

坂元勇二 山崎芳男(千葉工大)

1. まえがき

携帯電話の音声,カセットテープのワウ・フラック,録音時のノイズ,ハム音,ジッタなど,それぞれに理由はあるが音響信号が劣化してしまう場合がある。そこで,その劣化してしまった音響信号の元の信号(原信号成分)を推定し,復元することをシグナルエンハンスメントと本稿では定義する。

本稿では,カセットテープの録音,再生時に生じるワウ・フラックの除去を目的としたシグナルエンハンスメントを細かな周波数解析を可能とする一般化調和解析を用いて試みた。

2. 一般化調和解析

一般化調和解析は観測区間内で残差が最小となる正弦波を検索し観測信号からその正弦波を減算する。残差成分に同様の処理を繰り返すという解析方法である¹⁾。従って,一般化調和解析は観測区間が短くても周波数分解能が高く定常でない僅かな周波数変動に対しても正確な周波数成分の抽出が可能である。

3. 時間軸揺らぎ・ひずみの補正

時間軸揺らぎ・ひずみの補正について,二つの手法を試みた。

まず,第一の手法は時間軸揺らぎをサンプリング周波数の揺らぎとして考える。時間軸揺らぎの影響は音響信号の各周波数成分との乗算で表すことができ,各周波数成分の周波数変動に対し対数をとることにより時間軸揺らぎの影響を除去できる。観測される信号を $X(i)$ とすると

$$\begin{aligned} X(i) &= A \sin(2\pi f_0 \times i / FS) \\ &= A \sin(2\pi f_s \times i / (i)) \\ f_0 &= f_s / m(i) \\ \log(f_0) &= \log(f_s) - \log(m(i)) \end{aligned}$$

A : 振幅 FS : サンプリング周波数
 f_0 : 観測される周波数 f_s : 原信号の周波数
 $m(i)$: ワウフラッタによる時間軸の揺れ率

次に,第二の手法は音響信号全体で一般化調和解析を行い長時間周波数スペクトルを求める。時間軸揺らぎを周波数偏移の小さい周波数変調と考えれば,長時間周波数スペクトルに現れる側帯波は微小であるので,パワーの少ない周波数成分を無視すれば時間軸揺らぎの影響を除去できる。

4. 解析結果

ピアノの音(基音 440Hz)をカセットテープに録音しワウ・フラッタを起こした信号を解析した。

第一の手法では,観測区間を 10ms 抽出本数を 64 本として解析した。原音の周波数変動を Fig.1 に,ワウ・フラッタを起こした信号の周波数変動を Fig.2 に,第一の手法により補正を行った信号の周波数変動を Fig.3 に示す。なお,表示している周波数成分は 7 本である。

第二の手法では,一般化調和解析の巨視的・微視的処理を用いる。信号全体の長時間周波数スペクトルを求め,さらに細かい区間 10ms 抽出本数 64 本として一般化調和解析を行い周波数成分の振幅時間変化を解析した。原音の長時間周波数スペクトルを Fig.5 に,ワウ・フラッタを起こした信号の長時間周波数スペクトルを Fig.6 に,補正を行った信号の周波数変動を Fig.4 に,長時間周波数スペクトルを Fig.8 に,また第一の手法により補正をした信号の長時間周波数スペクトルを Fig.7 に示す。

5. むすび

本稿では,ピアノの音(単音)のみを扱った。

第一の手法では,抽出本数 6 本を用いて補正を行い原音の基音との誤差が補正前に比べ 19.7% 改善された。

第二の手法では,パワーの小さな周波数成分を無視して補正を行った。その結果,ピアノの過渡的な音は再生されないが,ワウ・フラッタの影響はほとんどなくなった。

今後は,他の楽器や連続音,複合音についても検討を行う。

文献

1) 牛山聡, 東山三樹夫, 飯家昌弘, 平田能睦, "一般化調和解析による波形分析", 信学技法, EA93-103, 39-44 (1994.3)

*Introduction of generalized harmonic analysis to correct of wow and flutter and distortion.
 By Yuji Sakamoto and Yoshio Yamasaki (Chiba Institute of Technology).

