

はじめに

従来研究

音楽分析のアップ  
ローチと印象の  
変化

提案手法

おわりに

# 即興演奏のためのメロディーから感性に 合うコード譜の作成支援システム

Support System for Creating Chord Scores Matching Sensibilities from  
Melodies to Improve Performance

山内拓海 (Takumi Yamauchi)  
u020043@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学 工学部 情報システム工学科 情報基盤工学講座

F221, 9:30-9:45 Friday, February 9, 2024.

# 1.1 研究の背景

2/16

## 背景

近年、即興演奏の向上や楽曲再現性の重要性から、耳コピ支援システムの研究が進んでいる。アーティストやミュージシャンは耳コピで楽曲を学び、その助けとなるのがコード譜である。この研究は音楽理解を深化させ、演奏技術を向上させることで音楽文化の発展に寄与する可能性がある。



はじめに

従来研究

音楽分析のアプローチと印象の変化

提案手法

おわりに

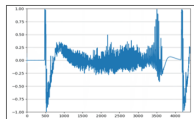
# 1.2 研究の目的

3/16

## 目的

本研究のシステムでは、演奏のリアルタイム解析を通じて即興演奏や耳コピを支援を行う。また、音楽の和音構造を抽出し必要なコード譜の生成を行う。

### リアルタイム



マイクからリアルタイムで音声を入力

$$c_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n \cdot e^{-\frac{i2\pi nk}{N}}$$

$$= \sum_{n=0}^{N/2-1} f_{(2n)} \cdot e^{-\frac{i2\pi nk}{N/2}} + e^{-\frac{i2\pi nk}{N}} \sum_{n=0}^{N/2-1} f_{(2n+1)} \cdot e^{-\frac{i2\pi nk}{N/2}}$$

FFTを用いた音高推定

### コードの種類を選択

▼Cメジャー											
完全1度	短2度	長2度	短3度	長3度	完全4度	増4度 / 減5度	完全5度	短6度	長6度	短7度	長7度
C	D♭	D	E♭	E	F	F♯ / G♭	G	A♭	A	B♭	B

▼Cマイナー											
完全1度	短2度	長2度	短3度	長3度	完全4度	増4度 / 減5度	完全5度	短6度	長6度	短7度	長7度
C	D♭	D	E♭	E	F	F♯ / G♭	G	A♭	A	B♭	B

### Amajor chord | plot# [8]



### 指板へのプロット



図 1: システムの流れ

## 2.1 メロディーを表現する既存のシステム

4/16

### 既存のシステムの例

- ・音楽情報検索: 楽曲のメロディーラインを自動的に抽出し、音楽データベース内で楽曲を検索したり、ジャンルを分類したりするのに使用されている。
- ・デジタル音楽ワークステーション: 楽曲制作プロセスにおいてメロディーの作成、編集、アレンジに必要な機能を提供し、ミュージシャンや作曲家に創造的なツールを提供している。

#### 楽曲からの歌手識別

- 歌声から「歌手がだれか?」を判別する

Aさん Bさん Cさん Dさん



歌い手は  
Bさんです



図 2: 音楽情報検索



図 3: DAW

はじめに

従来研究

音楽分析のア  
プローチと印象の  
変化

提案手法

おわりに

## 2.2 ギターに関する専門知識

5/16

### 弦とフレット

ギターのコードは、指板上の特定のポジションで特定の弦を特定のフレットで押さえることで構成されている。例えば、C メジャーコードは 1 番目の弦を 1 フレット、2 番目の弦をオープン、3 番目の弦を 2 フレットで押さえることで演奏される。同様に、他のコードも特定の指の配置によって演奏される。



図 4: 弦の画像

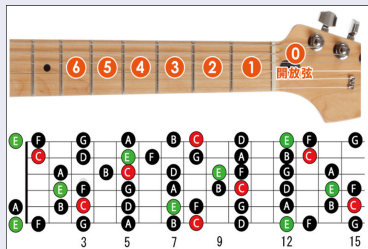


図 5: フレットの画像

## 2.3 リアルタイムでのコード譜作成の必要性

6/16

### 音高推定のシステム

音楽の世界において、ギター演奏者がリアルタイムでコード譜を作成する必要性は多岐にわたる。演奏者が即興演奏を行う際、感情やインスピレーションをその場で表現する必要がある。このとき、リアルタイムでのコード譜作成は、アイディアやメロディを整理し、他のミュージシャンとのセッションや楽曲製作を促進している。

