

## 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2)

Wireless Systems Laboratory, Tokyo Denki University

小林 岳彦

東京電機大学 工学部情報通信工学科

〒101-8457 東京都千代田区神田錦町 2-2 電話: 03 5280 3330 Fax: 03 5280 3389

E-mail: koba at c.dendai.ac.jp URL: <http://www.wsl.c.dendai.ac.jp/>

### 1. まえがき

本研究室が発足して以来1年余りが経過した。研究設備充実への途はまだ遠慮であるが、大学院生が3名から9名に増えるとともに、昨年に引き続き2年連続で(社)電子情報通信学会から論文賞を受賞(受賞論文[1])するなど、研究室のポテンシャルは上がっている。また、今春には「移動通信基礎技術ハンドブック」[2]を翻訳・上梓した。

昨年度[3]と比べて研究テーマの重点化を行い、現在は次のような課題について研究を行っている:

- UWB (超広帯域) ワイヤレスシステム
- 移動通信のための都市内電波伝搬
- 移動通信ネットワークのトラフィック特性
- 電子機器からの放射妨害波の制御
- レーダクラッタ抑圧技術
- ワイヤレスシステムにおける失敗例の研究
- 小型高機能衛星の研究開発

これらのうち は、宇宙科学研究所の INDEX (Innovative Technology Demonstration Experiment) 衛星計画[4]に大学院生が参加して実施しているものである。

### 2. UWB (超広帯域) ワイヤレスシステム

UWB (ultra wideband)ワイヤレスシステムは、今年2月に米国連邦通信委員会 (FCC) が民間での無免許運用を条件付きで認可したことで広く知られるようになり、3月には電子情報通信学会総合大会においてパネル討論「Ultra Wide Band (UWB) 技術の可能性」[5]が多く聴衆を集めるなど、国内でも関心が高まっている。

UWBには数多くの研究課題があるが、本研究室

では、米国で主流となっているインパルスラジオ以外に直接拡散 (direct sequence) による DS-UWB をも含め、アンテナ等のハードウェア技術、チャネルサウンダ、他方式との相互干渉評価、UWB システムの試験・測定法等について検討している。これらのうちアンテナについては、UWB チャネルサウンダ等に用いる目的で、水平面内無指向性で VSWR の低いアンテナを開発した[6]。さらに、DS-UWB 技術を応用して、ダイナミックレンジが広く高分解能のチャネルサウンダシステムを開発している。UWB の電波伝搬特性は解明され尽くされているとは言い難いので、実測に基づくモデル化を目指している。

また、FCC の UWB 運用認可に当っては、UWB システムと既存の狭帯域システムとの干渉が十分検討されたとは言えないし、システムの試験法も明確になっていない。特に、ピーク電力が平均電力に比べてきわめて大きいインパルスラジオからの干渉を熱雑音に置換えて評価することには限界があると考えられる。そこで、数値計算および実験による干渉の定量的評価に着手した。

### 3. 移動通信のための都市内電波伝搬

移動通信のための電波伝搬特性推定ツールとしてレイトレース法が盛んに開発されており、実際に活用されている。ところで、レイをトレースできるという意味で見通しがあったとしても、都市内ではフレネルゾーンの一部が建物・車輛等によって遮られることはしばしばあり、このような場合には精度に限界がある。特に車輛や歩行人による遮蔽は時間とともに変動するので、ストリートマイクロセルの設計を高度化する上で重要な課題である。このようなフレネルゾーン部分遮蔽の影響を数値計算および実験により明らかにしようと考えている。

#### 4. 移動通信ネットワークのトラヒック特性

筆者等は先に、端末プラットフォームの一例としてタクシーの移動軌跡を Global Positioning System を用いて実測し、その軌跡上に仮想セルラシステムをオーバレイすることにより、車輛のセル滞在時間分布を推定した。さらに、移動軌跡上で呼がランダムに生起し、指数分布を持つ保留時間の経過後に終了すると仮定して、各セルにおけるチャンネル占有時間分布やハンドオフ頻度等を推定した[7]。その結果、(a)車輛のセル滞在時間は、従来暗黙裡に仮定されていた指数分布よりも対数正規分布に従うこと、(b)保留時間やセルサイズが変化するとチャンネル占有時間分布に違いが出ること、および(c)ハンドオフ頻度はセルサイズに反比例することを明らかにした。また、タクシー以外の車種の特性が同様であることを実証するとともに、セル滞在時間やチャンネル占有時間に自己相似性が出現することを見出した。

