

周囲の環境変化による時間変動を考慮できるように次元拡張した 新たなワイヤレスシステム時空間電波伝搬モデルの研究開発 (063103003)

Novel time-spatial propagation model extended so as to consider the time fluctuation
due to the change of surrounding environment in wireless communication system

研究代表者

藤井 輝也 ソフトバンクテレコム株式会社
Teruya Fujii, Softbank Telecom Corp.

研究分担者

三上 学 表 英毅 太田 喜元 舛井 淳祥 長手 厚史 末田 康一
Manabu Mikami, Hideki Omote, Yoshichika Ohta, Hiroyoshi Masui, Atsushi Nagate, Kouiti Sueda
ソフトバンクテレコム株式会社 Softbank Telecom Corp.

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

概要

ワイヤレスシステムを効率的に設計するには無線システム開発の基本である「電波伝搬モデル」が不可欠である。近年、低速移動や静止した環境下で使用される無線端末が急増している。このような端末は周囲の環境変化による伝搬変動を大きく受ける。そのため周囲の環境変化による伝搬変動を考慮できる伝搬モデルが不可欠である。しかし、それを考慮できる伝搬モデルは現在のところ殆どない。本研究開発では、「端末が静止している状態から走行している状態までを統一的に扱える新たな伝搬変動の物理モデルを世界に先駆けて開発し、無線システムの効率的な研究開発を支援すると共に、開発した伝搬変動モデルの国際標準化を目指す。

Abstract

In order to design the broadband wireless communication systems efficiently, radio propagation model, which is a fundamental for the wireless system developments, is necessary. Recently the number of customers who use mobile phones in static usage is rapidly increasing. These mobile phones are affected strongly by change in ambient environment around them. So a radio channel model is necessary to estimate change in ambient environment. However there are few physical channel models considering such conditions. In this research, we develop ahead of the world a novel channel model that can use in common with static and moving usages. Moreover we promote international standardizations of the developed channel model.

1. まえがき

近年、移動通信では無線端末（端末）が静止した状態で使用されることが非常に多くなっている。

このような場合、端末は端末周辺の人の移動や車等の走行による環境変化により端末自ら走行する場合とは大きく異なる伝搬変動を受けることになる。従来の移動通信の伝搬モデルは端末の走行による変動が周辺環境の変化よりも非常に速い場合を想定したモデルであり、静止時を含め端末周辺の環境変化を考慮したモデルではない。そのため走行速度が端末の周辺環境の変化よりも遅くなると従来の走行時の伝搬変動モデルをそのまま適用できない。

本研究開発では、まず端末が静止し、その周辺環境が変化した場合に端末が受ける伝搬変動を、特に「物理モデル」として世界に先駆けて開発する。また、開発した伝搬変動モデルの国際標準化を目指す。

2. 研究内容及び成果

2.1 提案モデルの基本概念

周辺移動環境下での伝搬変動特性を簡易に模擬できる新たな物理的な伝搬変動モデルを提案し、その特性を解析した。提案モデルは、図 1 に示すように静止した端末の周辺環境を「周辺静止環境モデル」と「周辺運動環境モデル」の 2 つに分離し、それらの環境モデルを重ね合わせて静止した端末の伝搬変動をモデル化する静・動多重環境伝搬変動モデルである(図 1(c))

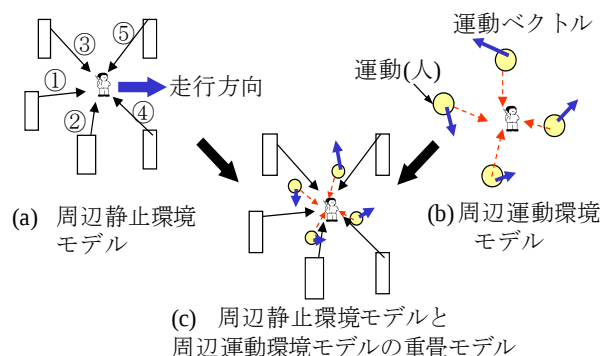


図1 提案する静・動多重環境伝搬変動モデル

2.2 提案する物理モデル

屋内において運動体を人とした場合の物理モデルを図 2 に示す。人である運動体数を N_{person} 、各運動体は全て直径 $\Delta w[m]$ の円と仮定し、一定速度 $v[m/s]$ で歩行するものとする。そして、各運動体は端末に到来する電波を完全に遮断し、全てを吸収するものと仮定する。

一方、屋外において運動体を車とした場合の物理モデルを図 3 に示す。車である運動体数を N_{mobile} 、各運動体は全て長さ $\Delta w[m]$ の線分と仮定し、一定速度 $v[m/s]$ で走行するものとする。そして、各運動体は端末に到来する電波を完全に遮断し、全てを吸収するものと仮定する。

本研究開発では、提案する物理モデルの受信レベル特性と自己相関特性（共分散係数）を解析し、測定結果と比較した。解析結果に関しては誌上発表リスト[2]、[3]に譲る。

2.3 解析と測定

ここでは、屋内での狭帯域伝搬における受信レベル変動特性の測定結果と提案モデルの解析結果を比較する。

屋内の中央部に受信アンテナを設置し、その周辺を人が走行した場合の受信レベル変動を測定した。図 4(a)に受信レベルの時間変動特性を示す。搬送波周波数は 1.5GHz 帯、移動人数は 8 人である。受信アンテナの位置に応じて、受信レベル変動特性が大きく変わることがわかる。これが、端末静止時の受信レベル変動の特徴である。

