送速度こそ低いですが、バッテリーはある程度持続しました。一方、最近のスマートフォンはかなりの頻度で充電する必要があるのではないのでしょうか。アナログ・デジタル回路分野の技術革新により単一演算処理に要する消費電力は格段に改善しましたが、動画再生など、伝送速度の増加に伴いスマートフォン自体が処理すべきデータ量も多くなりました。(電車の中でも常時いじるなど、日常での使用頻度も格段に上

がりましたが。)これによりデータの送受信に要する伝送速度も大きくなりましたが、一般に周波数帯域の制限があるなかで伝送速度を上げようとする、通信に必要な消費電力も格段に大きくなります。この理由の一つに、情報伝送において送信信号の周波数効率を上げると、信号の包絡線変動が大きくなることが挙げられます。このような変動の大きい信号の電力を送信側で線形増幅するには、電力の変換効率を犠牲にする必要があります。

例えば無線通信システムで広く用いられている直交周波数分割多重 (OFDM) 方式の信号を A 級で作動する増幅回路で線形増幅する場合、理論上の変換効率は数%に留まり、実に 90%以上の供給電力が熱として浪費されることとなります。そこで周波数効率を犠牲にすることなく、送信信号の包絡線変動を抑えることが重要になります。この課題に対し、当研究グループでは信号処理や符号理論に基づくアプローチを提案してきました (下図)。

一方、無線通信システムに対して新しい技術を導入および実用化するためには、国際標準化が必要であるなど、大きな壁が立ちはだかります。包絡線変動がどこまで低減できるのか、といった理論限界や、より少ない演算量でより効果的に変動を抑制できる手法を解明すべく、現在も研究を続けています。



OFDM 信号の包絡線変動抑制 (左: 低減前、右: 低減後)

3. おわりに

移動通信の研究分野では、4G、5G などの産業的に作り出される“世代”とともに、さまざまな研究の流行が生み出されては、消えていきます。一方、それらを支える基礎要素技術は普遍ですので、今後の情報通信技術を担っていく学生に対しては、やはり基礎を中心とした教育研究が重要であると感じています。私自身はこれまで、大容量通信の低消費電力化を主要キーワードに研究してきましたが、5G では大容量・高信頼・低遅延に対する性能が要求され、消費電力の観点が一時的に外れていました。これで私の中での一大研究も役割を終えたかのようにみえましたが、6G では超低消費電力が新たなキーワードとして加わり、この研究にも再び力を入れる時期に来ていると考えています。

また、人工知能や機械学習も 6G のキーワードとなり、着実にブームが生み出されています。これらの技術の多くは複雑な問題に対する解を例示してくれますが、最適解を保証するものではありません。通信では誤りのない伝送が求められますので、これらの技術を適用するには、その必要性や妥当性を精査することが重要であると考えています。

最後になりますが、この度は執筆の機会をいただきましたこと、関係の皆様へ深く感謝申し上げます。

(大阪大学 工学部通信工学科 1996 年卒業)

東京大学大学院 工学系研究科 電子情報工学専攻 修士課程 1998 年修了
博士課程 2001 年修了)