

# 歌詞の意味重み付け HMM による旋律への和声付け

高橋 拓椰<sup>†</sup> Christoph M. Wilk<sup>‡</sup> 保利 武志<sup>‡</sup> 嵯峨山 茂樹<sup>†‡</sup>

<sup>†</sup> 明治大学 総合数理学部 <sup>‡</sup> 明治大学 大学院先端数理科学研究科

## 1 はじめに

我々の研究の目的は、人は、旋律に対して異なった和声付けがされることで、違った印象を受けるという仮説の下で、人の意図を汲み取った旋律に対する和声付けを行うことである。自動作曲の技術は、専門的に音楽の知識を持たない人であってもシステムを通して容易に作曲することを可能にした。代表例として、Orpheus[1]は、入力された歌詞の韻律を用いた自動歌唱曲生成を実現している。さらに、曲全体を生成する研究だけではなく、旋律に対する和声付けについて川上ら [2] は隠れマルコフモデル (Hidden Markov Model; HMM) をベースとしたモデルを提案した。しかし、従来の音楽生成の研究では、機械は人の意図を汲み取らず一方的に作曲、和声付けなどを行う場合が多かった。それに対して、田中ら [3] が提案した感性語を使用した感情表現力を持つ旋律の獲得のための強化学習モデルを提案した。田中ら [3] のように感性語を用いた音楽生成の研究は幾つか提案されているが、我々は、ユーザの意図を抽象化せず考慮するために感性語を用いず、歌唱曲を想定された曲の旋律と歌詞から人の意図を汲み取り旋律に対する和声付けを行った。

## 2 定式化

### 2.1 歌詞意味ベクトル

本研究では、4小節の歌詞付きの旋律に対して1小節ずつ和声付けすることを考えた。我々は、4小節ずつで歌詞は意味を持ち、その4小節を構成しているある4つの和声から成る和声進行は、あるただ一つの意味を持つと仮定した。この仮定の下、実際の楽曲から Word2Vec の Skip-Gram アルゴリズムを用いて、ある4つの和声から成る和声進行の歌詞意味ベクトルを統計的に得た。歌詞意味ベクトルは、4小節の和声進行部分だけでなく曲全体の歌詞意味にも影響されると仮定

### ”Harmonization of Melodies using an HMM with Lyrics-Based Weights”

by Takuya Takahashi<sup>†</sup>, Christoph M. Wilk<sup>‡</sup>, Takeshi Hori and Shigeki Sagayama<sup>†‡</sup>,

<sup>†‡</sup>School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University, 164-8525 Nakano, Tokyo.

{ev60552, wilk, hori, sagayama}@meiji.ac.jp

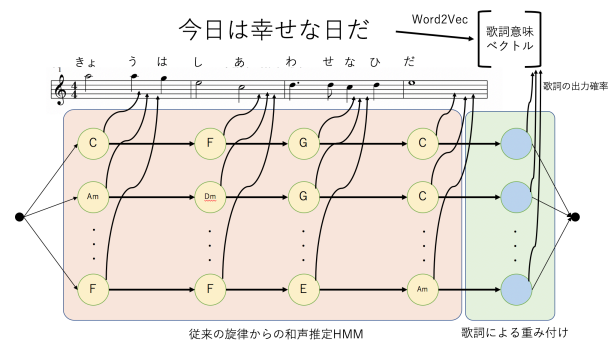


図 1: 旋律に対する歌詞の意味重み付け自動和声付け HMM

し、歌詞意味ベクトル  $v_c$  を以下の線形結合を用いた。

$$v_c = av_w + bv_s + cv_p. \quad (1)$$

ただし、 $v_w$  は、曲全体の歌詞の平均ベクトル、 $v_s$  は、曲のセクションの平均ベクトル、 $v_p$  は4つの和声からなる和声進行部分の歌詞ベクトルを意味する。さらに、 $v_c$  を、実際の楽曲から統計的に得て、同じ和声進行同士の平均ベクトルと共分散行列を算出した。

### 2.2 歌詞意味を考慮した旋律に対する和声進行推定モデル

入力された旋律に対して音楽的な和声進行の尤度を川上ら [2] のモデルを参考にして算出した。

さらに、2.1 にて得られた歌詞意味ベクトルを用いて入力された歌詞情報に対するそれぞれの和声進行の尤度を算出した。ある4つの和声から成る和声進行はある1つの意味しか持たないという仮定の下、入力された歌詞が、和声進行から出力される尤度を多変量正規分布を用いて算出した。この時の平均ベクトルと共分散行列は、2.1 にて学習用のデータから統計的に得られた4つの和声からなる和声進行から得られた値を用いた。図1はこれらの手法のモデルを表している。

