

人間の動作に伴う 1/f 揺らぎ周波数の抽出

菅井 桂子 , 齋藤 兆古 (法政大学大学院)

Visualization of 1/f Frequency Component in Dynamic Image of human movement

Keiko SUGAI, Yoshifuru SAITO

ABSTRACT

All things could be classified into three major categories; one is non-life material, second is animal and the last may be regarded as one kind of the animals but limited their movement, e.g. automobiles on the expressway modeled by self-driven particle. 1/f fluctuation frequency, which gives healing effect to human, is observed in the irreversible energy conversion process of non-life materials such as burning burner and melting ice. Also, the self-driven particles such as cars on the expressways exhibit 1/f fluctuation when beginning traffic jam. However, there are somewhat complex situations concerning the animal behaviors, because behavior of animals depends on each of the physical as well as mental conditions.

This paper tries to extract the 1/f fluctuation component when animal, i.e. human, absorbed to play the music instruments.

Keywords: 1/f Fluctuation, human movement, Healing

1. 緒論

人間を代表とする生体系を司る信号に多くの 1/f 揺らぎ周波数が存在することが知られ、特に癒し効果の判定には 波の過多でなされるなど、1/f 揺らぎ現象は人間のメンタルな問題を科学的に解明する糸口となりつつある。非生物(non-life materials)系に於いては、例えば氷の溶解時のような相転移時¹⁾、人間のような意識有る有機体(animals)に於いては、例えば鬱病からの回復時などのような精神的変化時に絵画の色彩情報を通して²⁾、さらに自動車走行のように動きが制限される条件下の自己駆動性粒子(self-driven particle)³⁾に於いては渋滞に入るときに 1/f 揺らぎ現象を発現することが明らかにされている。本研究は人間の動作、特に楽器演奏に夢中な状態に於ける 1/f 揺らぎ周波数の可視化について報告する。

2. 「1/f ゆらぎ」とは

「1/f ゆらぎ」は自然界に多く存在し⁵⁾、例えば小川のせせらぎ、小鳥の囀り、爽やかなそよ風などの心安らぐリズムが相当する。同様に、心地良い音楽を聴いたり、快い感じを抱いたり、安静にしているときの脳波にも「1/f ゆらぎ」が存在する。「1/f ゆらぎ」解析法として、RGB 成分強度値の 1 フレームに対する平均値を算出し、

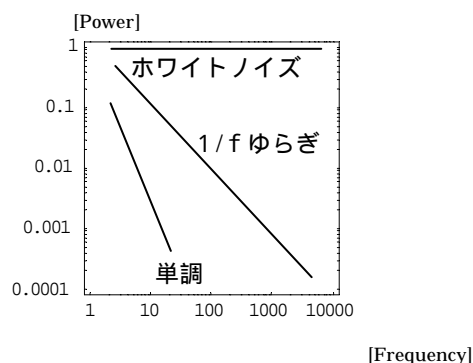


Fig.1 1/f fluctuation frequency

それを全フレームから求め時系列に並べることで揺らぎを 1 次元配列へ格納し、その数値配列に対してフーリエ解析を用いて揺らぎの特徴を求める。より具体的には、ある信号へ離散フーリエ変換(Discrete Fourier Transform)を適用し、各周波数に対するパワースペクトラムを計算する。周波数の低下とともにパワースペクトラムが増加するような信号の中で、パワースペクトラムの振幅が周波数に対して反比例する信号を「1/f ゆらぎ」と呼ぶ。

視覚的に判りやすくするために、よく行われる方法は、フーリエ・パワースペクトラム対周波数の両対数グラフを描き、描かれる線図の傾きによって揺らぎの種類を大

P01-009

別する方法である。Fig.1 にフーリエ・パワースペクトラムの例を示す。

Fig.1 において、直線の傾きが0の場合は主にホワイトノイズである。また、直線の傾きが急になる程単調な信号である。そし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」と呼び、人間が心地よいと感じる信号と言われる。

3. 1/f ゆらぎ周波数の可視化

3.1 解析方法

最初は、デジタルビデオカメラにより撮影した人間の動作を視覚情報として計算機に取り込む。計算機に取り込まれた動画は静止画像を時系列に並べた一連の画像である。各フレーム画像は画素の集合であり、各画素は可視光の波長によってそれぞれR(赤), G(緑), B(青)成分の色情報を持つ。通常、各波長の分解能は8ビットであるからRGB成分はそれぞれ0から255までの256階調の画素値を取る。Fig.2 は動画の1フレーム画像例を示し、Fig.3 はFig.2のRGB成分画像を示す。

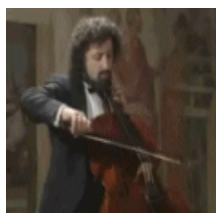


Fig. 2 Example of Frame Image.

