

和声学に基づく自動作曲システム”CMY”

“CMY”: an Automated Composition System using the Harmonic Theory of Classical Music

エバンズ ベンジャミン ルカ
Benjamin Luke Evans棟方 渚
Nagisa Munekata小野 哲雄
Tetsuo Ono

北海道大学 大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University.

With the goal of creating an automated music composition system which uses sheet music (or data to its equivalent) as the input, we, in our previous research, created “CMY” (Composing Music for You), a system which answers basic textbook harmonization tasks. In this paper, we discuss how we have renewed the internal structure of the system so that it now can answer much longer pieces of music in real time. Our new system can now take music of parts other than the bass part as input and still create four-part chorale music which follows basic rules found in the harmonic theory of classical music.

1. はじめに

音楽が身近なものとなる中で、自ら楽曲の創作を行なうユーザが増えている。有名なアーティストや他のユーザが作成した楽曲を独自に再収録したり、それをもとに二次制作をしたりすることが特に人気を集めている中、楽曲構造や作曲技術に関する専門的な知識を持たないユーザの作曲活動を支援する技術が今注目を寄せている。

作曲支援システムや自動作曲システムは、ある「規則」に従って動作する。その「規則」は、既存データの学習から得られる音列のパターンなどであったり、音の生成に関する何かしらの確率モデルであったり、またシステム設計者が手動的に設定するルールベースであったりする。著者らは、作曲家がある種のルールベースに基づいて作曲を行なっているというモデルに基づき、和声学をルールベースとして実装した自動作曲システム”CMY”を構築してきた[Evans 2013][エバンズ 2013]。

本稿では、GTTM[Lerdahl 1983]などに代表される様々な音楽理論で使われている、音楽の階層構造理解からヒントを得て、自動作曲システム CMY の内部構造を改め、木構造のアルゴリズムで実装し直したことを説明する。内部構造を改めた結果、システムは従来手法では実時間内に実現できなかったより長い楽曲の作曲も行なえるようになり、拡張されたルールベースも扱えるようになった。また、バス譜以外の任意のパート譜も入力できるように改善し、和声という骨組みを崩さずにより柔軟な作曲を可能にした。

また本稿では、和声を実装したルールベースシステムが一般的な作曲システムにどのように貢献できるかを議論する。特に、一般に難しいとされている作曲システムやその出力楽曲の「評価」に和声学の知見がどのように利用できるかを提示し、一般的な作曲現場における本システムの利用例を提案する。

2. 提案手法

2.1 和声に基づく作曲

音楽は、メロディー・ハーモニー・リズムなど複数の要素から成り立っていると考えることができる。作曲とは、それら要素の特徴や依存関係を考慮しながら、時系列上に音を配置することで

連絡先: 北海道大学大学院情報科学研究科複合情報学専攻
{benjamin, munekata, tonos} @ complex.ist.hokudai.ac.jp

あると言える。作曲者は何かしらの規則群に従って音を並べ、独自が持っている様々な制約を満たすように楽曲を構築していく。計算機による自動作曲も、具体的な実装手法は異なるものの、ある規則群を実装していると言う点ではどれも同じである。

我々は計算機に実装する規則群として、『芸大和声』とも知られる、島岡らがまとめた和声学[池内 1964]を選んだ。『芸大和声』は日本の多くの作曲家がその基礎教育の中で共通して学習していることが知られている[江村 2011]。和声学とは和音の協和・不協和や、和音の連結に関する規則を述べたものだが、『芸大和声』では特に禁則の学習に重点を置いている。禁則に反さない限り、楽曲は基本的に良いとされる。

『芸大和声』には、学生が学習した内容を確認するための演習問題として、バス課題やソプラノ課題が掲載されている。これらは、与えられた旋律(バスやソプラノ単独の楽譜)に、学習者が適切な和音進行を割り振り、それに基づいて4声体(和声)の残りの声部を追記していくというものである。本研究では、ルールベースとして記述しやすい規則群を持っていること、また実装を確かめることに利用できるテストデータ(バス課題など)とその解答例も取得できることなどの理由から、自動作曲システム実現に向けた一歩目として『芸大和声』の和声学を実装することとした。



図1: バス課題の実施例 ([池内 1964] 第I巻 p.41 課題 9-1)

2.2 システム説明

著者らは先行研究で、『芸大和声』の規則を一部実装し、バス課題を解くことのできるシステム”Composing Music for You (:CMY)”を紹介してきた。CMY は与えられた楽譜に対する許容解を探索し、禁則に反しない解のみを複数出力する。『芸大和声』に記載されている、和音の転回系を含まないバス課題については、既に全て正確に回答することができていた。また、禁則ではないものの、初修者が体得すべきとされている「標準配置の法則」や「推奨則」などを実装することにより、探索領域を大

幅に削減することに成功していた。しかし、アルゴリズムの構造が冗長的で、教科書の課題よりも長いバス譜(30音程度以上)に対する解答の探索に数分から数十分以上要していたという問題もある。

そこで本稿では、音楽の階層的構造からヒントを得て、システム内部では楽曲を木構造で表現するようにシステムを改善した。入力された楽譜の各音に対してシステムは設定可能な和音を列挙し、そのそれぞれに対して4声を定めた和音をノードとして揃える。その中から和声の禁則に反するノードを除いた後、各ノードから隣接する音のノードへのリンクをすべて調べ、禁則に反しないリンクのみを残す。また、入力に設けていた制限を緩和し、どのパートの楽譜を入力しても、そこから派生する四声体の楽譜を出力できるようになった。

