

自動作曲システムの演奏時間に対する飽きを数値モデル化したときの評価

石坂 柁人[†] 大島 真樹[†]

サレジオ工業高等専門学校 情報工学科[†]

1. はじめに

1.1. 研究背景

自動作曲は、250 年ほど前からサイコロを用いて行われていた。現在では確率論と計算機を用いた自動作曲法が用いられている。

しかし、この確率論での作曲では音楽理論的に正しい曲が生成されるだけであり、人間の感情や好みなどは考慮して作曲していない。実際の作曲では聴く人間を考慮し作曲しているため、自動作曲も同様に聴く人間を考慮する必要があると考えられる。

1.2. 研究目的

自動作曲で聴く人間を考慮した曲を生成するために、「人間の飽き」に着目し、それを自動作曲システムに導入する。人間が曲を聴いたときの飽きる要因を複数の定数項とし、飽きのモデルを作成する。そのモデルが評価した曲演奏の開始時間から飽きて聴きやめるまでの時間を推定する自動作曲システムを作成する。

2. 研究方法

人間が、曲を聴き始めてから飽きて聴きやめるまでの時間を推定する数値モデルを作成する。この数値モデルは実際に人間から測定した、飽きて聴きやめるまでの時間と数値モデルの推定値との二乗誤差を計算し、その大小により評価する。

2.1. 仮説

飽きを感じる理由は、それを感じた本人でも自覚することができない。そこで以下の 4 つの仮説を飽きの理由とすることで、数値モデルを作成する。

- ① 曲調（長調、短調など）に変化がみられないとき
- ② リズムに変化がみられないとき
- ③ メロディに変化がみられないとき
- ④ コード進行に工夫がみられないとき

2.2. 準備

自動作曲システムを用いて曲を 16 曲生成する。

この 16 曲は全て BPM120 で、イントロ、A メロ、B メロ、サビを 8 小節ずつ、合計 32 小節とする。

この 16 曲を被験者 5 人に聴かせ、聴き始め (0sec) から飽きてやめるまでの時間を測定する。その後、5 人の聴きやめた時間の中央値を人間評価とする。

2.3. 飽きを表わす数値モデル

曲 i の飽きを表わすマンネリ度関数 $MD_i(t)$ は以下のように定義できる。

$$MD_i(t) = \sum_{j=1}^3 SW_j(t)$$

$$SW_j(t) =$$

$$\frac{Max_{ij}}{2} + \frac{Max_{ij}}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n} \sin\left(n\left(\frac{2\pi t}{T_{ij}} - \pi\right)\right) +$$

$$M_j(t) + Init$$

j : 曲中の要素番号

Max_{ij} : 曲 i の要素 j のときのノコギリ波の最大値

T_{ij} : 曲 i の要素 j のときの変化

$M_j(t)$: 時間経過による飽き関数

$Init$: 飽き初期値

2.4. 時間経過による飽き関数

時間経過による飽きは溜まっていく一方だと考えられる。つまり、減少することなく増加し続ける単調増加関数だと言える。この研究では 2 つの関数に着目し、それらの比較を行う。以下に着目した単調増加関数を示す。

$$\textcircled{1} f_1(x) = C(e^{a_j x} - 1) \quad (x \geq 0, a_j \geq 0)$$

$$\textcircled{2} f_2(x) = C_j b_j e^{-a_j x} \quad (K_j \geq b_j, x \geq 0, a_j \geq 0)$$

これらの関数のどれが $M_j(t)$ に適しているかを評価する。

3. 研究結果

以下に自動作曲システムを用いて生成した 16 曲に対する人間評価を示す。

表 1. 各曲に対する人間評価

曲名	人間評価(秒)
曲 1	10.53
曲 2	20.48
曲 3	9.8
曲 4	7.12
曲 5	25.63
曲 6	18.25
曲 7	27.2

Model of mannerism on automatic composition and evaluation playing time of music.

