

一定振幅を持つ純白色擬似雑音生成の検討

Study of pure white pseudonoise generation method with a constant amplitude

A-5

森 健太郎
Kentaro MORI金田 豊
Yutaka KANEDA東京電機大学工学部情報通信工学科
School of Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

M 系列などの離散白色擬似雑音信号を用いたインパルス応答測定では、風や D/A, A/D 変換器間のサンプリングクロックずれによる時間軸伸縮が発生すると測定に誤差を生じる。この誤差は従来の離散白色擬似雑音信号が、離散周波数の上(Fig.1 の○印)だけで白色であることに起因する。離散周波数上だけで白色なスペクトルを持っていても、複素補間して周波数分解能を上げた振幅スペクトル(Fig.1 の青実線)は白色から変動しているため、サンプリングクロックずれが発生した場合には時間軸および周波数軸の伸縮が発生し、Fig.1 の青□のように振幅スペクトルが白色から変動し測定結果に誤差が生じる。

この問題に対し、筆者らは周波数分解能を上げても白色性を保つ離散純白色擬似雑音を提案し、測定系の時間変動に対する頑健さを確認した[1]。しかし、純白色擬似雑音の時間波形は Fig.2 に示すように振幅包絡の両端が小さくなっている。これは従来用いられている擬似雑音信号よりも同じ信号長で考えた場合には信号のエネルギーが低くなり、SN 比が低下する、という問題点がある。本報告ではこの問題を解決する純白色擬似雑音の生成手法について検討した。

2. 一定振幅を持つ純白色擬似雑音の生成アルゴリズム

Fig.3 に従い、アルゴリズムを説明する。

- ① 原信号として、長さ L の離散白色擬似雑音 $w(n)$ (n : 離散時間)を用意し、 $w(n)$ に十分な長さのゼロを付加して DFT を行う。
- ② DFT して得られた振幅スペクトルは $w(n)$ の L 点のスペクトルを複素補間したものになっており、Fig.1 青線のように振幅スペクトルは一定値から変動する。そこで、振幅スペクトルを Fig.1 赤線のように強制的に一定値へと変換し白色化を行う。
- ③ 白色化処理を行った周波数スペクトルを逆 DFT して時間波形に戻すと、原信号長 L 以降に非ゼロの成分が発生して信号長が増大する。そこで、原信号長で時間波形を切り取り信号長の修正を行う。
- ④ 原信号長で切り取った時間波形は Fig.2 のように両端の振幅包絡が小さな形になっている。そこで、振幅包絡の逆数を時間波形に乗算することで振幅補正を行う。
- ⑤ 指定ループ回数(今回は 100 回)に到達したところで処理を終了し、純白色擬似雑音が生成される。

3. 処理結果

本処理を用いて生成された純白色擬似雑音の時間波形と周波数分解能を上げた振幅スペクトルを Fig.4(a),(b)に示す。時間波形は Fig.2 に示した従来の純白色擬似雑音と比較して全信号長において一定となっている。また、Fig.4(b)の

補間を行った振幅スペクトルも $\pm 1\text{dB}$ 程度の変動ではあるがほぼ白色性が保たれている。

また、同信号長(今回は 2^{14})の従来の純白色擬似雑音と、提案アルゴリズムにより生成された純白色擬似雑音のエネルギーを比較すると、従来信号のエネルギーは 27.0dB 、提案信号のエネルギーは 29.8dB と、約 2.8dB の差がある。これは同じ最大振幅と同じ信号長の従来信号と提案信号を用いて測定されたインパルス応答を考えた場合、今回の提案アルゴリズムで生成された純白色擬似雑音を用いた場合には S/N 比が約 2.8dB 向上する。

4. まとめ

本報告では、純白色擬似雑音波形の振幅包絡を一定とし、従来の純白色擬似雑音信号と比べて高 S/N 比のインパルス応答測定が可能であることを示した。

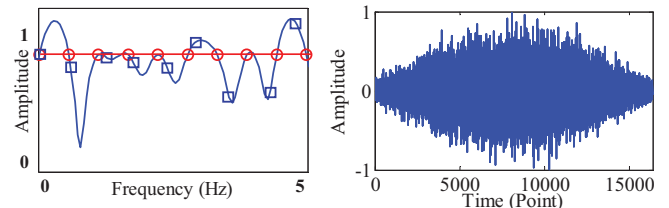


Fig.1 離散白色擬似雑音の離散スペクトルと補間結果

Fig.2 純白色擬似雑音の時間波形

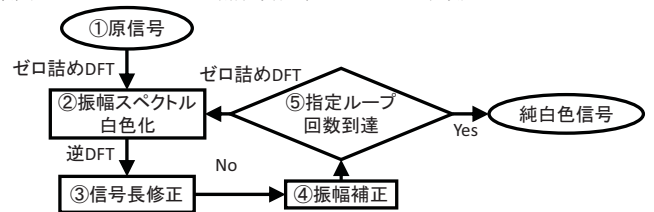


Fig.3 提案アルゴリズム

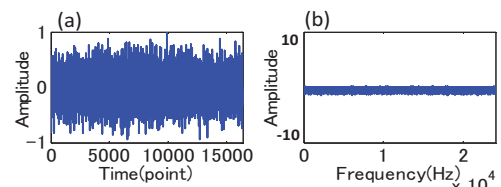


Fig.4 振幅補正を行った純白色擬似雑音の (a)時間波形と (b)補間を行った振幅スペクトル

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).