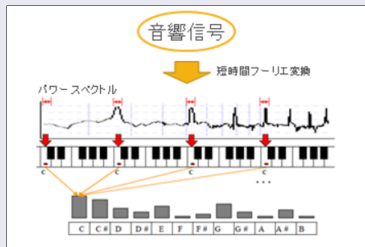


図 6: 音高推定

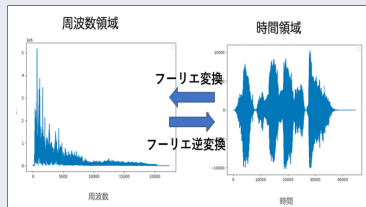


図 7: 短時間フーリエ変換

はじめに

従来研究

音楽分析のアプローチと印象の変化

提案手法

おわりに

## 3.1 二つの楽譜の数値化による比較

7/16

### MIDI

MIDI ノート番号は音楽業界で一般的に使用される音階の数値表現方法である。C4 を基準にして、音階ごとに整数が割り当てられる。これを図に示す。例えば、C4 は MIDI ノート番号 60 に対応し、それ以降の音階は相対的に割り当てられる。この手法により、異なる音階をデジタルで正確に表現し、制御することが可能となる。

60	C4	C3	261.6	48	C3	C2	130.8
59	B3	B2	246.9	47	B2	B1	123.5
58	A#3	A#2	233.1	46	A#2	A#1	116.5
57	A3	A2	220.0	45	A2	A1	110.0
56	G#3	G#2	207.7	44	G#2	G#1	103.8
55	G3	G2	196.0	43	G2	G1	98.0
54	F#3	F#2	185.0	42	F#2	F#1	92.5
53	F3	F2	174.6	41	F2	F1	87.3
52	E3	E2	164.8	40	E2	E1	82.4
51	D#3	D#2	155.6	39	D#2	D#1	77.8
50	D3	D2	146.8	38	D2	D1	73.4
49	C#3	C#2	138.6	37	C#2	C#1	69.3

図 8: MIDI ノート番号

## 3.2 メロディーからのリアルタイム抽出

8/16

### リアルタイムでの音高推定

フーリエ変換したデータからスペクトルで最大成分を取ってきて12音階に変換する。周波数成分の値をA4（ラの4オクターブ目）の周波数（440 Hz）と比較し、音の周波数が440 Hz 未満であればそれはA4 よりも低い音で0.5 オクターブ低いと考え、もし音の周波数が440 Hz 以上であればそれはA4 よりも高い音で0.5 オクターブ高いと考える。

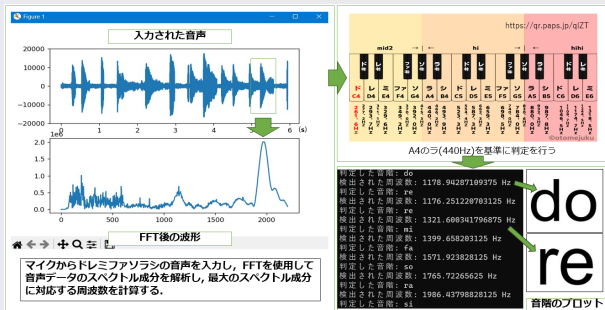


図 9: プロットの様子



## 3.3 コードの違いによる印象の変化

9/16

### ギターのコードにおける機能

メジャーコード: メジャーコードは, 根音 (ルート音), 長三度, 完全五度から成り立っている. これらの音程は 1,3,5 として表現される. 例えば, C メジャーコードは C,E,G の音から構成されている. 六つの基調和音がメジャー 3 音とマイナー 3 音に分けられ, それぞれが異なる印象を生む. メジャーキーにおいては, トニック機能 (T) ドミナント機能 (D) およびサブドミナント機能 (S) からなる.

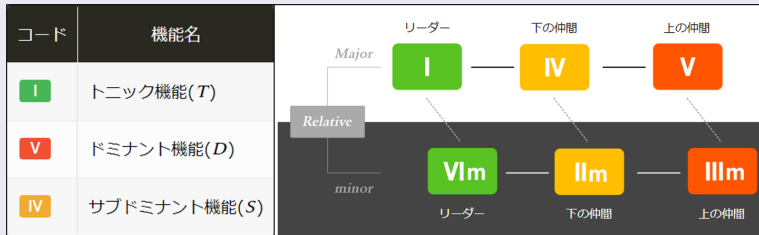


図 10: それぞれの機能

## 4.1 コード譜と作成したコードの比較

10/16

### コードの比較

A メジャーコードの第二転回形となっている。第二転回形とは和音の構成音が特定の順序で配置される形状を指す。A メジャーコードの場合、通常の構成では A-C#-E ですが、第二転回形では C#-E-A といった配置になる。

