

音声信号のゆらぎ係数のリアルタイム解析に関する基礎検討

Fundamental consideration on fluctuation coefficient by real-time analysis of sound signal

後藤 新汰

指導教員 加藤 太朗 古井 光明

東京工科大学工学部機械工学科 材料グリーンプロセス研究室

キーワード：1/fゆらぎ，ゆらぎ係数，音声信号，短時間フーリエ解析

1. はじめに

近年，音声信号による人の快適性に関して研究が行われている⁽¹⁾⁽²⁾。これらの研究においてホワイトノイズと単調な信号の中間的な信号で傾きが約-1 の場合を「1/f ゆらぎ」と定義し，人間が心地よいと感じる信号であるとされている⁽³⁾。また音声信号の周波数と振幅それぞれのゆらぎ係数を算出する手法について研究されている⁽⁴⁾。しかしながら，音声信号は時間とともに変化していくため，ゆらぎ係数も変化すると考えられるが，それに関する研究がほとんどない。

本研究では時間経過とともに変化するゆらぎ係数を算出する方法について音声信号を任意の部分で区切って解析し，ゆらぎ係数の時間変化について検討した。

2. ゆらぎ係数

ゆらぎ係数とはパワースペクトル密度が周波数 f に反比例するゆらぎであり，人間にリラクセスを与えると考えられている⁽³⁾。1/f ゆらぎは自然界に多く存在し，例えば川のせせらぎ，小鳥のさえずりなどの心安らぐリズムが相当する⁽¹⁾。

3. ゆらぎ係数のリアルタイム解析

3.1 解析手法

1/f ゆらぎとなる 0.05 Hz を含むスペクトルのゆらぎ係数を算出するため，音声信号の 20 秒のデータに対して短時間フーリエ変換を行った。解析を行った音声信号は Burning Desire という楽曲

である。この楽曲を選択した理由として，音声信号全体のゆらぎ係数が-1 に近い音声信号のため採用した。

音声信号の 1/f ゆらぎを評価するため，データを図 1 に示すように 19 秒間オーバーラップさせ 1 秒ごとに 0.05~0.5 Hz のゆらぎ係数を算出した。

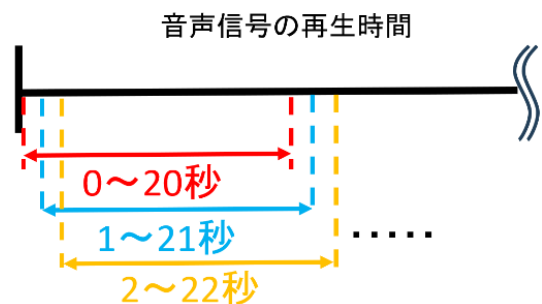


図 1 時間の解析手法イメージ

3.2 音声信号全体のゆらぎ係数とリアルタイム解析の比較

本検討では音声信号全体のゆらぎ係数とリアルタイム解析の比較を行った。なお音声信号はどちらも同じであり，解析手法はすでに報告されている手法によるものである⁽⁴⁾。また本研究ではゆらぎ係数が-1 に近い数値であれば 1/f ゆらぎを多く含むと定義する。

音声信号全体の解析において図 2 に振幅のゆらぎ係数，図 3 に周波数のゆらぎ係数の結果を示す。解析の結果，振幅のゆらぎ係数は-1.0432，周波数のゆらぎ係数は-1.0041 となった。どちらも音

