

# 適切な和音区間長を推定する和音認識手法について

## Chord Recognition Method to Estimate Appropriate Period of Chord

横井 史也†  
Fumiya Yokoi

平田 圭二‡  
Keiji Hirata

### 1. はじめに

五線譜を基に人手でコード譜を作成する作業は高度な音楽的知識を要するため、音楽的知識の乏しい者にとっては困難な作業である。この問題に対して、五線譜、またはそれを計算機上で操作可能な形式に変換した記号データを対象に、和音を自動認識する技術があれば、コード譜の自動生成が可能となる。そこで本研究では、楽譜記述言語のデファクトスタンダードである MusicXML ファイルを対象とした和音認識に取り組む。

従来の和音認識研究の多くは、The Beatles の音楽音響信号を評価実験に用いている [1]。音響信号では、観測される和音特徴に倍音成分や残響が含まれるため、和音の構成音を正確に同定することが困難である。しかし、記号では、楽譜に記述された音を直接知ることができるため、和音のボーシングや構成音の情報を、和音の名前付けに正確に反映することができる。このとき、和音の響きや機能を決定付ける重要な音の情報が、過不足なく和音名に記述されることが望ましい。そこには、和音名の詳細さと記述上の簡潔さのトレードオフに対処する課題がある。また、構成音が省略された和音に対する和音名の同定において、音響信号では倍音成分や残響から省略音が観測される場合があるが、記号では省略音を知ることができない。そのため、記号を対象とした場合、楽譜に存在しない音を正しく補って考える必要がある。このとき、和音区間長と和音名の決定は相互に依存するため、正しく省略音を推定するためには、正しく和音区間長を取る必要がある。以上より、本研究で解くべき問題は、記号を対象とした和音認識における、和音の名前付けと、構成音が省略された和音に対する省略音推定である。

以下、2章では、問題について具体例を挙げて説明する。3章では、関連研究について述べる。4章では、今後の課題について述べる。

### 2. 問題

#### 2.1 和音の名前付け

C. Harte ら [2] のラベルデータは、これまで多くの和音認識研究において用いられてきた。しかし、そのラベルデータには、和音のボーシングや構成音が和音の名前付けに正しく反映されていない箇所が存在する。例えば、The Beatles の “I Saw Her Standing There” という楽曲のラベルデータに “A:min/b3” という和音名がある。これは、ベース音を C とした Am の和音という意味である。しかし、一般に流通する The Beatles の楽譜 [3] での和音名は C となっている。また、この楽曲のラベルデータには、E, A, B の 3 つの和音が頻繁に出現するが、これらの

和音にはセブンスの音が含まれているため、本来正しく書くべき和音名は E7, A7, B7 となるはずである。

コード譜を基に行う楽器演奏において、このような和音の名前付けの違いが、その和音の本来の響きや機能を損わせる可能性がある。ベース音が変わることによって得られる和音の響きや、セブンスが付加されることによって得られる和音の響きは、元の響きとは明らかに異なるものであるし、それらの要素が和音の機能を決定する上で重要な要素となる場合がある。音響信号を対象とした和音認識では、倍音成分や残響の影響により、和音の構成音を正確に同定することが困難なため、詳細なサフィックスの判定ができない。しかし、記号を対象とした和音認識では、楽譜に記述された音を直接知ることができるため、和音のボーシングや構成音の情報を、和音の名前付けに正確に反映することができる。このとき、和音の名前付けにおいては、和音名が適切に記述されることが望ましい。適切に記述された和音名とは、例えばドミナントセブンスコードの第7音のような、和音の響きや機能を決定付ける重要な音の情報が、過不足なく記述された和音名である。そこには、和音名の詳細さと記述上の簡潔さのトレードオフに対処する課題がある。

#### 2.2 省略された構成音の推定

次に、2つ目の問題構成音が省略された和音に対する省略音推定の問題について述べる。一般的なジャズピアノの演奏において、和音が複数のテンションノートを含むとき、和音の響きを整えるために構成音が省略されることがある。このとき、音響信号では倍音成分や残響から省略音が観測される場合があるが、記号では省略音を知ることができない。そのため、記号を対象とした和音認識では、和音名の決定に必要な根音や第3音が省略された和音に対して、省略音を正しく補う課題がある。この問題では、和音の構成音だけでなく、和音が出現する文脈に対する理解が重要である。