なお、システムに和声学の規則が正しく実装されていることを確かめるために、『芸大和声』に記載されているバス課題を入力として与え、その出力結果に『芸大和声』の模範解答がふくまれていることを確認した。また、バス課題の回答からバス以外のパートを抜き取り入力として与えた時のシステム動作を確認した。システムはJavaで構築され、入出力の楽譜は全てMusicXML形式とした。実装を確認するために入力として与えたバス課題も、事前にMusicXMLデータとして用意したものを利用した。

3. 議論とまとめ

3.1 自動作曲研究の現状

自動作曲システムは、事例ベースシステム、確率モデルシステム、ルールベースシステムの3種類に大別される[松原2013]。事例ベースシステムは、収集された既存の楽曲の断片などを部分的に利用し、過去の作品の作風を模倣するシステムなどに利用される。確率モデルベースのシステムは、楽曲に関する知識を確率モデルで表現し、既存の楽曲を用いてシステムパラメータの学習を行ない、最適化問題などとして作曲を扱う。ルールベースシステムは、既存の楽曲から直接作曲規則を構築することはせず、楽曲を観察した人間がまとめた理解や解釈をルールの形で実装し、制約充足問題として作曲を行なう。

実装の形は違っても、これらシステムが作曲という創作行為の中で担っている役割は概ね同じである。Shneidermanは作曲を、(1)既存の楽曲から知識を貯蓄し(Collect)、(2)その知識を分析・解釈し(Relate)、(3)それを元に独自の演奏表現を探索し(Create)、(4)その表現を楽譜や演奏として外在化し、評価する(Donate)4つの段階で議論している[Shneiderman 2000]。自動作曲システムは主にRelateとCreateのプロセスを行ない、最初の知識の貯蓄はシステム設計者に、最終的な成果物の評価はユーザに任されている場合が多い。

自動作曲システムの研究は、作曲過程における担当領域が似ているにもかかわらず、入力の元となるデータが異なっていたり、生成される楽曲の統一的な評価手法がなかったりし、それぞれの研究を客観的に比較・検証することが難しいと知られている[江村 2011]。近年は、RWC[Goto 2002]などといった学術用著作権フリーな楽曲データベースなどが構築され、入力を一部統制することが可能となってきた。しかし出力の評価に至っては、統一的な評価基準はまだ提案されていない。

3.2 研究評価における和声評価の提案

和声(特に日本の『芸大和声』)は、ある和音の配置・連結が認められないことを示す禁則は豊富に持つが、認められる配置・連結の中でどれがより優れているかを示す指針には乏しい。こえを逆に捉えるならば、和声は、何もない所から楽曲を作り上

げる作曲よりも、一度作成した楽曲がどれだけ「良くない」かを示す評価により向いていると言える。実際本研究でも、システムが一度全ての可能な和音を並べた後に、適切な組み合わせを決定し残すために利用した。和声のこの「評価的」な特質を生かして、どんな自動作曲システムにも応用できる客観的な評価機構を作成できるのではないかと考える。

自動作曲システムによって生成された楽曲を和声評価システムに通すことにより、その楽曲に対する「和声違反度」ともいべき評価値が得られる。古典的クラシック音楽に限らず、現代の多くのポピュラー音楽もある程度の和声学知見に基づいて作曲されている以上、この評価値がより低い方が望ましいであろう。それと同時に、芸術は規則を逸脱する中から新たな発見を見いだすと言うような考え方に基づく作曲システムに対しても、その生成された楽曲を同じ和声評価システムに通すことにより、どれだけ(和声)規則から逸脱しているかが分かる。また和声という概念のない中で創作される音楽に対しても、和声評価システムはひとまず和声という統一的な軸のついた客観的な一指標を与えることが可能であろう。結局のところ、和声に基づく評価システムは、作曲システム間で比較可能な一側面を定義し、研究間におけるより具体的な知見の共有を実現させられるのではないかと？

3.3 まとめ

本稿では、著者が作成してきた、和声に基づく自動作曲システムCMYに施した実装の拡張と実行性能の向上について報告した。また、自動作曲研究の現状から、各研究をまたぐ統一的な評価機構がないことを指摘し、その点における和声に基づく評価システムの有用性について提案した。

今後は転調や借用和音、予備などに関する和声規則を実装し、システムの拡張を図る。また、統一的な和声評価システムを他の作曲システムの評価にも利用した場合の論理的可能性や、その際に起こり得る課題などについて探求していく。

参考文献

- [Evans 2013] Benjamin Evans, 東条 敏, 棟方 渚, 小野 哲雄: Composing Music for You: ユーザの嗜好を取り入れた和声学に基づく合唱譜自動作成システム, 情報処理学会, 2013.
- [エバンス 2013] エバンス ベンジャミン ルカ, 棟方 渚, 小野 哲雄: 和声学に基づく合唱譜自動作成システム"CMY"-転回系の実装と評価-, 情報処理学会研究報告, 日本情報処理学会, 2013.
- [Lerdahl 1983] Lerdahl, F., Jackendoff, R.: A generative theory of tonal music, Cambridge MA, The MIT Press., 1983
- [池内 1964] 池内 友次郎, 島岡 譲ら: 和声理論と実習 I, II, III, 別巻, 音楽之友社, 1964.
- [江村 2011] 江村 伯夫, 三浦 雅展: 情報技術に基づく作曲の現状, 音響学会誌, 2011.
- [松原 2013] 松原 正樹, 深山 覚ら: 創作過程の分類に基づく自動音楽生成研究のサーベイ, コンピュータソフトウェア, 2013.
- [Shneiderman 2000] Shneiderman, B.: Creating Creativity: User Interfaces for Supporting Innovation, ACM Transactions on Computer-Human Interaction (ToCHI), 2000
- [Goto 2002] Goto, M., Hashiguchi, H., et al.: RWC Music Database: Popular, Classical, and Jazz Music Databases, Proceedings of the 3rd International Conference on Music Information Retrieval, ISMIR, 2002