

作曲者のメンタルスペースの外在化による作曲支援環境の研究

網谷 重紀, 堀 浩一

東京大学大学院工学系研究科

Email: {amitani, hori}@ai.rcast.u-tokyo.ac.jp

概要

従来主に設計などの分野で、「メンタルスペースの外在化」という認知プロセスが重要な課題として認識されている。本研究においては作曲という創造活動への応用においてこの課題に取り組み、作曲過程における自分自身との対話を支援する環境を提案・構築し、作曲における人間-機械系の認知プロセスを分析することを試みる。楽曲の音楽的特徴と作曲者の感覚との結びつきをコンピュータに学習させ、平面上に作曲者のメンタルスペースを外在化させる。これにより自分のメンタルスペースとの対話がより容易なものになると考えられる。本稿では筆者が構築中のシステムについて述べ、そのシステムがもたらすと期待できる効果および予備実験と今後の課題・展望について述べる。

Supporting Musical Composition by Externalizing the Composer's Mental Space

Shigeki AMITANI, Koichi HORI

Graduate School of Engineering, University of Tokyo

Email: amitani, hori@ai.rcast.u-tokyo.ac.jp

abstract

Externalization of the mental space is recognized as the important challenge of cognitive process mainly in the design field. We are tackling this challenge in applying it to musical composition and developing a system to support the process of musical composition. This system externalize the composer's mental space by making the computer learn the connection between the characteristic of the phrase and his/her impression they receive from the phrases. It is expected that the system facilitates the interaction in themselves. In this paper, we explain the system and describe the expected computer-human interaction effect. A preliminary experiment result is also given.

1 研究の背景と目的

1.1 創造活動支援の手法

これまでにも人工知能を用いた創造活動支援システムが数多く研究されてきた。特に設計の

分野において様々な支援の方法が考案され、システムとして構築され、評価され、発展しつけてきている。設計において、人工知能は主に次の3つの方向で支援を試みている [1]。

1. 明確でないアイデアの中を探索するための枠組みを与える。
2. 人間の設計という作業のモデルにスキーマを与える。
3. 設計作業中の自動化できる作業を自動化する。

設計研究者は上記 1・2 を支援する手段として、人工知能を用いた「設計知識の外在化」を挙げている。設計に限らず創造活動においては、自分の考えを対象に実現し、それを見て考察を加えるというサイクルが存在する（図 1）。この考察する過程は、言うなれば自分自身との対話であり、通常頭の中で行われる曖昧模糊とした過程である。ここで「メンタルスペースを外在化させる」ことで曖昧であった自分自身との対話を具体的・客観的な対象としてとらえることを支援し、メンタルスペース全体を見通すことが可能になり、ひいては創造的な活動を支援することになると考えられる（図 2）。

3 においては、創造活動が創造的作業と定型的作業の 2 つに分けることができるとすれば、そのうちの定型的作業はコンピュータによって自動化できることが多いので、それにより人間が創造性の高い作業に集中することができるようにすることが目指されている。

1.2 音楽の認知プロセスに関する研究

作曲の認知プロセスに関して分析した研究は音楽心理学の分野においても数少ない [2] [3]。Sloboda は文献 [2] において図 3 のような作曲過程のダイアグラムを提案した。このようなマクロな分析は梅本 [4] によっても提案されていたが、ミクロな分析をした研究はほぼ皆無である。

