

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

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

koba at c.dendai.ac.jp

1. まえがき

本研究室は、教授 1 名、専任講師 1 名 (幸谷 智)、修士課程大学院生 3 名および卒論生 18 名の陣容で 2001 年 4 月に発足し¹、移動通信を中心とする次のような課題について研究を開始している：

- ① 移動通信ネットワークのトラヒック特性
- ② CDMA 移動通信における TCP 伝送特性
- ③ 移動通信のための都市内電波伝搬
- ④ UWB (超広帯域) ワイヤレスシステム
- ⑤ ソフトウェア無線における試験・認証
- ⑥ ワイヤレスシステムにおける失敗例の研究
- ⑦ レーダクラッタ抑圧技術

これらのうち、①から③の一部は、YRP 移動通信基盤技術研究所との共同研究により実施している。④から⑥は今年度から新規に着手したテーマ、③の一部と⑦は旧電波応用研究室 (三輪 進・現名誉教授) から引継いだテーマである。

2. 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 (GPS) 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ー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[1]。その結果、④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、⑥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⑥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セル滞在時間も対数正規分布に従うことや、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[2]。さらに、車輛移動特性をモデル化して、各セルにおけるチャンネル数が有限である場合のブロック率や強制切断率を推定した[3]。

現在は、回線交換だけでなく、近年トラヒックが急増している移動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、列車がセル境界を横切る場合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、電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、電車で移動するユーザによるトラヒックへの影響を明らかにしようと考えている。

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、セルラシステムを全 IP (internet protocol) 化したセルラ IP におけるトラヒック基本特性をシミュレーションにより検討している。

3. CDMA 移動通信における TCP 伝送特性

インターネットの標準プロトコルである TCP (transfer control protocol) は、移動通信のような誤りの多い伝送路を想定したものではなく、現行の移動通信システムは TCP 伝送には最適なものではない。本テーマでは、CDMA セルラシステムにおける送信電力制御と TCP フロー制御に新しい分散制御アルゴリズムを採用し、CBR (constant bit rate) コネクションの品質を保証しつつ TCP コネクションのスループットを最大化する技術について、シミュレーションおよび実験により検討している。

¹ 筆者は今春、NTT ドコモ (YRP 移動通信基盤技術研究所) に出向) を退職し、東京電機大学に着任した。

4. 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研究・開発されている。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がしばしばあり、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。

5. 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とは、搬送波を変調した信号を用いる従来のワイヤレスシステムと異なり、インパルスを直接送受信するシステムである。比帯域²が 25% (代表的には 80%) 以上を UWB とする。単位周波数当りのエネルギー密度はきわめて小さい。米国では 1960 年代に研究が開始され、1970 年頃から軍用の通信、レーダや測距用に開発が進められてきた。この技術を FCC (連邦通信委員会) 規則パート 15 に基づき無免許で民生用に使えるようにしたい (スペクトル密度は雑音のようなものなので) との意図から、FCC が 1998 年に NOI (Notice of Inquiry) を、2000 年には NPRM (Notice of Proposed Rule Making) を発出したことにより、広く知られるようになった。主としてデジタル技術によって回路が実現できることや、超高速通信や超高分解能レーダ等の可能性が期待されている。

本研究室では、UWB 用チャネルサウンダやアンテナ等のハードウェア技術、および多元接続技術や他方式との相互干渉評価等の方式技術について検討を開始した。

6. ソフトウェア無線における試験・認証

ソフトウェア無線は、無線機器の高度化や低価格化に寄与しうる将来技術として期待されているが、一方、機器の試験が複雑となるばかりでなく、違法改造の恐れもある。そこで、耐タンパ性の高

² スペクトルの最大値よりも 10 (または 3) dB だけ電力の小さくなる周波数を f_H および f_L ($f_H > f_L$) とすると、比帯域 $\eta = 2(f_H - f_L) / (f_H + f_L)$ 。

いハードウェア、ソフトウェアおよびこれらの組合せを実現し、合理的に試験・認証するとともに、違法改造を防ぎうる技術について検討を行っている。

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) をはじめとして失敗例の要因分析や分類が進んでいる [4]。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: ①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、②電磁妨害による産業用ロボット等の暴走、③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)。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. 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、遺伝的アルゴリズムを用いた新しいクラッタ抑圧技術の研究を行っている。

9. むすび

他機関との研究交流や共同研究を積極的に行いたいと考えている。ご一報いただければ幸甚である。

参考文献

- [1] 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. 1999³.
- [2] H. Hidaka, K. Saitoh, N. Shinagawa, and T. Kobayashi, "Teletraffic characteristics of cellular communication for different types of vehicle motion," *IEICE Trans. on Commun.*, vol. E84-B, no. 3, pp. 558-565, March 2001.
- [3] K. Saitoh, H. Hidaka, N. Shinagawa, and T. Kobayashi, "Vehicle motion in large and small cities and teletraffic characterization in cellular communication systems," *IEICE Trans. on Commun.*, vol. E84-B, no. 4, pp. 805-813, April 2001.
- [4] 畑村洋太郎, 「失敗学のすすめ」, 講談社, 2000.

³ 平成 12 年度電子情報通信学会論文賞受賞。