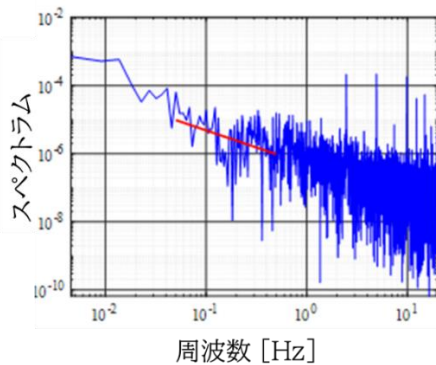


図2 音声信号全体の振幅のゆらぎ係数

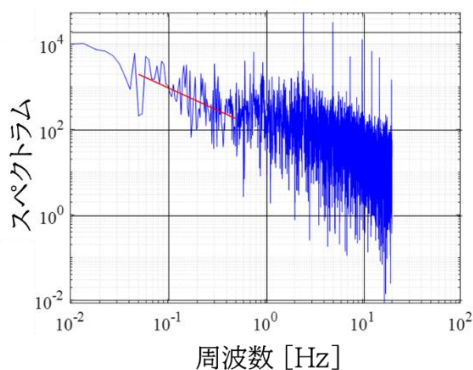


図3 音声信号全体の周波数のゆらぎ係数

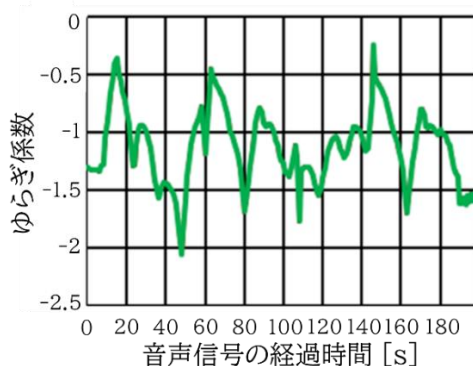


図4 振幅のリアルタイム解析結果

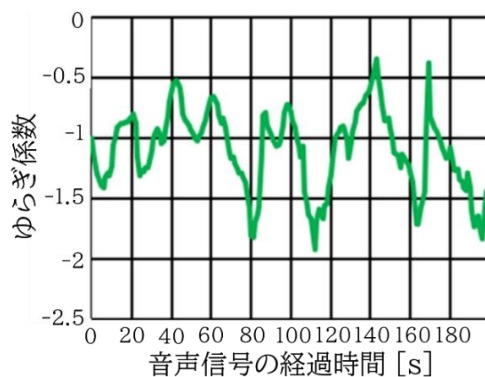


図5 周波数のリアルタイム解析結果

声信号全体としてのゆらぎ係数が-1に近い値であるため $1/f$ ゆらぎを多く含むと言える。

次に図4に振幅のゆらぎ係数の時刻歴, 図5に周波数のゆらぎ係数の時刻歴を示す。解析の結果, 図4, 図5ともに音声信号の時間経過につれて、ゆらぎ係数も変動しており、ゆらぎ係数が-1周辺の値をとる時間もあるが、ゆらぎ係数が-1から0.5以上離れた時間もあることが分かった。このことから音声信号全体の解析だけでなく、時間ごとのゆらぎ係数も算出することで、人が聞いていて心地よいと感じる音声信号についてより詳しく検討することが可能であると考えられる。

4. おわりに

本研究では、音声信号に含まれる $1/f$ ゆらぎについて、短時間フーリエ変換を用いたリアルタイム解析手法によるゆらぎ係数の時間変化について検討を行った。その結果、音声信号全体ではゆらぎ係数が-1に近い音声信号でも、音声信号の時間経過とともにゆらぎ係数も変化することが分かった。以上のことから、その音声信号の再生時間やリズム、音楽に含まれている周波数帯など様々な要因によって、 $1/f$ ゆらぎは変化していくことが考えられる。

参考文献

- (1) 吉田倫幸 「脳波のゆらぎ計測と快適性評価」 日本音響学会誌 46 巻 11 号 p914-919 (1990)
- (2) 渡辺茂夫 「音とゆらぎの世界」 情緒科学研究所 11 巻 3 号 p118-p122(1987)
- (3) 菅井桂子 「音楽に伴う $1/f$ ゆらぎ周波数成分の抽出とその人間生理への応用」 法政大学情報メディア教育センター研究報告 23 巻 p103-107 (2010)
- (4) Taro Kato et al., applied sciences, Vol. 12, No. 19, 9425, 2022 年 9 月