

3拍子, 4拍子を自己相関関数により推定する

Estimate 3 beats or 4 beats by autocorrelation function

三木允拓

指導教員 大島真樹

サレジオ工業高等専門学校 情報工学科 制御情報研究室

キーワード：自己相関関数, FFT, 音響処理, LibROSA

1. 研究背景

これまでの研究では4拍子などの一つの拍子を対象に研究をされているが、3拍子にも対象にした柔軟性のあるモデルの研究は十分にされていない。

2. 研究目的

複数の楽曲を分析してその曲が何拍子の曲であるかを推定する。それぞれ拍子の異なる楽曲を分析し、それぞれの拍子の特徴を抽出する。抽出する拍子として今回は3拍子と4拍子の楽曲を分析する。

それぞれの拍子の特徴が楽曲から抽出できれば本実験は成功とする。

3. 問題点

楽曲を人が聴いて分析するとき、判定した拍子と実際の楽譜に書かれた拍子が異なる可能性がある。例として4拍子の楽曲があれば、聴く人にとっては2拍子にしか聞こえない場合も存在する。

本実験では音楽理論をもとに分析をし、人が聴いて分析したものと一致するかを成功の基準とする。

4. 研究環境

本実験では、下記のソフトをmacOS Catalinaにインストールする。

- Python3
目的：数列処理
- Matplotlib
目的：結果をグラフ化する
- LibROSA
目的：楽曲の読み込みやオンセット検出をする
- 楽曲
使用楽曲：フリー楽曲

5. 楽曲について

本実験では魔王魂のフリー楽曲 [9] である3拍

子の楽曲「オーケストラ 07」と4拍子の楽曲「オーケストラ 24」を使用している。

6. 研究方法

楽曲の拍子推定のために、音と音の間の長さ（テンポを指す）を抽出してFFTによる自己相関関数を求める。これを求めると、同じテンポを判定した際にそのテンポが楽曲のテンポの候補として高い可能性があることを示すことができる。

求めた自己相関関数から音楽的な理論を用いてデータを分析し、より近い方の拍子に推定する。

7. 研究結果

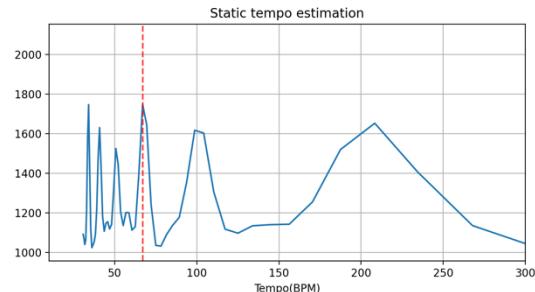


図1：3拍子の楽曲の自己相関関数

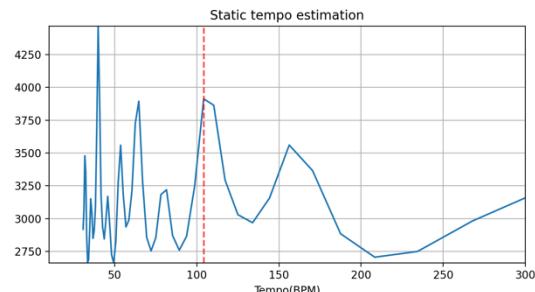


図2：4拍子の楽曲の自己相関関数

図1及び図2はそれぞれ3拍子と4拍子の楽曲から自己相関関数を求めたものと、推定した楽曲のビートである。これらの結果はLibROSAの機能によって得られた値をMatplotlibによって図示し

たものである。

図 1 及び図 2 の赤い点線は楽曲のビートを示している。青い線の自己相関関数、ビートとなる可能性のテンポの山(値が高いところ)の一つと赤い点線が同じテンポ上にあることがわかる。これは楽曲のビートが自己相関関数の山から選定されていることを示している。

楽曲の拍子にはそれぞれ特徴があり、その特徴を比較することで拍子の推定を行うことができる。図 1 では楽曲のビートを示す赤い点線のおおよそ 1/3 地点(3 倍遅いテンポ)にも青い線の山があることがわかる。これは音楽理論的に楽曲が 3 拍子であることを示している。1/2 地点にも山はあるが、1/3 地点の方が値は大きいため 3 拍子の可能性が高い。よってこの楽曲が 3 拍子の楽曲であると推定できる。また図 2 では同じように赤い線の 1/2 地点、そして 1/4 地点にも青い線の山があることがわかり、これも音楽理論的に楽曲が 4 拍子であることを示し、4 拍子であることを推定できる。

8.今後の展望

本研究では 3 拍子と 4 拍子の楽曲のみ推定することができた。5 拍子や 2 拍子、可変拍子の楽曲にも対応して推定ができるモデルを考えていきたい。また自己相関関数の図から拍子を推定するまで可能なモデルも考えていきたい。

・参考文献

- [1] 幼児用楽曲名とその拍子の認識のされ方について：調査資料作成に向けての試行から見られる一つの傾向，近畿大学豊岡短期大学論集委員会 編(12):2015.12.20 p.1-10，茨木 金吾，URL：<https://id.ndl.go.jp/bib/027224856>
- [2] 音楽における拍子概念と表現に関する一考察(III) アクセントを形成する種々の要因に関して，井戸和秀，岡山大学，1991，岡山大学教育学部研究集録，<http://ousar.lib.okayama-u.ac.jp/ja/9616>
- [3] 音楽における拍子概念と表現に関する一考察(I) ヴァンサン・ダンディの緒論を中心として，井戸和秀，岡山大学，1990，岡山大学教育学部研究集録，<http://ousar.lib.okayama-u.ac.jp/ja/9636>
- [4] 隠れマルコフモデルによる音楽演奏からの音符列の推定，齋藤直樹，中井満，下平博，他，1999，情報処理 学 会 研 究 報 告 ，<https://ndlonline.ndl.go.jp/#!/detail/R300000002-I5338911-00>
- [5] 学校音楽科教育における 2/2 拍子と 4/4 拍子の扱いに関する分析，小野貴史，須田直之，山口星香，2019, 信州大学教育学部附属次世代型学び研究開発センター 紀要 教育実践研究，https://soarir.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=21079&item_no=1&page_id=13&block_id=45
- [6] 確率モデルによる多聲音楽演奏の MIDI 信号のリズム認識，武田晴登，西本卓也，嵯峨山茂樹，2004，情報処理学会論文誌，https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiX1KG-8qHrAhWi3mEKHW1zCrYQFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fipsj. ixsq. nii. ac. jp%2Fej%2F%3Faction%3Drepository_action_common_download%26item_id%3D10932%26item_no%3D1%26attribute_id%3D1%26file_no%3D1&usg=A0vVaw2kEHWP Au0rB8ogrNunaK79
- [7] 音楽音響信号を対象とした変拍子に対応可能なダウンビート推定手法，庄司正，三浦雅展，2012，日本音響学会誌 68 卷 12 号，https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasj/68/12/68_KJ00008426313/_pdf/-char/ja
- [8] 隠れマルコフモデルによる音楽リズムの認識，大槻知史，齋藤直樹，中井満，下平博，嵯峨山茂樹，2002，情報処理学会論文誌，https://ipsj. ixsq. nii. ac. jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=11712&item_no=1&page_id=13&block_id=8
- [9] フリー音楽素材魔王魂「オーケストラ 07」「オーケストラ 24」
<https://maoudamashii.jolersounds.com/list/bgm6.html>