

らふおん：順序尺度楽器による初心者向け作曲支援システム

秋元 和久^{1,a)} 星野 准一²

概要：作曲の初期段階で旋律と伴奏の組み合わせを制作するためには、リアルタイム入力が可能かつ携帯性が高い作曲手段が有効である。この「伴奏と旋律の組み合わせ」を『音楽スケッチ』と定義する。本稿では、特別な知識や経験を持たない作曲・楽器初心者に向けて、リアルタイム入力が可能かつ携帯性が高い作曲手段として設計した『順序尺度楽器』を用いて自然な音楽スケッチを容易に入力できるシステムを提案する。また、提案システムをアプリとして実装し、一般公開での広範囲な利用実験により提案システムの評価を行い、作曲における提案システムの有効性を示した。

キーワード：作曲支援, 制作システム, リアルタイム, ポータブル

RoughON: Composition support system for novice by ordinal scale instruments

AKIMOTO KAZUHISA^{1,a)} HOSHINO JUNICHI²

Abstract: In order to produce a combination of melody and accompaniment in the early stages of composition, composition means which is capable of real time input and high portability is effective. This "combination of accompaniment and melody" is defined as "music sketch". In this paper, We propose a system which can easily input natural music sketch using 'Ordinal Scales Instrument' designed as a composition means which can real-time input and high portability, for novice who do not have special knowledge or experience. In addition, we implemented the proposed system as an application, evaluated the proposed system through extensive use experiments on the public, and showed the effectiveness of the proposed system in composition.

Keywords: making music, real-time, production system, portable

1. はじめに

近年、スマートフォンの作曲アプリや音楽投稿サイトが充実してきている [1][2][3][4][5]。手軽に作曲活動ができる環境が整ってくるに従い、作曲や楽器の初心者が作曲ツールを用いるユーザの一角を占めるようになってきている。本稿では、スマートフォン上で作曲や楽器の初心者支援する作曲システムの構築を目的とした提案を行う。音楽理論の知識や楽器演奏の技能を持たない作曲・楽器の初心者にとって作曲行為は敷居が高い。特に、自然な旋律と伴奏

を容易に演奏できない作曲・楽器初心者にとって、演奏伴奏を制作する・旋律と伴奏を調和させるといった、作曲の初期段階において「旋律と伴奏の組のような楽曲の原型(以後、音楽スケッチと呼ぶ)」を制作する行為は難易度が高い。音楽スケッチを制作する支援が可能な既存研究は多く存在するが [7][8][9]、人間とシステムが作曲を分担する割合の設定は困難を極め、システム側が作曲を分担する割合が大きすぎるとユーザが十分に自己表現を行えず、小さすぎると(人間側の割合が大きいと)作曲の難易度が高くなってしまふ [6]。また、アイデアをどこでも形にする上で携帯性も必要となる。