1.3 本研究の目的

本研究では次の 2 点を目的とする。

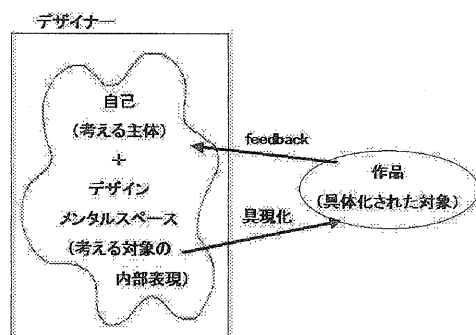


図 1: 設計作業のサイクル

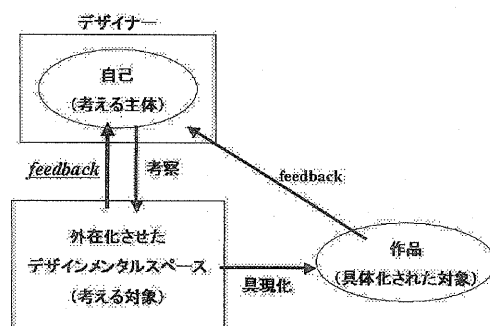


図 2: メンタルスペースを外在化させた設計作業のサイクル

1. 空間表現および言葉を楽曲に付与することによる新しい作曲支援ツールの提案と構築
2. 作曲過程における人間－機械系の認知プロセスの分析

モーツァルトのような天才は、作曲の際「曲全体が絵画のように見える。あとはそれを譜面に残すだけだ」と言っていたと言われるが、それは希なことであり、通常作曲はいくつもの短いフレーズを蓄積し、それらをつなぎあわせたり音を加えたりして進んでいく。全体を見通す

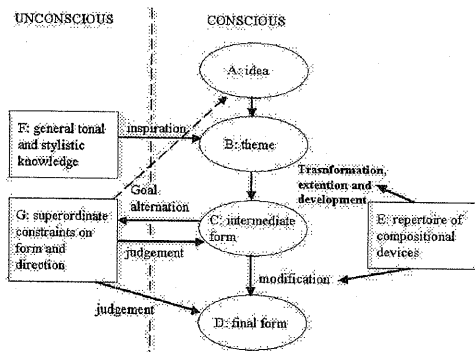


図 3: Sloboda の作曲過程のダイアグラム

のはプロの作曲家でも困難なことであり、ある曲のある部分を完成させると他の部分との整合性がない、という結果に陥ることがある。本研究では作曲者のメンタルスペースを外在化させて全体を見通せるようにすることで自分自身との対話を促す環境を提供することを目的とする。

また作曲という過程においては「蓄積していったフレーズの増加に伴いフレーズ同定が困難になる」という問題が存在する。頭の中に浮かんだフレーズは忘れてしまいやすく、また運良くテープやコンピュータといった媒体に保存できたとしても、死蔵されてしまうことが多々ある。さらに、そのフレーズが手元にあったとしても、それらが数多く山積みされていたらどの曲がどのメロディーであったかの把握が困難になり、その作業に時間を取られて本質的な作曲作業に支障をきたすことになる。本研究ではこの点も合わせて支援していける環境を研究していく。

本研究においては作曲の認知プロセスのうち、前述したようなサイクルにあたる作曲者が作品と対話して作曲をする過程をミクロに分析する。この分析によって得られる知見をシステムにフィードバックしてよりよい環境を構築していきたい。

2 作曲支援環境の概要

2.1 メンタルスペースを模した平面

図 4 に作曲者のメンタルスペースを模した平面を示す。この平面には音楽的特徴および添付した言葉からシステムが曲の間の類似性を計算してフレーズオブジェクトを平面上に配置する。これをさらに作曲者が自分自身の感覚に従ってフレーズオブジェクトを再配置し、各フレーズを変更・結合・並べ替えていくことでそのメンタルスペースを作曲者の感覚に近いものにしていき、その平面上でのフレーズの位置・フレーズの音楽的特徴との相関関係からシステムが作曲者のメンタルスペースに同調していくことができると思われる [5]。

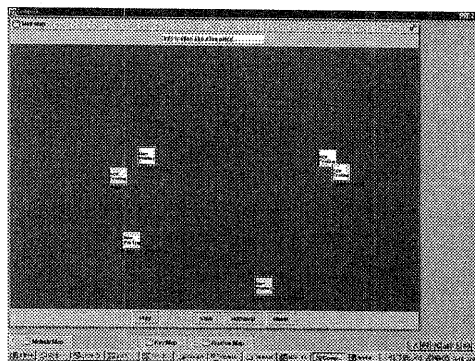


図 4: メンタルスペースを模した平面

この環境では次のようなインタラクションが期待できる。

1. 作曲者の感覚に合った一覧性の高いデータベース・ファイルシステムとして使う。作曲者自身の感覚的な基準に従った類似度により配置するため、どのフレーズがどのフレーズだったかということが判別しやすくなることが期待される。従来のファイルシステムではタイトルのみが日付順・辞書順で表示されるのに対して、本環境では全て

