

インパルス応答測定用純白色疑似雑音の群遅延特性の検討

Study of group delay characteristics of pure white pseudo noise for impulse response measurement

岡部凱斗

金田豊

Kaito Okabe

Yutaka Kaneda

東京電機大学 工学部情報通信工学科

Dept. of Information & Communication Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

既存の離散白色疑似雑音(以下、白色疑似雑音)を DFT すると、得られる離散周波数スペクトル $X(k)$ は白色性(振幅値が一定:例えば 1)を持つ。これを複素平面上で表すと、図 1 の口印のように単位円(振幅が 1)上の値を持つ。しかしこの離散周波数スペクトルを補間する(元の疑似雑音に多数のゼロを付加して DFT する)と、図 1 の実線のように単位円上から離れたものになる。

白色疑似雑音を用いて系の伝達特性などをデジタル計測する場合、送信側の DA 変換器と受信側の AD 変換器の標本化周波数が微小に異なる場合がある。標本化周波数が異なると離散周波数の値がずれるので、信号スペクトルは図 1 の Δ 印のような値となって、信号の白色性が損なわれるため、測定誤差が発生する。

上記の問題を解決するために、離散周波数スペクトルを補間してもほぼ白色性を保つ(図 2)純白色疑似雑音が提案された[1]。しかし従来、この雑音は強制白色化と信号長の切り出しの繰り返し演算により生成されるため、その性質には不明点が多かった。

2. 群遅延特性の特徴

既存の白色疑似雑音と純白色疑似雑音のスペクトルを、図 1, 2 のような複素平面上のスペクトルの変化として観察した。その結果、純白色疑似雑音のスペクトルは円周上を移動するが、その移動速度の変化は白色疑似雑音と比べて緩やかだった。そこで、移動速度に相当する群遅延特性のパワースペクトルを求めた結果、図 3 に示すように、純白色疑似雑音(赤)は、白色疑似雑音(青)と比べて、高周波成分が低下しており、群遅延特性の変化の緩やかさが裏付けられた。

3. 群遅延特性の特徴を利用した信号生成

先に述べた群遅延特性の特徴が純白色性の要因ならば、白色疑似雑音の群遅延特性を求め、その高周波成分をフィルタで抑圧し、逆 DFT することで純白色疑似雑音が生成できると考えた(図 4)。

図 5 は生成した信号の補間した複素スペクトルである。ほぼ単位円上に位置し、純白色性を持っている。

図 6 は DA・AD 変換器の標本化周波数が微小に異なる(48kHz に対し約 0.2Hz)環境下で、スピーカの周波数特性を、白色疑似雑音と図 4 の処理で生成した純白色疑似雑音をそれぞれ用いて測定した結果である。白色疑似雑音に比べ、図 4 の純白色疑似雑音による測定は、誤差(周波数特性の細かな変動)が小さいことを確認できた。

4. まとめ

群遅延特性の高周波成分が小さいという特徴は、純白色疑似雑音の重要な特性であり、それを利用することで純白色疑似雑音の生成が行えることを示した。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 15H02728 の助成を受けたものです。

参考文献

[1]森, 他, 音講論集(秋), 627-628 (2015).

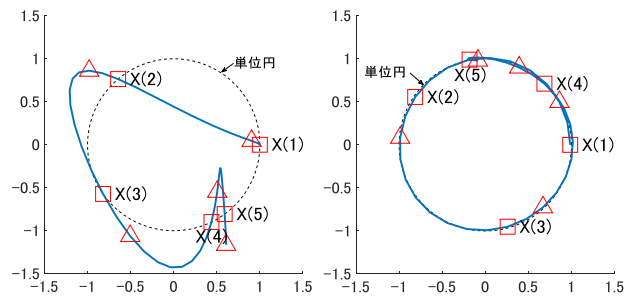


図 1 白色疑似雑音の複素スペクトルの例

図 2 純白色疑似雑音の複素スペクトルの例

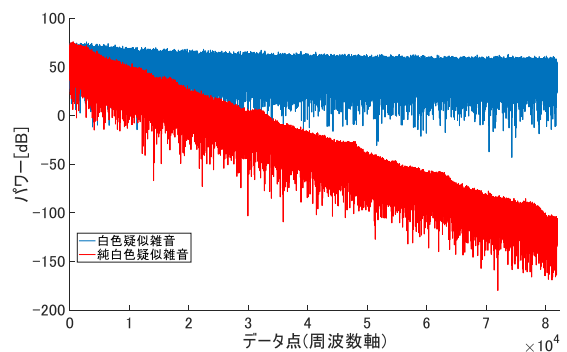


図 3 群遅延特性のパワースペクトル

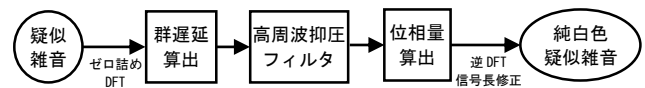


図 4 疑似雑音の群遅延特性の高周波成分抑圧処理

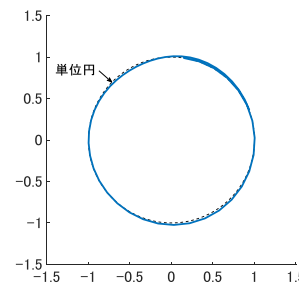


図 5 生成信号の複素スペクトルの例

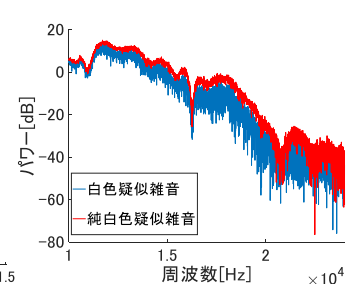


図 6 DA と AD の標本化周波数に微小な差がある環境でのスピーカの周波数特性測定