[†]Masato ISHIZAKA, Masaki OOSHIMA

[†]Computer Science and Technology, Salesian Polytechnic

曲 8	18.16
曲 9	22.2
曲 10	17.16
曲 11	10.19
曲 12	10.82
曲 13	9.22
曲 14	12.09
曲 15	23.07
曲 16	33.43

ここで決定しなければならない定数項は Max_{ij} , a_j , b_j , C , $Init$ の 5 種類である. これらの定数項は計算機の総当たりによって表 1 の人間評価と計算機が推定するシステム評価の二乗誤差が最小となる定数を関数ごとに探索し, より小さくなった時間経過による飽き関数を, 飽きを表わす関数に採用する.

ただし, Max_{ij} は各要素の飽きのたまりやすさと変化の周期との積 $Max_{ij} = rate_j \times T_{ij}$ であるため, 実際に求める定数は $rate_j$ である.

$M_j(t) = f_1(x), f_2(x)$ のときの定数項の計算機による探索範囲と結果を表 2 に示す.

表 2. 計算機による探索結果

	定数項			結果	
	定数項	結果		定数項	結果
$f_1(x)$	$rate_1$	1.8	$f_2(x)$	$rate_1$	1.6
	$rate_2$	4.9		$rate_2$	4.8
	$rate_3$	3		$rate_3$	3.0
	a_1	0		a_1	0.0
	a_2	0.00105		a_2	0.016
	a_3	0.000525		a_3	0.0188
	$Init$	0.75		$Init$	0.75
	C	460		C_1	0.0
	/	/		C_2	88
	/	/		C_3	39
/	/	b_1	0		
/	/	b_2	0.2		
/	/	b_3	0.14		

表 2 の結果を用いて $M_j(t) = f_1(x), f_2(x)$ のときのシステム評価を計算し, 二乗誤差をとる. 結果を表 3, 4 に示す.

表 3. $M_j(t) = f_1(x)$ のシステム評価と二乗誤差

曲名	人間評価(秒)	システム評価(秒)	二乗誤差
曲 1	10.53	14	12.0409
曲 2	20.48	14	41.9904
曲 3	9.80	10	0.04000
曲 4	7.12	10	8.29440
曲 5	25.63	20	31.6969
曲 6	18.25	19	0.5625
曲 7	27.20	24	10.2400

曲名	人間評価(秒)	システム評価(秒)	二乗誤差
曲 8	18.16	23	23.4256
曲 9	22.20	14	67.2400
曲 10	17.16	14	9.9856
曲 11	10.19	14	14.5161
曲 12	10.82	14	10.1124
曲 13	9.22	10	0.6084
曲 14	12.09	10	4.3681
曲 15	23.07	30	48.0249
曲 16	33.43	30	11.7649

表 4. $M_j(t) = f_2(x)$ のシステム評価と二乗誤差

曲名	人間評価(秒)	システム評価(秒)	二乗誤差
曲 1	10.53	14	12.0409
曲 2	20.48	14	41.9904
曲 3	9.80	10	0.0400
曲 4	7.12	10	8.2944
曲 5	25.63	20	31.6969
曲 6	18.25	19	0.5625
曲 7	27.20	26	1.4400
曲 8	18.16	24	34.1056
曲 9	22.20	14	67.2400
曲 10	17.16	14	9.9856
曲 11	10.19	14	14.5161
曲 12	10.82	14	10.1124
曲 13	9.22	10	0.6084
曲 14	12.09	10	4.3681
曲 15	23.07	31	62.8849
曲 16	33.43	31	5.9049

ここから, 平均二乗誤差は表 3 では 4.29 秒であり, 表 4 では 4.37 秒である.

4. 考察

$M_j(t) = f_1(x), f_2(x)$ では, $f_2(x)$ のときに平均二乗誤差が小さくなった. よって飽きを表わすマンネリ度関数 $MD_i(t)$ は

$$MD_i(t) = \sum_{j=1}^3 \left\{ \frac{Max_{ij}}{2} + \frac{Max_{ij}}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n} \sin \left(n \left(\frac{2\pi t}{T_{ij}} - \pi \right) \right) + C(e^{a_j x} - 1) + Init \right\}$$

であるといえる.

参考文献

- [1] 深山覚: 歌詞の韻律に基づいた自動作曲システム, 情報処理学会研究報告, 2008, 84, pp79-184, 2008
- [2] 稲村博央: 飽きを感じる感性のモデル化に関する研究, 日本感性工学会論文誌, 9, 2, pp. 251-257, 2011