の曲データが作曲者の感覚に従って一覧性を確保して表示される。

2. 大きな視点から見ることができるエディタとして使う。上記の一覧性の高さおよび各フレーズの特徴まで感覚的に理解可能であるがゆえに、作曲過程においてその曲の導入部からどのように展開していくか、似たフレーズをつなげるのか全く異なるフレーズで曲を展開していくのかということが考えやすくなることが期待できる。従来の作曲ソフトの環境では、あるフレーズが時系列的に画面に提示されるため、なかなか曲全体の構成を編集するのが困難である。そこでマクロな視点からのエディタによって作曲活動を進めやすくなると考えられる。
3. あるフレーズの音楽的特徴・そのフレーズに添付した言葉と平面上の位置との相関関係を計算することでシステムが作曲者の感覚に同調し、作曲者のメンタルスペースが表現される。この平面を作曲者が分析することで自分の楽曲の傾向を知ることや、今まで作らなかった楽曲の特徴は何かとということを知ることができ、ひいては全く新しい楽曲を作る刺激を与えると期待できる。現時点では言葉とフレーズの位置とは結びつけていない。

2.2 言葉とフレーズとの結合

作曲者がフレーズに好きなように言葉を添付できる環境を提供する。人間は主に「言葉」を媒体として「考える」という作業を行う。言葉は端的に作曲者の感覚を表すと考えられるため、作曲した時の気持ちや状況のメモを容易に曲に添付しておけるようにする。ここで添付しておく言葉は後の作詞という作業にも活用できると考えられる。添付した言葉は形態素解析を行い、作曲者の感覚を表現する言葉は作曲者のメンタルスペースを模した平面を形成するのに用いる

予定である。現段階では図3のような環境が完成している。機能は以下の通りである。

1. あるフォルダの内容をリスト（図5左）一覧させ、そのリストから選択するとその内容が表示される。
2. 日付・名前順にファイルをソートできる。
3. MIDI ファイルを初めとして音ファイルを再生することができる。
4. 新規にテキストファイルを作成・保存しておける。
5. 作業履歴（図5右）を残せる。

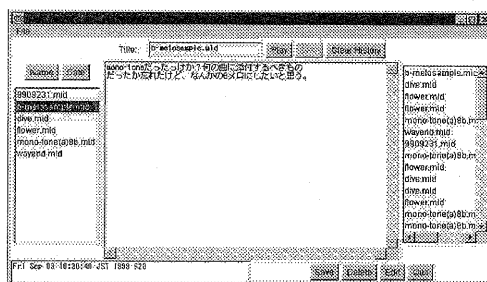


図 5: 言葉をファイルに添付して保存する環境

今後は全文検索・形態素解析ができるようにし、前述のメンタルスペースと結合していきたい。

2.3 利用例

利用例を図6～8に示す。

3 フレーズ間類似度の計算手法とメンタルスペースの構成手法

人間は音楽を主に旋律線・調性・リズム構造の3要素で処理と言われる[6]。このことを踏まえて以下に示す計算方法で類似度を計算す

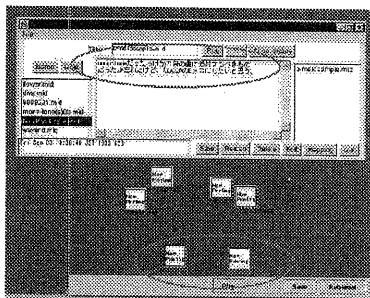


図 6: 「うん、この2つはいつながりだな…」

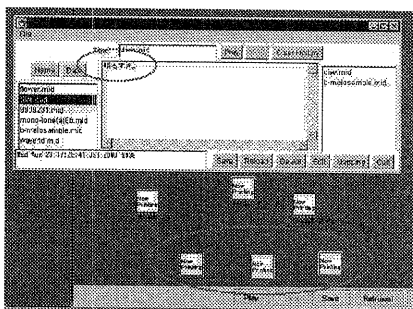


図 7: 「このフレーズは…いまいち…」

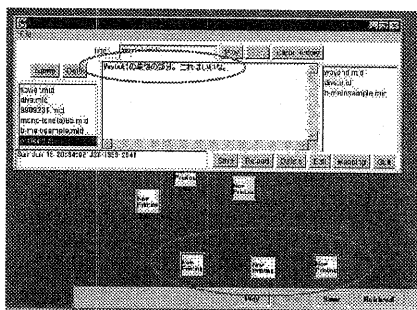


図 8: 「じゃあこっちは…いいね、これでいこう」

る。この計算はシステムが作曲者の感覚に同調する前に示す「客観的な類似度」の計算である。この類似度はあくまで音楽的特徴に基づいて計算されるものであり、この類似度から各フレーズ同士の距離を求め、多次元尺度法を用いて平

