

東京電機大学 情報通信工学科 ワイヤレスシステム研究室紹介 (その 15)

Wireless Systems Laboratory, Tokyo Denki University

○曾田 悠里 小林 岳彦

東京電機大学 工学部 情報通信工学科

〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 電話: 03 5284 5518 Fax: 03 5284 5518

E-mail: sodayuri@wsl.c.dendai.ac.jp <http://www.wsl.c.dendai.ac.jp/>

1. まえがき

研究室発足から14年が経過し、学部は神田から東京千住キャンパスに移転して3年が経った。おかげさまで研究テーマの幅が広がり、卒業生はそれぞれの就職先で活躍している。学生数は本年4月現在、博士後期課程2名、博士前期課程4名、学部生5名の合計11名である。2014年度には学生が次の賞を受賞した：

- ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2014 優秀発表者 (山本隼葵) 2014.5.28.
- International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2014 Young Scientist Award (関翔平), “Numerical and experimental evaluation of localization methods in a UWB MIMO radar,” 2014.10.22-24.
- 第12回 TDU アイディア・コンテスト優秀賞「空洞共振器摂動法による廃家電プラスチックの選別」(森裕哉) 2014.12.20.
- 電子情報通信学会東京支部学生研究発表会 学生奨励賞「蛍光灯アレーを用いた再構成可能アンテナ」(山本隼葵), 「周波数領域仮想ステアリングベクトル平均法を用いた MIMO レーダにおけるコヒーレントターゲットの測位」(西河遼) 2015.2.28.
- 自動車技術会 大学院研究奨励賞「疑似雑音系列を用いた UWB 車載レーダの相互干渉抑圧」(加藤寛史) 2015.3.1.

現在の主な研究テーマは次の通りである：

- ① UWB (Ultra Wide Band) ワイヤレスシステム
- ② WBAN(Wireless Body Area Networks)の電波伝搬
- ③ 宇宙探査のためのワイヤレスシステム
- ④ MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) レーダ
- ⑤ UWB 車載レーダ
- ⑥ 放電管を用いた可変指向性アンテナ
- ⑦ 空洞共振器摂動法による廃家電プラスチックの選別

2. UWB ワイヤレスシステム

研究室発足時から、実験的研究 (特に UWB) を中心に据えてきた。多くの大学・研究機関のワイヤレス研究がシミュレーション主体である中で実験

に固執するのは、特に伝搬や干渉に関しては、実験的評価が必要と考えているからである。自製の送信機により 2003 年には UWB 実験局免許を国内の大学・研究機関として初めて取得している。引き続き、2009 年に国内の大学として初の Ka 帯 UWB レーダの実験局免許を取得した。UWB には数多くの研究課題があるが、本研究室では、伝搬特性とその測定・解析法、UWB 車載レーダなどを、実験局を活用して研究している。

3. WBAN の電波伝搬

UWB 技術は低消費電力およびマルチパス耐性の観点から WBAN への応用が期待されている。WBAN は、端末を人体上に設置することで生体情報の通信を行う近距離無線通信を想定し、医療やヘルスケア分野だけでなく様々な分野での応用を目指して研究開発が進められている。これまで、様々な屋内環境で人体近傍のアンテナ間における UWB 電波伝搬特性を実測評価し、部屋体積依存の人体近傍統計的 UWB チャネルモデルを開発した。屋内電波伝搬に関して人体の有無によって伝搬特性は変化する。これは人体によって電波が遮蔽されるためである。そこで人が密集した環境における伝搬チャネルを評価およびモデル化する必要がある。アンテナを装着させた被験者周りの人口密度を変化させた場合の人体近傍 UWB チャネル特性を実測した。それを基に、人口密度をパラメータとする統計的伝搬モデルを提案した[1]。

4. 宇宙探査のためのワイヤレスシステム

人工衛星内部のハーネス削減による衛星重量の軽減やサブシステム機器のレイアウト自由度拡大へ向けて、機器間接続の無線化を提案している。導体に囲まれた閉鎖空間である衛星内部で狭帯域無線通信システムを用いる場合、多重波フェージングによって電波の信号強度の落ち込み (デッドスポット) が生じる。また、長い遅延はシンボル間干渉 (ISI) を引き起こし、データの伝送速度を劣化させる。これに対して、超広域無線 (UWB) と直交周波数分割多重 (OFDM) を組み合わせることで、デッドスポットや ISI を克服し、衛星の制御やデータ伝送に必要な高信頼かつ高速な通信が可能とな

る。小型衛星内部における電波伝搬特性を実測した。また、これを使用したシミュレーションによって UWB-OFDM 伝送特性を評価した。提案したシステムが衛星内部において不感地帯なく高速通信が可能であることを確認した[2]。