例えば、図1の楽譜では、1拍目の和音の構成音は C, D, F, A, B $\flat$  であり、4拍目の和音の構成音は D, F, G, B $\flat$  である。これらの和音をそれぞれ別の種類の和音として考えた場合、1拍目の和音には B $\flat$ M7(9)、4拍目の和音には Gm7 と名前付けすることができる。しかし、この小節全体を1種類の和音として考えた場合、1拍目の和音は Gm7(9, 11) と名前付けすることができる。これは、和音区間の取り方を変えることによって付けられる和音名が変わり、省略音が明らかとなる例である。

図2の楽譜では、1小節目の和音の構成音は C, D $\flat$ , E, A $\flat$ , B $\flat$  であり、2小節目の和音の構成音は C, E, G, A である。これらの和音がそれぞれ別の調性を表すと考えた場合、1小節目の和音には C7(b9, b13)、2小節目の和音には Am7 と名前付けすることができる。しかし、これ

† 公立ほこだて未来大学, Future University Hakodate

‡ システム情報科学部研究科, System Information Science of Graduate School



図1: 和音区間を考慮することにより和音名が変わる例



図2: 調の区間を考慮することにより和音名が変わる例

らの和音が1つの調性を表すと考えた場合、この和音進行はドミナントモーションであると解釈されるべきであり、2小節目の和音は *FM7(9)* と名前付けされる。これは、適切な調の区間を考慮することによって付けられる和音名が変わり、省略音が明らかとなる例である。

このように、構成音が省略された和音を含む和音区間において、和音区間長と和音名の決定は相互に依存しており、適切な和音区間長の推定には、和音の文脈の正しい理解が必要である。しかし、和音の文脈は楽譜の表層に見えない情報であるため、計算機によってそれを読み取ることは一般に容易でない。

### 3. 関連研究

従来の多くの和音認識研究において、認識手法には隠れマルコフモデル(HMM) [1][4][5] が用いられている。これは、和音名を隠れ状態、和音特徴量を出力記号、和音進行を状態遷移とみなすことで、和音認識をHMMとしてモデル化したものである。HMMでは、各和音区間における音イベントの出現傾向を基にパラメータを学習することで、和音区間長の推定と和音名の推定を同時に行うことができる。そのため、和音区間長と和音名の決定が相互に依存する問題に対処できると考えられる。このことから、本研究では、適切な和音区間長の推定にHMMを用いることを検討している。

記号を対象とした和音認識の先行研究としては、Rocherら[6]の研究がある。彼らは、適切な和音区間長推定のため、楽譜に対してホモリズム変換を行っている。ホモリズム変換では、楽譜の全声部のリズムが統一され、全ての音の発声時刻でタイムセグメントが生成される。そして、連続する2つのタイムセグメントが、同じ和音名だと推定された場合、それらは1つになり、和音区間長が変化する。この手法も、各タイムセグメントにおいては、和音名の決定と和音区間長の決定が同時に行われている。各タイムセグメントに対して列挙される和音名の候補は、ルールベースのアルゴリズムによって定まる。

しかし、このアルゴリズムでは、観測される和音に根音が含まれない場合は想定されていないため、根音が省略された和音を正しく認識することができない。

### 4. 今後の課題

我々はこれまで、和音区間長と和音名の認識を人手による前処理で補う和音名認識システムを構築した。今後は、その前処理を自動化し、実際のジャズピアノ譜に適用する。

### 参考文献

- [1] H. Papadopoulos, G. Peeters, LARGE-SCALE STUDY OF CHORD ESTIMATION ALGORITHMS BASED ON CHROMA REPRESENTATION AND HMM, Content-Based Multimedia Indexing, pp.53 - 60 (2007).
- [2] C. Harte, M. Sandler, S. Abdallah, E. Gómez, Symbolic Representation of Musical Chords: A Proposed Syntax for Text Annotations, In Proc. of ISMIR 2005, pp.107-112 (2005).
- [3] T. Fujita, Y. Hagino, H. Kubo, G. Stato, THE BEATLES COMPLETE SCORES, US: Hal Leonard Corp, (1993).
- [4] A. Sheh, D.P. Ellis, Chord Segmentation and Recognition using EM-Trained Hidden Markov Models, In Proc. of ICASSP 2003, pp.183-189 (2003).
- [5] 須見康平, 糸山克寿, 吉井和佳, 駒谷和範, 尾形哲也, 奥乃博, ベース音高と和音特徴の統合に基づく和音系列認識, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.4, pp.1803-1812 (2011).
- [6] T. Rocher, M. Robine, P. Hanna, R. Strandh, Dynamic Chord Analysis for Symbolic Music, Ann Arbor, MI: MPublishing, University of Michigan Library (2009).
- [7] F. Lerdahl, Tonal Pitch Space. Oxford University Press (2001).