

ABCI 3.0開発加速利用 (2025年度) 成果概要 (公開用)

課題名：
楽譜の簡約と分析の相互依存性を考慮した和声分析の教師なし学習

実施時期：2025年4月15日～2026年3月30日
所属機関名：神奈川大学
代表者氏名：上原由衣

成果概要：
・ MusicXML形式の楽譜をグラフ表現し， Graph Neural Networkによる音符単位での非和声音の認識モデルを提案した[1]
・ 調の遷移と和音の遷移を階層的に表現するニューラル階層HSMMに基づく教師なし和声分析モデルを提案した[2]

成果のポイント：

1. 楽譜のグラフ表現とGNNによる音符単位の非和声音認識[1]

- ・ 非和声音は音楽の重要な要素の一つであるが，これまで研究事例が少なく，特に音符単位で非和声音の認識を行う技術が限られていた。
- ・ 本研究では楽譜に対し，各音符または休符をノードとし，同時になる音間と同声部内で隣接する音間にエッジを割り当てたグラフ表現に変換し， Graph Neural Networkでノード特徴量の埋め込みを得て，これを元に音符ノードが非和声音であるか否かを認識するモデルを構築した。
- ・ J. S. Bachのスタイルが異なる3つの曲集， 4声コラール(Chorales), オルガン小曲集(Organ), 平均律クラヴィーア曲集(WTC)で実験を行い， F1-scoreでChorales約87%, Organ80%超を得たが， WTCでは約66%にとどまり， 少量かつ多様なデータに対する頑健性が今後の課題である。

2. ニューラル階層HSMMに基づく教師なし和声分析[2]

- ・ 和声分析は楽譜に対し調と和音を同時に認識する問題であり，教師なしでこれを実現する事例は限られている。
- ・ 従来の教師なし和声分析は，装飾の少ないJ. S. Bachの4声コラール集を主な評価対象としており，より複雑な器楽曲での性能検証は十分でなかった。また，転調に関する確率分布を教師なしで学習することが難しいという課題も報告されていた。
- ・ 本研究では，調と和音の遷移が異なる時間スケールで生じることに着目し，これを考慮した階層HSMMにより教師なし和声分析を行うモデルを提案した。
- ・ 4声コラールに加え，より複雑な表現を含むオルガン小曲集や[2]，より幅広い作曲家の楽曲を含むデータセットでの実験も行い，代表的な教師ありモデルとの性能比較を行い，教師なし和声分析モデルの成果と課題を明らかにした(論文誌投稿中)。

成果についてより詳細な情報を提供しているWebページ、発表論文などの情報：

[1] Y. Uehara and S. Tojo, Note-level Nonchord-tone Identification with Graph Neural Networks, 2025 Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), pp. 216-221, doi: 10.1109/APSIPAASC65261.2025.11249006.

[2] Y. Uehara and S. Tojo, Towards composer-specific harmony theories: an unsupervised harmonic analysis model with neural hierarchical HSMM, Third International Conference on Computational and Cognitive Musicology (ICCCM2025).

*本研究はJST ACT-X JPMJAX24C6 の支援を受けたものです。