最終的に、音楽的な和声進行のモデルにて算出された和声進行の観測確率とある和声進行から入力された歌詞が出力される確率の同時確率を考え、尤もらしい和声進行を推定した。本手法によって、従来では音楽

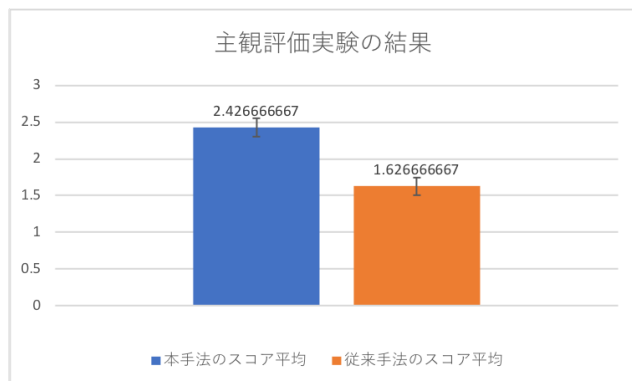


図 2: 従来手法と本手法に対する主観評価実験の 5 段階評価の値の平均

的な側面のみを考慮した HMM によって旋律に対して和声付けを行っていたが、その音楽的な尤度に対して、ユーザの意図が込められた歌詞の情報を用いて重みを付けることによって、音楽的に尤もらしいだけでなく、ユーザの意図を考慮した尤もらしい旋律に対する和声付けが期待される。

### 3 評価実験

#### 3.1 実験条件

あらかじめ用意された 8 小節から成る 5 種の旋律に対して、従来手法 [2] と本手法それぞれを用いて 4 小節ずつの和声付けを行い、20 代の男女 15 人によって主観評価実験を行った。実験参加者には、和声付けの結果を従来手法か本手法かを伝えずランダムに提示し、5 段階で評価させた。他の実験条件は以下の通りであった。

- 与えられた旋律に対して、実験参加者に歌詞を作成させた。
- 日本語のポップス 75 曲から Word2Vec により得た歌詞意味ベクトルを使用。
- 調性情報なしの Isophonics データベースから bigram を算出し川上らのモデル [2] の和声の遷移確率として使用。
- 和声進行からの旋律の出力確率は、川上ら [2] を参考にヒューリスティックに与えた。
- 和声進行の推定では調を考慮していない。
- 和声は全ての調のメジャーコードとマイナーコードのみ考慮。
- 実験参加者が聞いた音源は歌詞付きの旋律をボーカロイドに歌わせ、そこに和声に従いピアノで伴奏を付けた。

#### 3.2 実験結果

図 2 の結果より、実験参加者が評価したスコアの平均は、従来手法のスコア平均より本手法のスコア平均の方が有意に大きくなった。実験結果より、本手法は従来手法 [2] よりも有意に人の意図を汲んだ旋律に対する自動和声付けを可能であることがわかった。本手法によって推定された和声進行は、従来手法に比べ、歌詞によって様々な種類の和声進行が推定されていた。また、従来手法では、最も尤度の高い和声進行を推定するため、和音の変化を伴いにくい和声進行が推定結果になることが多いため、単調な和声進行になりがちだったが、本手法による推定結果は、歌詞意味ベクトルの算出に用いた学習用の楽曲で使用された和声進行が主な推定結果となった。

### 4 おわりに

本稿では、歌詞に対して Word2Vec を用いて得られた歌詞意味ベクトルを用いた旋律に対する自動和声付け手法を提案した。主観評価実験の結果、本手法により従来手法に比べユーザの意図にあった和声進行の推定が可能となった。しかし、本手法による推定結果は、歌詞意味ベクトルの学習に用いた学習データに大きく左右され、そのデータに出現した和声進行が主な推定結果となった。今後の課題として、4 小節にとどまらない長い旋律に対しての和声付け、調を考慮した旋律に対する和声付けと本手法の融合や非和音を考慮した旋律への和声付け方法を検討している。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 17H00749 の助成を受けて行われた。

#### 参考文献

- [1] 深山覚, 中妻啓, 米林裕一郎, 酒向慎司, 西本卓也, 小野順貴, 嵯峨山茂樹. Orpheus: 歌詞の韻律に基づいた自動作曲システム. 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol. 2008, No. 78 (2008-MUS-076), pp. 179–184, 2008.
- [2] 川上隆, 中井満, 下平博, 嵯峨山茂樹. 隠れマルコフモデルを用いた旋律への自動和声付け. 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol. 2000, No. 19 (1999-MUS-034), pp. 59–66, 2000.
- [3] 田中翼, 大村英史, 古川聖. 感情の表現力をもつ旋律の獲得のための強化学習モデル. 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS), Vol. 2014, No. 22, pp. 1–6, 2014.