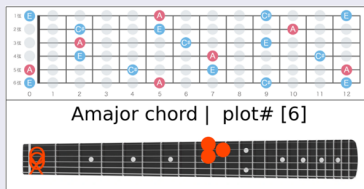


図 11: A コード

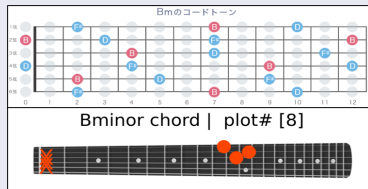


図 12: B コード

はじめに

従来研究

音楽分析のアプリ  
ローチと印象の  
変化

提案手法

おわりに

## 4.2 タブ情報の保存システム

11/16

### リアルタイムでのプロット

raw\_open\_strings や shape などの情報を基に，和音の基本音やフィンガーポジションを正確に配置し，演奏時の実際の状態を表現することができる．

```
raw_open_strings=[1, 3, 4]
shape=[[2, 8), (5, 6), (6, 6)], played_strings=[2, 5, 6]
open_strings=[1, 4]
muted_strings=[3]

raw_open_strings=[1, 3, 6]
shape=[[2, 8), (4, 8), (5, 6)], played_strings=[2, 4, 5]
open_strings=[1]
muted_strings=[3, 6]

raw_open_strings=[2, 3, 6]
shape=[[1, 6), (4, 5), (5, 6)], played_strings=[1, 4, 5]
open_strings=[2]
muted_strings=[3, 6]
```

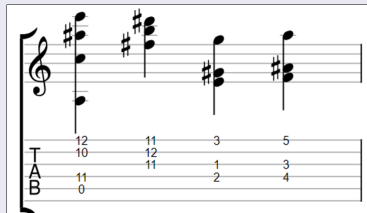


図 13: 仮

図 14: 仮

## 4.3 コード譜作成のプログラム

12/16

### 既存のシステムの例

システムの様子を動画で説明する.

はじめに

従来研究

音楽分析のアップ  
ローチと印象の  
変化

提案手法

おわりに

## 5.1 数値実験の概要

13/16

システムの有用性としてアンケートを実施し有効性の検証を行う。  
アンケートは5段階のリッカート尺度を用いる。10人に実際にシステムを使用してもらい、アンケートに答えてもらう。

システムの使い方を理解できたか	コードを正しく抑えることができたか
このシステムを使用して耳コピの効率が上がるか	コードの抑え方を理解できたか
即興演奏はできたか	ギターに興味を持つことができたか
自分の考えた音を弾くことができたか	印象の違いを感じることはできたか

図 15: 質問一覧

はじめに

従来研究

音楽分析のアップ  
ローチと印象の  
変化

提案手法

おわりに

### 結果と考察

「コードを正しく抑えることができたか」という質問を行った。肯定的な評価は5件あったが、否定的な評価も5件出てしまった。この5人は全て楽器の未経験者であった。この結果から、ギターを全く触ったことがない人がコードを正しく抑えることは難しいことがわかる。

解決策: コードの簡易化 (パワーコードの導入など)

質問内容	とても そう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	とてもそう 思わない
システムの使い方を理解できたか	3	6	1	0	0
このシステムを使用して耳コピの効率上がるか	4	5	1	0	0
即興演奏はできたか	3	4	1	0	2
自分の考えた音を弾くことができたか	7	2	1	0	0
コードを正しく抑えることができたか	4	1	0	4	1
コードの抑え方を理解できたか	4	5	1	0	0
ギターに興味を持つことができたか	4	5	1	0	0
印象の違いを感じることはできたか	6	4	0	0	0
合計	35	32	6	4	3

図 16: アンケート結果

## 5.2 結果と考察

15/16

表:アンケート結果と考察

質問項目	考察
1	音声の入力, コードの選択, 演奏の流れが容易にできる,
2	実際に耳コピをすることができた,
3	抑えるフレットをわかりやすくする必要がある,
4	実際に考えたメロディーを表現できた,
5	押弦可能ではあるが, 初心者でも抑えられるコードの追加が必要,
6	どの指で押さえるべきか, コード譜の説明が必要,
7	楽器の経験の有無にかかわらず, 使用できるシステムとなった,
8	他のコードの追加ができるとより良い,

- ・とてもそう思う, そう思うが合計67件



**システムはユーザーによって十分有用である**

- ・どちらでもない, そう思わない, とてもそう思わないが合計13件



**コードの簡易化, 事前の説明が必要**

はじめに

従来研究

音楽分析のアプリ  
ローチと印象の  
変化

提案手法



おわりに

## おわりに

本研究では、アーティストやミュージシャンは耳コピで楽曲を学びその助けとなるのがコード譜を出力するシステムを開発しその手法を提案した。

- ・メロディーに合わせたコード譜をプロットした。
- ・実際に使用してもらい、アンケートを用いることで有効性を示した。

## 今後の課題

- ・システムのデザイン改良
- ・音階を判定する際の幅が狭い  
 判定の幅を広げて対応する曲を増やす
- ・アンケート結果からネガティブな意見がある  
 考慮する要素の追加,コード譜の説明, 押さえ方の解説追加