現在は、回線交換だけでなくパケット通信の基本トラヒック特性について研究を行っている。また、鉄道がセル境界を横切るときにはほぼ同時に多数のハンドオフを生ずる可能性があるため、列車内の移動通信端末利用率および電車の移動特性を調査し、鉄道で移動するユーザによるトラヒックへの影響を評価している。

一方、人間そのものの移動特性を実測する目的で、自立航法と GPS を組合せた測定システムの開発を行っている。さらに、電波伝搬特性と端末移動特性を考慮に入れたハンドオフ特性の検討を行っている。

#### 5. 電子機器からの放射妨害波の制御

複雑な電子機器からの放射妨害波の定量的な予測はほとんど不可能な試みだと一般に見なされているが、1桁程度の誤差を許容するならば、大胆な単純化によって予測と制御が可能になる[8]。本研究室では、簡単な回路からの放射妨害波を規範的問題として、放射妨害波制御技術の評価を試みを行っている。

#### 6. レーダクラッタ抑圧技術

レインクラッタ等のレーダクラッタを抑圧してターゲット像を抽出するための種々の手法を比較するとともに、収縮法アルゴリズム等を用いたクラッタ抑圧技術の研究を行っている。

#### 7. ワイヤレスシステムにおける失敗例の研究

近年、「失敗学」が提唱され、技術上の失敗に起因する重大事故（航空機の墜落、船舶の沈没、橋梁の落下等）をはじめとしてさまざまな失敗例の要因分析や分類が進んでいる[9]。ワイヤレスシステム関連分野においても、例えば次のような失敗例がある：技術的には成功しながら商業的には破綻したイリジウム、電磁妨害による産業用ロボット等の暴走、メール攻撃による携帯端末の誤動作（意図しない110番通報等）、携帯端末に頻発した不具合、究極の電波航法システムとして命名されながら、全システム完成から17年間で運用停止となったオメガシステム、本格的に普及しない準ミリ波・ミリ波帯ワイヤレスシステム。このような失敗例の収集と要因分析を行い、教訓を汲み上げたいと考えている。

#### 8. むすび

社会人大学院生の受入れを、学費が勤務先負担か自弁かに拘らず、積極的に行ってゆきたいと考えている（昼夜開講制であるので、昼間に勤務のある人でも可能）。また受託研究や共同研究の可能性についても、ご一報いただければ幸甚である。

#### 参考文献

- [1] K. Mori and T. Kobayashi, "Downlink transmission power control for CDMA/shared-TDD packet communications in cellular environments," *IEICE Trans. on Commun.*, vol. E84-B, no. 6, pp. 1622-1630, June 2001.
- [2] 羽鳥光俊, 小林岳彦監修, YRP 基盤研訳, 「移動通信基礎技術ハンドブック」, 丸善, 2002.
- [3] 小林岳彦, "東京電機大学工学部情報通信工学科ワイヤレスシステム研究室紹介," 第3回 YRP 産官学交流シンポジウム, pp. 52-53, 2001-7.
- [4] <http://www.gtl.isas.ac.jp/INDEX/>
- [5] <http://sst.katayama.nuee.nagoya-u.ac.jp/>
- [6] T. Taniguchi and T. Kobayashi, "An omnidirectional and low-VSWR antenna for ultra-wideband wireless systems," *2002 IEEE Radio and Wireless Conference*, August 11-14, 2002, Boston, MA, to be published.
- [7] T. Kobayashi, Y. Watanabe, and N. Shinagawa, "Vehicle mobility characterization based on measurements and its application to cellular communication systems," *IEICE Trans. on Commun.*, vol. E82-B, no. 12, pp. 2055-2060, Dec. 1999.
- [8] M. Mardiguian 原著, 小林岳彦訳, 「EMC 設計の実際 - 放射妨害波の制御 - 」, 丸善, 2000.
- [9] 畑村洋太郎, 「失敗学のすすめ」, 講談社, 2000.