

プレディストーションによるアンテナの周波数歪み補償

Compensation for Frequency Characteristics Distortion of Antenna by Pre-distortion

趙 海燕 藤元美俊 堀 俊和

Haiyan ZHAO Mitoshi FUJIMOTO Toshikazu HORI

福井大学 大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, University of Fukui

1. まえがき

高速無線通信で扱う信号は広帯域であるため、アンテナ利得の周波数特性および群遅延特性によって時間領域での信号波形に歪みが生じる。筆者らは、これまでに利得の周波数特性、群遅延特性による波形歪みの補償についてそれぞれ検討してきた[1][2]。本報告では、アンテナの利得の周波数特性および群遅延特性をともに考慮した場合、相互の特性による補償効果への影響を示す。

2. プレディストーションによる歪み補償

図1にプレディストーションによる歪み補償の概念を示す。アンテナから出力された信号の利得特性を一定にするため、式(1)に示すようにフィルタの利得特性 $G_f(f)$ をアンテナの利得特性 $G_a(f)$ の逆特性とする[1]。また、位相特性を線形とするため、式(2)に示すようにフィルタの位相特性 $\theta_f(f)$ とアンテナの位相特性 $\theta_a(f)$ の合計が位相直線となるように設定する[2]。

$$G_f(f) = 1/G_a(f) \quad (1)$$

$$\theta_f(f) + \theta_a(f) = \tau_c f \quad \tau_c: \text{定数} \quad (2)$$

3. シミュレーションモデル

計算機シミュレーションで用いたアンテナの利得特性 $G_a(f)$ は、式(3)に基づいて設定した[1]。群遅延特性 $\tau(f)$ は式(4)に示すように正弦波状に変動とした[3]。

$$G_a(f) = a_1 f + a_0 \quad (a_1: \text{歪み係数}, a_0: \text{中心周波数利得}) \quad (3)$$

$$\tau(f) = A \sin(2\pi f n / BW + \varphi) + T_a \quad 0 \leq f \leq BW \quad (4)$$

BW : 帯域幅 A : 群遅延変動幅 φ : 初期位相

n : 帯域内の群遅延変動回数 T_a : 平均遅延時間

4. 利得及び群遅延特性による補償効果への影響

図2に群遅延特性による利得歪み補償効果に与える影響を示す。フィルタの評価はMSEの比を用いた。利得特性のみを考慮した場合を点線で、群遅延特性を加えた場合を実線でそれぞれ示す。図2から、利得歪みのみの場合より、群遅延歪みと利得歪みの両方が存在すると、群遅延変動回数が小さい範囲では補償効果が高いことがわかる。また、利得歪み係数 a_1 の絶対値が小さい範囲であれば、MSEの比が安定して高くなり、歪み係数 a_1 にあまり依存しないこともわかる。図3に利得特性による群遅延歪み補償効果への影響を示す。歪み係数 a_1 が小さい範囲内では、群遅延変動回数 n が大きくなるにつれて、MSEの値が小さく抑えられ、補償効果が得られる。しかし、 a_1 が大きくなると、フィルタが逆効果となることわかる。

図4にフィルタのタップ数とMSEの関係を示す。タップ数が多い方がフィルタの性能が上昇することがわかる。利得特性および群遅延特性をともに考慮する場合、大きな補償効果を得るため、フィルタの必要タップ数も多くなる。

5. むすび

アンテナの利得特性および群遅延特性をともに考慮した場合、相互にフィルタの補償効果に影響を与えることを示した。フィルタの補償効果があるかどうかは利得歪み係数に依存し、その効果は群遅延の変動回数に依存する。

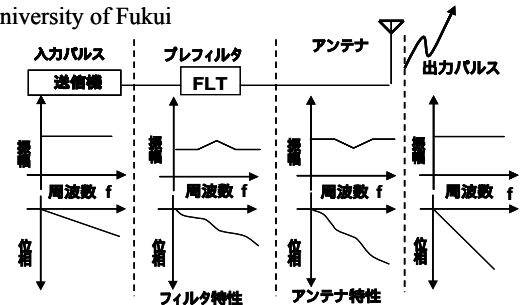


図1. プレディストーションによる歪み補償の概念

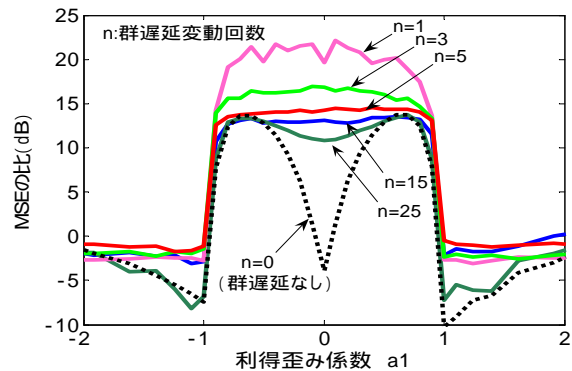


図2. 群遅延特性による利得歪み補償効果への影響

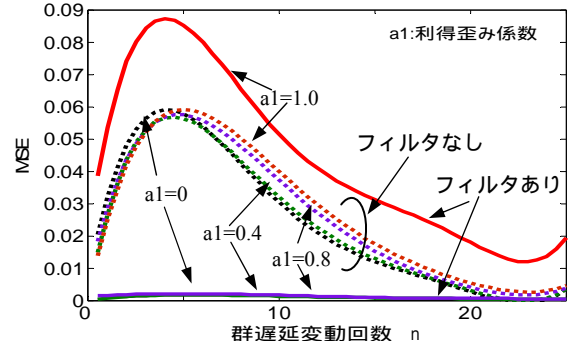


図3. 利得特性による群遅延歪み補償効果への影響

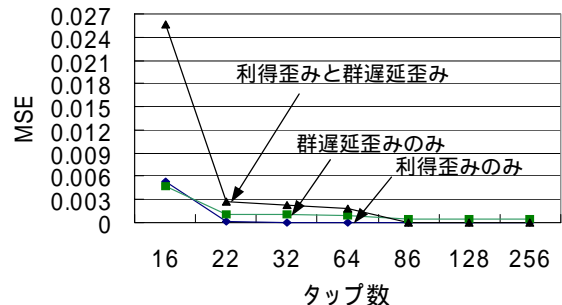


図4. MSE とタップ数の関係

文献

[1] 白鳥, 藤元, 堀, 信学技報, AP2004-338, Mar. 2005.
 [2] 趙, 藤元, 堀, 信学技報, AP2006-26, May 2006.
 [3] 竹丸, 藤井, 神谷, 鈴木, 信学技報, AP2003-229, Dec. 2003.