

個人の感性に即した楽曲における $1/f$ ゆらぎを用いたリラックス効果の向上

大谷 紀子 研究室

1872020 荻原 彩果

1. はじめに

リラックス効果のある楽曲は心身のリラックスを促すヒーリングや音楽療法など、さまざまな場面で用いられる。音楽療法とは、音楽の特性を利用して心身機能の維持や改善を促す代替医療であり、介護予防やリハビリテーション、痛みの緩和、心のケアなどを目的としているが、長期間にわたり行われるため、途中で飽きる患者がいることが懸念される。飽きずに楽しみながら音楽療法を受ける方法の1つとして、個人の好みを反映させたリラックス効果を持つ楽曲を利用することが考えられる。リラックス効果のある楽曲は、 $1/f$ ゆらぎという特徴を持っていることが多い。

現在、ユーザの感性に即した楽曲を自動生成するシステムの研究[1]が進められている。しかし、楽曲生成の目的はリラックス効果に特化しておらず、 $1/f$ ゆらぎの有無は考慮されていない。

本研究では、リラックス効果のある楽曲の生成を目的とし、 $1/f$ ゆらぎを含む楽曲を自動生成する手法を提案する。

2. 個人の感性に即した自動作曲

先行研究の自動作曲システムは、以下の手順で楽曲を生成する。

1. ユーザが指定した既存曲に共通する特徴を感性モデルとして抽出する。
2. 感性モデルに合致し、基本的な音楽理論に従う和音進行とメロディテンプレートを進化計算アルゴリズムにより生成する。メロディテンプレートは、メロディを構成する各音の発音タイミングと音価、および先行

音に対する音高の変化を表す。

3. 和音進行とメロディテンプレートの情報に基づいてメロディの音高を決定する。
4. 和音進行とメロディを合わせて1つの楽曲とする。

3. $1/f$ ゆらぎ

$1/f$ ゆらぎは、パワースペクトル密度の回帰係数が -1 となるゆらぎのことである。「ほどよい期待とうらぎりの調和がとれたもの」とされており[2]、 $1/f$ ゆらぎを持つものとして、自然界では木洩れ日やさざ波、木目などが例に挙げられる。また、人体では心臓の鼓動や腸の蠕動運動なども $1/f$ ゆらぎを持っている。

佐藤[3]によると、心臓の鼓動や腸の蠕動運動などの生命の維持に関わる器官が $1/f$ ゆらぎを持っていることから、脳は $1/f$ ゆらぎによりリラックス感を得ることができるとされている。健康な心臓の鼓動は $1/f$ ゆらぎを持っているのに対し、心臓に異常が生じると規則的な鼓動になることがわかっている。脳が $1/f$ ゆらぎを感知すると、体が健康であると感じて安心するため、リラックス感を得ることができる。また、 $1/f$ ゆらぎから逸脱すると生命の危機を感じ、不快に感じるようになる。

4. 提案手法

提案手法では、先行研究の自動作曲システムで生成した楽曲のメロディの音高を変更することで、楽曲に $1/f$ ゆらぎを付与する。もとのメロディに含まれる音 $S_1 \sim S_N$ の周波数を $f(S_1) \sim f(S_N)$ 、変更後の音 $S'_1 \sim S'_N$ の周波数を $f(S'_1) \sim f(S'_N)$ と表すとき、 $f(S'_1) \sim f(S'_N)$ が $1/f$ ゆらぎを持つような

$f(S'_1) - f(S_1) \sim f(S'_N) - f(S_N)$ を粒子群最適化により探索する。第*i*成分を $f(S'_i) - f(S_i)$ とする*N*次元ベクトルで粒子の位置を表す。初期の粒子の位置を表すベクトルの成分は $-p \sim p$ の実数乱数とする。ただし、*p*はあらかじめ定められた正の定数とする。粒子の移動速度は、加速係数*c*と0~1の実数乱数*r*の積と慣性係数*w*を用いて算出する。評価値は、 $f(S'_1) \sim f(S'_N)$ のパワースペクトル密度の回帰係数と-1の差の絶対値とし、値が小さいほど高評価とする。出力された最適解から求められる $f(S'_1) \sim f(S'_N)$ に最も近い周波数を持つ音高を $S'_1 \sim S'_N$ とし、1/fゆらぎを付与したメロディとする。なお、評価実験では*p*を50、*c*を1.25、*w*を0.9に設定した。

5. 評価実験

学生7人、社会人4人を被験者として評価実験を行った。被験者には事前に提示した長調、短調の楽曲それぞれ21曲から、3曲ずつ好みの楽曲を選択させる。同時に、リラックスできる楽曲を聴きたい場面についても調査した。

次に長調と短調に関して、それぞれ選択された3曲をもとに先行研究のシステムを用いて楽曲1を生成する。また、楽曲1に対して提案手法により1/fゆらぎを付与した楽曲2を生成する。長調、短調の楽曲1、2の計4曲を被験者に聴かせ、以下の項目について1~5の5段階で5を高評価として評価させた。

- ① リラックス度合い
- ② 事前に調査した「リラックスできる楽曲を聴きたい場面」への合致度
- ③ 楽曲1と楽曲2の印象の一致度

表1 楽曲の評価値の平均と標準偏差

		①		②		③	
		平均	SD	平均	SD	平均	SD
長調	1	2.55	1.16	2.27	0.96	4.91	0.28
	2	2.82	1.27	2.64	1.30		
短調	1	3.45	1.08	3.36	1.30	4.36	0.77
	2	3.72	1.14	3.64	1.30		

評価値の平均と標準偏差を表1に示す。長調、短調ともに提案手法の評価が高くなった。印象の一致度の評価も高く、楽曲の特徴を維持しながら1/fゆらぎを付与できたといえる。また、自由記述ではテンポが速く感じるという意見が挙げられた。

6. 考察

楽曲に含まれる音の数と楽曲1と楽曲2のリラクセス度合いの評価値の差の相関係数は-0.42であり、音の数が少ない曲ほど1/fゆらぎの付与によりリラクセス度合いが向上する傾向がみられた。さらに、楽曲1、2に関して提案手法における粒子の評価に使用した評価値を求め、両者の差と楽曲に含まれる音の数の相関係数を算出すると-0.59となり、音の数が少ないほど1/fゆらぎを付与しやすいことがわかった。

また、選択された3曲のBPMが高い場合、生成される楽曲のBPMも高くなり、値が100を超える楽曲も生成された。しかし、平常時の心拍数は60~100であることから、BPMが60~100の楽曲はリラックスしやすいとされているため、BPMは60~100であることが望ましいと考える。

今後の課題として、楽曲に含まれる音の数にリラクセス度が左右されないようにするために、音の数に適した粒子群最適化のパラメータを決定することが挙げられる。

参考文献

- [1] N. Otani, S. Shirakawa, et al., "Design of Populations in Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression in Consideration of the Entire Music Structure," Principles and Practice of Multi-Agent Systems, pp.143-154, 2016.
- [2] 松田稔, 秋山好一, 土井滋貴, “日本の楽曲と旋律ゆらぎ”, 日本音響学会誌, Vol.52, No.2, 1996.
- [3] 佐藤和弘, “1/fゆらぎは脳にとってなぜ心地よいか”, 青森公立大学紀要, Vol.10, No.1, pp.13-20, 2004.