図 4(b)に物理モデルに基づいた計算機シミュレーションによる受信レベルの時間変動例を示す。図 4(a)の測定結果によく似ていることがわかる。図 5 に受信レベルの累積確率を、図 6 に受信電力変動の共分散係数を示す。図 5、図 6 からわかるように、解析結果と測定結果は非常に一致していることから、提案する物理モデルが十分妥当であることがわかる。

2.4 研究成果

本研究開発では「狭帯域伝搬」と「広帯域伝搬」を対象として、下記に示す 3 つの物理モデル又は実験モデルを提案し、その一部はソフトウェア化した。

- (i) 屋内・端末静止環境における狭・広帯域伝搬モデル。
- (ii) 屋外・端末静止環境における狭・広帯域伝搬モデル。
- (iii) 屋外道路近傍・端末静止環境における狭・広帯域伝搬モデル。

2.5 国際標準化

「周辺静止環境モデル」は本研究開発の基盤である。そこで、「周辺静止環境モデル」と「周辺運動環境モデル」に分けて標準化を実施した。

(1) 周辺静止環境モデルの標準化（標準化達成）

周辺静止環境モデルとして「時空間伝搬(TSP)モデル」を ITU-R SG3 において新勧告 Rec. ITU-R P.1816 として標準化した。P(伝搬)シリーズにおいて我が国の提案が単独で標準化されたのは約 30 年ぶりである。

また、第 4 世代移動通信システムである IMT-Advanced 評価用のチャネルモデルとして、LOS 環境まで拡張した TSP モデルが Rep. ITU-R M. 2135 で標準化された。提案モデルがシステム評価用モデルとして標準化された意義は非常に大きい。

(2) 周辺運動環境モデルの標準化（標準化継続中）

現在、「Rec. ITU-R P.1238 の改定に向けた作業文書」として承認され、議長報告(Chairman's Report)に記載されている。次年度以降の標準化が期待される。

3. むすび

本研究開発では端末が静止し、その周辺環境が変化した場合に端末が受ける伝搬変動の物理モデルを世界に先駆けて開発した。そして、その一部を ITU-R において標準化した。特に国際標準化に関しては当初目標を大幅に超える成果が達成できたものとする。尚、継続中の標準化案件に関しては、継続して会合に参加し、標準化を達成することが望まれる。

【国際標準提案リスト】

- [1] Rec. ITU-R, P.1407-3, Multipath propagation and parameterization of its characteristics, 2007/07/09.

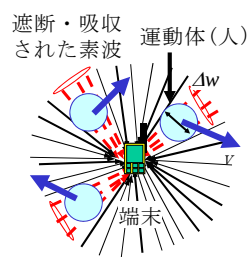


図2 屋内モデル

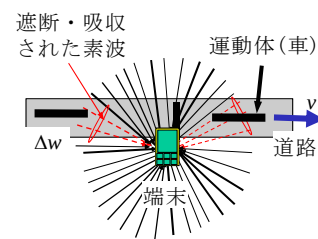


図3 屋外モデル

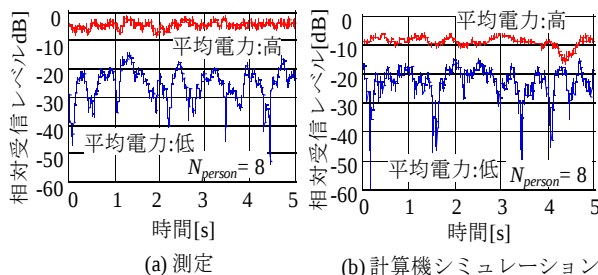


図4 受信レベルの時間変動

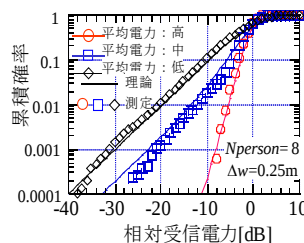


図5 受信電力の累積確率

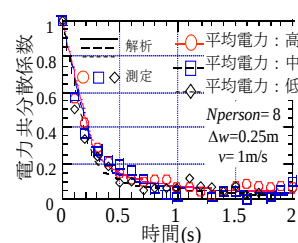


図6 受信電力の共分散係数

- [2] Rec. ITU-R, P.1816, The prediction of the time and spatial profile for broadband land mobile services using UHF and SHF bands, 2007/11/06.

- [3] Rep. ITU-R M.2135, Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced, 2008/12/17.

【参加国際標準会議リスト】

- [1] ITU-R WP3J: '06/09, '07/04, '08/06
- [2] ITU-R WP3K: '06/09, '07/04, '08/06
- [3] ITU-R WP8F/5D: '07/05, '08/01, '08/06, '08/10

【誌上発表リスト】

- [1] 藤井 輝也、表 英毅、太田 喜元、“広帯域移動体通信における時空間電波伝搬モデル”、信学会 B、Vol. J91-B、No. 9、pp. 901-915 (2008).(招待論文)
- [2] T. Fujii and Y. Ohta, “Dynamic Channel Modeling for Static Mobile Terminals in Indoor NLOS Environments”, Proc. IEEE VTC2007 Fall, Baltimore, USA, 2007.
- [3] Y. Ohta and T. Fujii, “Fading Channel Measurement for Static Mobile Terminals in Outdoor NLOS Environments”, Proc. IEEE VTC2009 Spring, Barcelona, Spain, 2009.

【受賞リスト】

- [1] 太田喜元、電子情報通信学会学術奨励賞、2009.03

【報道発表リスト】

- [1] “次世代移動通信方式対応「時間・空間電波伝搬推定法」の国際標準化の達成について”、SBM ホームページ、2008 年 2 月 1 日
- [2] “次世代無線基地局カバー範囲推定”、日経産業新聞、2008 年 2 月 1 日