

繰り返し構造を反映したコード進行の確率モデル

1L-02

—繰り返し構造の符号化*

高島 一哉†

産業技術総合研究所 脳神経情報研究部門‡

1 はじめに

音楽は様々な規模の繰り返し単位が繰り返し現れる構造を持っている。音楽のコード進行をある種の確率モデルを持つ情報源から発せられた記号列と見たときに、この確率モデルは音楽の繰り返し構造を反映するようなモデルでなければ不自然な音楽が生成されてしまうであろう。繰り返し構造を反映するモデルを構築するため、ここではまず繰り返し構造をうまく記述できるような符号化法を考える。

2 文法による繰り返し構造の記述

以下のように定義する。

開始記号: Ω で表す。1 曲のコード進行を表す。

終端記号: a, b, \dots で表す。各記号は楽譜上で複縦線から複縦線までの間のコード進行を表す。

非終端記号: A, B, \dots で表す。いくつかの連続する終端記号をまとめて表すものである。

主文: $\Omega =$ 終端記号もしくは非終端記号の列 という形の式。

副文: 非終端記号 = 終端記号か非終端記号よりなる列 という形の式。

1 曲のコード進行は右辺が終端記号のみの主文で表すことができる。例えば

$$G_0: \Omega = abbcbbeddbb$$

これを初期文法と名付ける。初期文法に副文を加え、主文を短くした文法を作ることができる。

$$G_1: \begin{cases} \Omega = aBBedA \\ A = bb \\ B = Acd \end{cases}$$

コード進行の符号化するためには終端記号が表すコード進行の表 (終端記号表) と文法を符号化すればよい。

文法については右辺を語頭符号化し、並べて書けばそのまま一意に復号可能である。例えば上記 G_1 では ($aBBedA$ を表す語頭符号) (bb を表す語頭符号) (Acd を表す語頭符号) と符号化してやれば最初の語頭符号は常に主文右辺のもの、その次の語頭符号はアルファベット順の若い非終端記号 A の右辺、その次の語頭符号は次にアルファベット順の若い非終端記号 B の右辺といった具合である。

語頭符号として Elias- ω^* 符号 [1] を用いれば各右辺は $m(G)$ を文法 G における終端記号と非終端記号の種類の数, n を右辺の文字数としておよそ $\log^*(m(G)^n) \approx \log(m(G)^n) = n \log(m(G))$ ビットで符号化できるので $N(G)$

*Probabilistic Model for Chord Progression with Repeating Structure—Coding for Repeating Structure—

†Kazuya Takabatake (k.takabatake@aist.go.jp)

‡AIST Neuroscience Research Institute

を文法 G の右辺の文字総数とすれば文法全体の記述長はおよそ $N(G) \log(m(G))$ となる。記述長を短くするためには非終端記号を増やしてでも右辺総文字数が小さくしたほうが良い。

$N(G)$ の小さい文法 G を見つけるための以下の準最適化アルゴリズムを考えた。Java 言語 (あるいは c 言語) 風
に書けば

```

G = G0;
while(true){
    G_min = arg min_{G ∈ Γ_G} L_D(G);
    if(L_D(G_min) >= L_D(G) - 1) break;
    G = G_min;
}
while(G 中の右辺に 1 回しか登場しない非終端記号 X が存在){
    X を副文 X = ... の右辺で置き換え, 副文 X = ... を削除;
}

```

となる。ここで N_D は主文右辺文字数、 Γ_G は G の主文右辺の連続する 2 文字を 1 つの非終端記号に置きかえる副文を G に追加してできる文法の集合である。前述の例でこのアルゴリズムにしたがって G をトレースすると以下ようになる。

$$\begin{aligned}
 \Omega = abbcbbcdbbb &\rightarrow \begin{cases} \Omega = aAc dAc dAc dA \\ A = bb \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \Omega = aBdB dEdA \\ A = bb \\ B = Ac \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \Omega = aCCedA \\ A = bb \\ B = Ac \\ C = Bd \end{cases} \\
 &\rightarrow \begin{cases} \Omega = aCCedA \\ A = bb \\ C = Ac d \end{cases}
 \end{aligned}$$

3 主文に見られる繰り返し構造

主文を見ることにより曲の大まかな繰り返し構造を知ることができる。

主文右辺において 1 回しか登場しない記号は*で置き換え、さらに連続する*は 1 つにまとめ、複数回登場する記号には左からの登場順に記号 A, B, ... を割り振りなおして得られるものを主文のタイプとよぶことにする。例えば主文 $\Omega = aCCedAA$ のタイプは $*AA*BB$ となる。

2000 年以降発表の曲 (ジャンルは J-POPS) 202 曲についてそのタイプを調べた。下記に出現頻度が 2 以上であったタイプを示す。

タイプ	曲数	タイプ	曲数	タイプ	曲数
*A*A*	33	*AB*B*A*	3	*AB*A*B*	2
*A*A*BB*	10	*	2	*A*A*BBB*	2
*A*A*BB	9	*AAB*B	2	*A*B*B*A*	2
AA	7	*A*A*A*	2	*AA*BB*CC	2
*AA*BB	4	*ABA*B*	2	*AAB*B*CC*	2
*A*ABB*	4	*A*B*B*A	2		
*AAB*B*	4	*A*AB*B*	2		

参考文献

- [1] 韓太舜, 小林欣吾: 情報と符号化の数理; 培風館, 1999.