面上にフレーズを提示する。その後平面上で作曲者が動かしていくことによって各フレーズ同士の距離が再計算されるようにしたい。この音楽的特徴を MIDI ファイルから抽出するために、フリーウェアの MF2T [7] を MIDI ファイルをテキストに変換して音高列・On-note のタイミングを抽出し、音程列・調性などを計算する。

3.1 旋律およびリズムの類似度

音声認識や音楽情報検索の分野で用いられることのある Direct Pattern Matching という方法を用いた [8]。この手法は長さの異なる離散的な値の組同士の要素がいくつ一致するかをみるものである。図 9 にその概要を示す。図 9 の場合、類似度 = 5 として計算する。類似度に関する研究が平賀 [9]、Hewlett et al. [10] によりなされているので、今後これを参考にしてシステムを改良していきたい。

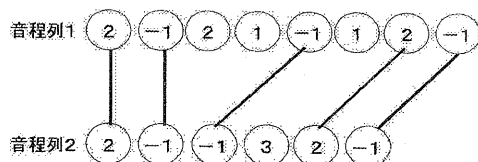


図 9: Direct Pattern Matching

3.1.1 調性の類似度

調性の類似度は、調性判定 + 近親調判定の 2 つの部分からなる。調性判定には吉野・阿部のアルゴリズムを用いた [11]。近親調は五度圏の考え方をを用いて計算するプログラムを構築した。調が同じ場合はそれらのフレーズの距離は 0、近親調の関係にある場合は距離 1、それ以外なら距離 2 として計算した。

3.2 フレーズの平面上への配置

各々の類似度を計算して多次元尺度法を用いて平面上に配置させた [12] [13]。これにより図 4 のように平面上にフレーズを類似度に従って配置させた。現時点では旋律線・リズム・調整の類似度を計算し、それらを統合したものと、各要素について別々に計算した結果によって配置させている。

4 予備実験

本実験においては Head et al. [14] のように仮説検証をしていきたい。この予備実験は本実験のデザインおよび仮説を立てるためのものである。ここで得られるプロトコルから本実験の設計を行う。

4.1 予備実験の構成

1. 空間表現による効果の調査：従来の時系列エディタと本システムで実装（する予定の）感覚エディタとのインタラクションの比較
 - 認知プロセスにどのような変化があったか？その要因は？
 - 作曲者のシステムの利用方法は？
 - システムは作曲者のメンタルスペースに同調することができたか？
 - 欲しい機能・いらない機能のフィードバックをしてもらう。
2. 言葉を曲タイトルおよび曲に付加したことによる効果：結び付けていない従来のような保存方法と、言葉を付加した場合との比較。
 - どちらのシステムの方が曲の想起が容易か？
 - 作曲者のシステムの利用方法は？

- 欲しい機能・いらない機能のフィードバックをしてもらう。

筆者が所属する研究室のメンバー 1 名を被験者として予備実験を行った。全部で 4 回の予備実験であり、実験条件は以下のように設定した。

- 被験者には事前に図 10 の画像を見せ、これに合うイメージの曲を作曲してもらった。
 - 使用したエディタ：Roland Cakewalk Audio Pro 9
1. 1 回目は従来のエディタのみを用いての作曲。
 2. 2 回目は筆者が提案する 2 つのシステムも併用しての作曲。
 3. 3 回目は 2 回目と同じ。
 4. 4 回目も 2 回目と同じ。

以上の条件で作曲してもらい、作業中の行動・発言をビデオ撮影およびメモを取ることで記録した。なお被験者は研究室の人間であるため筆者の研究内容について多少の知識があるためそれに影響されている部分があると考えられるが、今回は実験方法設計という目的もあるため研究室内の人間に予備実験の被験者となってもらった。

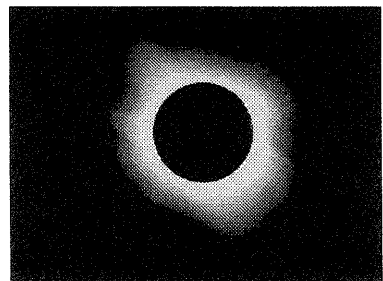


図 10: 課題として与えた画像

4.2 結果と考察

空間表現および言葉を付与するシステムを提示する前後で以下のようなインタラクションの変化が起こった。

1. 1次元的な時系列のエディタを用いた作曲では以下のような特徴が見られた。

- 音量調節などのミクロな作業が作曲の中心的作業。
- フレーズを展開していく意志は見せるが、実際の展開作業はない。
- フレーズのバリエーションを作りにくい。
- 1度作ったフレーズの変更作業に至らない。

