

ワイヤレス移動通信における到来波の空間相関特性について

1210282 天野 遼介 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

ワイヤレス移動通信において、多重波受信の影響により受信信号のレベルに変動が混ざる現象をフェージングと呼ばれている。ブランチと呼ばれる複数の選択肢を用いてフェージングの影響を軽減する方法は一般にダイバーシチ技術と呼ばれ、空間ダイバーシチでは複数のアンテナによる受信波をしかるべく合成する。ブランチの各受信波に現れるフェージングに相関があると、ダイバーシチの効果は減少してしまうため、空間ダイバーシチではアンテナの間隔の関数として表示される空間相関関数が重要なパラメータとなる [1]。

本研究では、多重伝搬路を経由して到来する多数の波の干渉により発生するレイリーフェージングの影響を受けた信号の空間相関関数について検討し、信号の振幅や到来角度の変化が空間相関関数に及ぼす影響を調査する。

2 レイリーフェージング

本研究では、代表的なフェージングであるレイリーフェージングの影響を受けた受信信号について考察する。

移動デバイスが 0deg の方向に速度 $v[\text{m/s}]$ で移動しているとすると、角度 ϕ_i の方向から振幅 a_i 、位相 θ_i の平面波が N 波 ($i = 1 \sim N$) 到来したとき、複素包絡線 $z(t)$ は以下のように表される。

$$z(t) = a_i e^{j(2\pi f_D \cos \phi_i t + \theta_i)} \quad (1)$$

ここで、 $f_D[\text{Hz}]$ は最大ドップラー周波数であり、キャリアの波長が $\lambda[\text{m}]$ の時 $f_D = v/\lambda$ で表される。

3 空間相関関数

空間相関関数とは、空間的に離れた2本のアンテナそれぞれで受信される信号の相関関係を表したものである。レイリーフェージングの影響を受けた式 (1) の複素包絡線 $z(t)$ を用いて、空間相関関数 $\rho(d)$ は以下のように表される。

$$\rho(d) = \frac{z^*(t)z(t+d/v)}{z^*(t)z(t)} \quad (2)$$

ここで、記号 * は複素共役を表している。

4 結果

移動デバイスの進行方向を 0deg 、到来波の数を $N = 16$ 、各到来波の振幅 a_i を平均 0、分散 1 の正規乱数、到来角 ϕ_i を区間 $-30 \sim 30\text{deg}$ 、 $60 \sim 120\text{deg}$ の範囲で一様乱数に設定したシミュレーション結果を図 1 に示す。

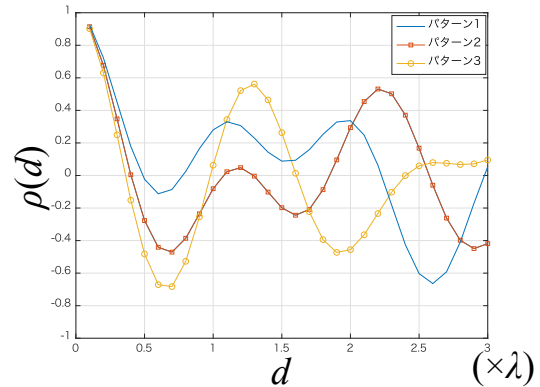


図 1 到来角が区間 $-30 \sim 30\text{deg}$ の空間相関関数

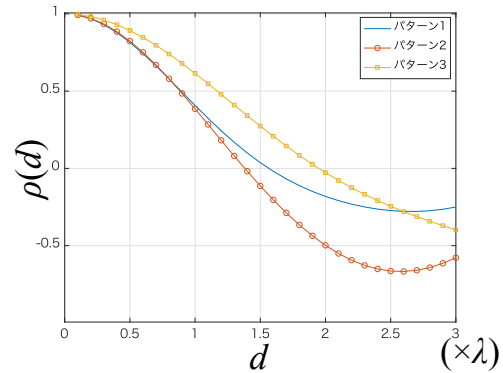


図 2 到来角が区間 $60 \sim 120\text{deg}$ の空間相関関数

図 1 及び図 2 より、到来角の区間幅が同じ 60deg であったとしても、移動デバイスの進行方向であるか (図 1)、横方向であるか (図 2) によって空間相関関数に大きな違いが生じることが分かる。また、到来角の区間が等しくても、到来波の振幅や到来角のパターンが異なると、空間相関関数に十分識別できる差が生じることが分かる。

5 まとめ

本研究では、レイリーフェージングの影響を受けた受信信号の要素信号の振幅と到来角のパターンと空間相関特性の関係について考察した。受信信号の空間相関関数は、要素信号の振幅や到来角に大きく依存することを確認した。

参考文献

- [1] 奥村 喜久, 進士 昌明, 移動通信の基礎, 電子情報通信学会, 1999.
- [2] 桑原 守二, デジタル移動通信, 科学新聞社, 1992.
- [3] 生岩 量久, 安 昌俊, OFDM 技術とその適用, コロナ社, 2010.