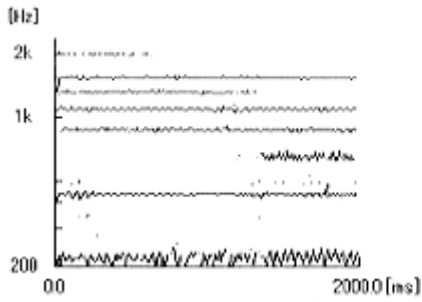


Fig.1 ピアノ原音 (440Hz) の周波数変動

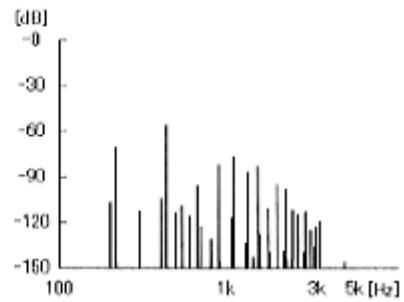


Fig.5 ピアノ原音 (440Hz) の長時間周波数スペクトル

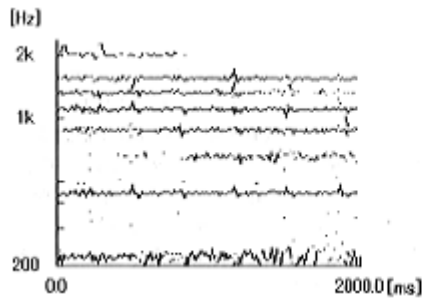


Fig.2 ワウ・フラッタを起こしたピアノの音の周波数変動

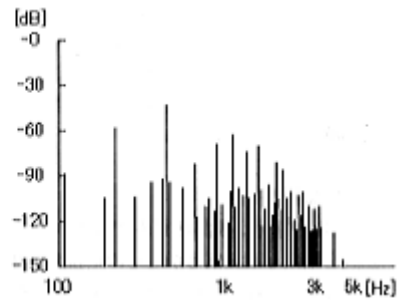


Fig.6 ワウ・フラッタを起こしたピアノの音の長時間周波数スペクトル

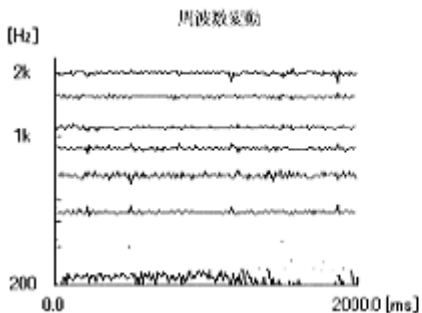


Fig.3 ワウ・フラッタを第一の手法により補正したピアノの音の周波数変動

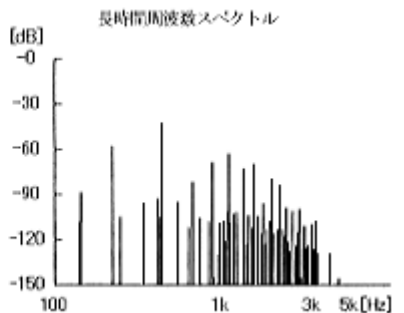


Fig.7 ワウ・フラッタを第一の手法により補正したピアノの音の長時間周波数スペクトル

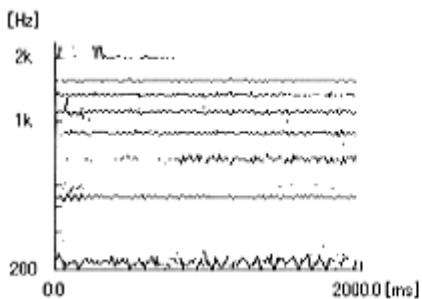


Fig.4 ワウ・フラッタを第二の手法により解析した起こしたピアノの音の周波数変動

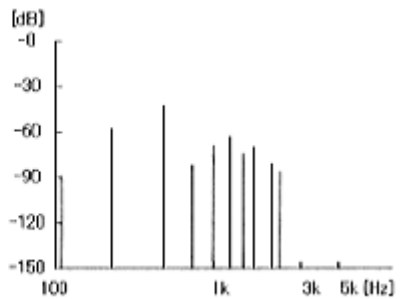


Fig.8 ワウ・フラッタを第二の手法により補正したピアノの音の長時間周波数スペクトル