空間表現を見せた後には以下のような特徴や効果が見られた。

- いくつかのフレーズのバリエーションを作る。
- それらをどのように組み合わせて楽曲を構成するかというマクロスコピックなフレーズの展開と、その部分に対するミクロな作業とが交互に現れるようになった。
- 時系列エディタで作成したフレーズ中に「全く同じフレーズ」が存在することを発見した。

しかし筆者が期待したような平面上でのフレーズオブジェクトの再配置は見られなかった。これは与えられた課題が「1曲を作ること」であったためではないかと考えられる。2曲以上のためのフレーズ群が導入されていくと再配置という行動が見られるのではないかと考えている。

2. 言葉を付与するシステムを導入する前後で以下のような違いが見られた。

- 導入前は「イメージと違う曲になってしまった」と述べていた。イメージに沿うように変更しようとする発言があったにも関わらず、前述のように1度作ったフレーズの変更には至らなかった。
- 導入後はイメージを保存しておけるため、それらのイメージの中から「どのフレーズを使うか？」と選択する場面が見られた。
- 被験者は「tsunagi」などのタイトルで保存していたため、このシステムなしで考えているときは「あれ、tsunagiの2だったかな？3だったかな？」と迷う発言があったが、システムを見ながら、またその場で聞きながら比較することでフレーズの把握がしやすくなった。

5 おわりに

本稿では現在筆者が修士課程において研究している内容について述べた。現段階までで行ったことは以下の内容である。

- 作曲支援環境の基本的方針立案
- 音楽的類似度計算と、その類似度に基づくフレーズ間距離の計算
- 距離に基づいてフレーズを平面上に配置
- 音楽ファイルに言葉を添付して保存するシステムの構築
- 予備実験

予備実験においては次のようなことが確認できた。

1. 空間表現を用いることでマクロな視点を手に入れることができる。

2. 空間表現および言葉を添付することでフレーズの把握・想起が容易になる。

現時点では定性的な分析であるが、この予備実験の結果をより詳細に定量的に分析し、さらに本実験の設計へとつなげていきたい。

参考文献

- [1] John S. GERO. Introduction: Creativity and design. In *ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CREATIVITY*, pp. 259–267. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 1994.
- [2] J.A Sloboda. *Composition and improvisation*, chapter 4, pp. 102–150. Oxford, 1985.
- [3] 田中吉史. 創造的認知過程としての作曲. 東京都立大学人文学部人文学報, Vol. 307, No. 41, pp. 51–71, 2000.
- [4] 梅本堯夫. 作曲の心理, 第6章, pp. 377–413. 誠信書房, 1972.
- [5] 杉本雅則. 複数他者の視点を可視化するシステムとその知的活動支援への応用に関する研究. PhD thesis, 東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻, 1994.
- [6] 阿部純一. 旋律はいかに処理されるか. 音楽と認知, 認知科学選書, 第12巻, pp. 41–68. 東京大学出版会, 1993.
- [7] Piet van Oostrum. Mf2t, 1995.
- [8] 柳瀬隆史. 演奏情報からの特徴抽出によるメロディ検索システム, 1999.
- [9] 平賀譲. 音楽認知のための知識表現. 音楽と認知, pp. 97–130. 東京大学出版会, 1993.
- [10] Walter B. Hewlett and Eleanor Selfridge-Field. *Melodic Similarity: Concepts, Procedures, and Applications*. MIT Press, 1998.
- [11] 吉野巖・阿部純一. 調性認識：メロディの調を解釈する計算モデル. コンピュータと音楽の世界, pp. 117–131. 共立出版, 1998.
- [12] 平間康介. 位置情報を持たない移動ロボットによる環境表現の獲得および利用法-ランドマークの見え方に基づく手法の提案, 2000.
- [13] 齋藤亮幸. 非計量的多次元尺度構成法（単相2元データ）, 第5章, pp. 70–86. 朝倉書店, 1983.
- [14] Yufei Yuan Milena Head, Norm Archer. World wide web navigation aid. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 53, pp. 301–330, 2000.