5. MIMO レーダ

従来の MUSIC 法を用いる狭帯域測位アルゴリズムを UWB に拡張し、出射角(DOD)及び到来角(DOA)を推定する方法を提案した。レーダ断面積が変動する場合でも、DOA 及び DOD の推定精度が改善されることをシミュレーション及び実験によって確認した[3]。また、MIMO レーダにおける測位法である DOD/DOA 方式と TOA(到来時間)/DOA 方式によるターゲットの位置推定精度をシミュレーション及び実験によって比較し、両者を組み合わせる方式を提案した[4]。

6. UWB 車載レーダ

UWB 車載レーダは既存の車載レーダと比べ、近距離において死角がなく全天候で使用できることから、車両周辺の監視目的に最適である。複数の車載レーダが近接して同一周波数で運用されると、干渉によりターゲットの検知性能が劣化する。そこで、車両のすれ違いにより測距信号が干渉した場合を想定し、疑似雑音系列の1つである M 系列の自己および相互相関特性を用いて干渉波を抑圧し所望信号を検出する効果を検証した。誤警報確率および検出確率をシミュレーションにより求めた[5]。

7. 放電管を用いた可変指向性アンテナ

蛍光灯のような放電管内にはプラズマが励起されており、プラズマ周波数以下でアンテナ素子として用いることができる。地板付き 4 分の 1 波長モノポールとアンテナ周囲に複数の直立した U 字形蛍光灯を組み合わせた、可変指向性アンテナを提案した。U 字形蛍光灯はモノポールアンテナを中心に正方形に並べる。蛍光灯非点灯時には水平面内無指向性、点灯時には隣り合う 2 辺の蛍光灯がコーナーリフレクタとして機能するアンテナを試作し、放射指向性、周波数特性、過渡応答特性を実測した[6]。

8. 空洞共振器摂動法による廃家電プラスチックの選別

廃家電製品のリサイクル事業において、複数種のプラスチック(ABS, PP)が混在する状態から選別する必要があるが、従来手法では高精度に選別することは困難であった。そこで、空洞共振器摂動法を用いた新たな選別手法を提案している。有極性である ABS はマイクロ波帯で配向分極が寄与する誘電特性の変動により誘電損が発生するが、

無極性の PP は配向分極が発生せず、損失は小さい。そのため、試料を空洞共振器内に挿入した際に発生する共振特性の偏移量は ABS の方が大きくなる。偏移量の違いを測定することで高精度な選別が可能であることを明らかにした[7]。

9. その他の活動

JAXA 宇宙科学研究所宇宙工学委員、総務省 UWB 調査検討会主査、IEC TC107 国内委員会委員 (PT 62232: 基地局周辺の電磁界評価 主査)、総務省や日本学術振興会の評価委員などとして、国の施策に協力した。

10. むすび

社会人大学院生や企業派遣研究生を積極的に受け入れている。また、本学の研究推進社会連携センターを通じての技術移転を行っている。産・官・学との強い連携を今後とも保ってゆきたいと考えているので、一層のご支援を賜わることができれば幸甚である。本 WTP の前身である YRP 移動体通信産学官交流シンポジウム以来のアカデミアセッションにおける毎年の発表が、簡潔な年次報告になってきたことに感謝する。

参考文献

- [1] M. Hirose and T. Kobayashi, "Analyses and modeling of ultra-wideband on-body propagation channels depending on population density within an elevator cabin," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol. E97-A, no. 1, pp. 94-100, Jan. 2014.
- [2] T. Matsushita, A. Tomiki, and T. Kobayashi, "Highly reliable UWB-OFDM wireless transmission within small spacecraft," in *1st URSI Atlantic Radio Science Conf. on(URSI AT-RASC)*, Gran Canaria, Spain, May 18-22, 2015.
- [3] I. Pasya and T. Kobayashi, "Joint direction-of-departure and direction-of-arrival estimation in an ultra-wideband MIMO radar system," in *IEEE Radio & Wireless Symp. 2014 (RWS 2014)*, Newport Beach, CA, USA, Jan. 19-22, 2014.
- [4] S. Seki, I. Pasya, and T. Kobayashi, "Evaluation of target localization using DOD/DOA- and TOA/DOA-based methods in a bistatic UWB MIMO radar," in *the 4th. Int. Conf. on Signal and Image Processing*, 2015.
- [5] H. Kato and T. Kobayashi, "Detection probability of automotive radar using maximum length sequences to suppress interference from nearby radars," in *National Aerospace & Electronics Conf. on (NAECON)*, Dayton, USA, Jun. 2014.
- [6] T. Yamamoto and T. Kobayashi, "A reconfigurable antenna using fluorescent lamps," in *Internat. Symp. on Antennas and Propag. (ISAP 2014)*, Kaohsiung, Taiwan, Dec. 2-5, 2014.
- [7] Y. Mori, T. Kobayashi, and K. Tahara, "Classification of acrylonitrile-butadiene-styrene and polypropylene with use of microwave resonance," in *Progress in Electromagnetic Research Symp. 2014 (PIERS 2014)*, Guangzhou, China, Aug. 25-28, 2014.