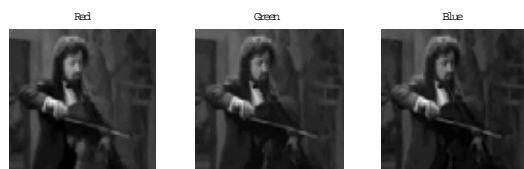


Fig.3 Red, Green and Blue components Images

動画を構成する全てのフレーム画像をRGB成分画像へ分解し、各RGBフレーム画像で同一画素位置の画素値を最初から最後のフレームの順に並べた画素値ベクトルへフーリエ変換を適用し、フーリエ係数の絶対値を計算してフーリエ・パワースペクトラムを得る。

フーリエ・パワースペクトラムの周波数特性を周波数に対する指数関数で近似し、近似精度の空間分布を得る。人間の動きに伴い壁に映る影も動く等、照明条件などによる影響を削減するため、近似精度が一定以上の部分だけを取り出すフィルターを作成する。本稿では周波数に対する指数関数近似は最小自乗法で行った。このため、近似精度は誤差ノルムで評価した。フーリエ・パワースペクトラムの例とフィルターをFig.4に示す。

最後にRGB全ての成分動画画像で1/f ゆらぎを呈する画素のみを取り出してゆらぎ周波数部分を抽出する。

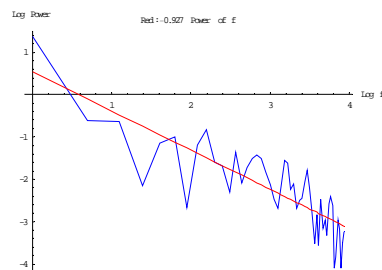


Fig.4(a) Fourier Power Spectrum



Fig.4(b) Spatial Filter

3.2 解析結果

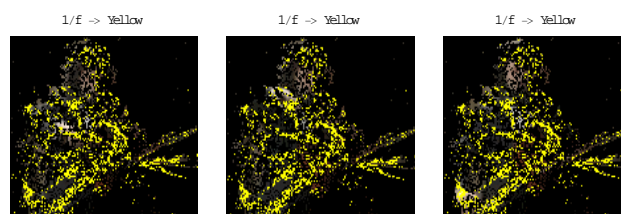


Fig.5 Visualized 1/f Fluctuation Images

Yellow dots: 1/f fluctuation part

Fig.5 は可視化 1/f ゆらぎ周波数分布画像である。チェロを弾く人物が、弓で弦を引き音を出す瞬間や、頭を揺らした時に揺らし切った瞬間などに、多く 1/f 揺らぎが発生していることが判明した。一方で単に弓を移動しただけの時には確認されなかった。よって、人間の動作に伴う 1/f 揺らぎ周波数は、動から静止へ入る瞬間に発生すると考えられる。

4. まとめ

本論文では楽器演奏時の人間の動作に伴う 1/f ゆらぎ周波数抽出を行った。

その結果、人間の動作に伴う 1/f 揺らぎ周波数は、動から静止へ入る瞬間に発生することが示唆された。

参考文献

- 1) 寺西正晃, 丸山和夫, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, 自然界の画像が持つ 1/f 周波数成分の可視化, 可視化情報シンポジウム, B108, 2005.
- 2) 宮坂総, 齋藤兆古, 加藤千恵子, 動画の色彩情報可視化とその応用, 第35回可視化情報シンポジウム 工学院大学2007年7月25日, C213, Vol.27, Suppl. No.1 (2007年7月)pp. 227-228
- 4) 西成活裕, 渋滞学, 新潮選 2006
- 5) 李鹿輝, 齋藤兆古, 加藤千恵子, 降雪の 1/f ゆらぎ現象, eizo industrial, March 2007 pp.57-62
- 6) 動画ポータルサイト「YouTube」:
<http://www.youtube.com/watch?v=S6yuR8efotI>