そこで本稿では、1) リズムや音高をユーザが意図した形に入力できるよう、一つの指(操作)につき一つの音を発

¹ 筑波大学大学院システム情報工学研究科, つくば市

² 筑波大学, つくば市

a) akimoto.kazuhisa@entcomp.esys.tsukuba.ac.jp

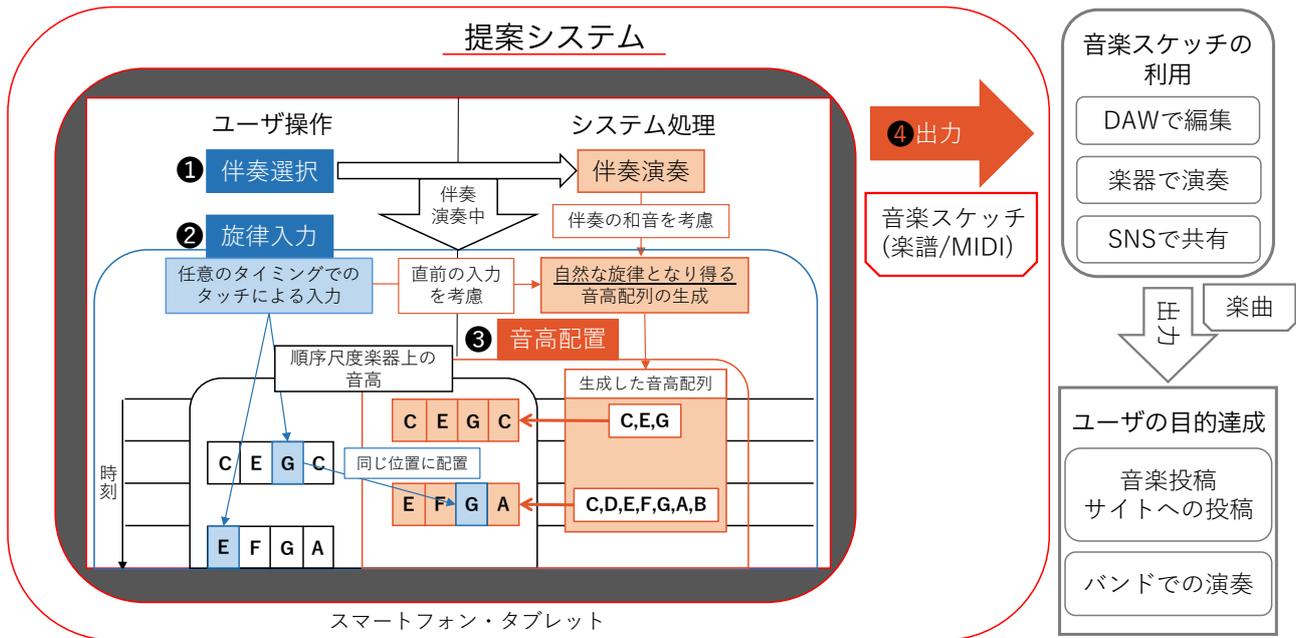


図 1 システム概要図
 Fig. 1 Outline of system.

生させる、2) 必要な練習量を最低限に抑えるため、多くの人が持つ相対音感に照らし合わせた音高配置をする、3) 狭い入力範囲でも自然な旋律を入力できる、という三つの設計要件を満たす『順序尺度楽器』を用いた作曲支援システムを提案する。具体的には、事前に選択した伴奏の自動演奏中にユーザが順序尺度楽器を用いて旋律をリアルタイム入力することで音楽スケッチを制作するシステムを構築する。このシステムにより、ユーザはリズムや音高といった旋律の構成要素を直接的に、かつ容易に入力することが可能となる。順序尺度楽器の実装にはスマートフォンを使用し、自然な旋律を入力できるように、伴奏や入力時点までの旋律と整合性がある音高のみを楽器(スマートフォンの画面)上に配置する。また楽譜と MIDI の出力を行い、楽器演奏や DTM との連携を可能にする。本稿では有用性を検証するために、提案システムを iPhone・Android アプリケーションとして一般公開し、広範囲な利用実験を行った。その結果について、「作曲難易度」、「自己表現の充分性」、「作曲支援の充分性」という三つの側面から検討する。

2. 関連研究

2.1 即興演奏支援システム

即興演奏とは作曲しながら演奏を行うことである。即興演奏はリアルタイム入力であり、制作した旋律や伴奏のフィードバックがすぐに得られる、リズムの入力が直感的で簡単であるという特徴を持つ。ただし、音楽的に自然になるよう作曲と演奏を同時にすることは難しく、その点を支援する研究が進められてきている。

2.1.1 既存楽器を用いた即興演奏支援システム

既存の楽器を用いた即興支援システム [11][12][13] は、ユーザが音楽的に自然な旋律あるいは伴奏をリアルタイムに入力できるシステムを備えている。Inspiration[11] はユーザにより入力された音楽的に不自然な音高を自然な音高へ補正して出力することで、自然な旋律と伴奏の入力を支援するシステムである。石田ら [12] は Inspiration で不必要な補正が生じていることを指摘し、旋律を時系列データと捉えて N-gram でモデル化することで不必要な補正を軽減した。

他に、伴奏のコード進行生成をも支援するシステムとして OtoComplete[13] がある。次の入力ステップで使用できる和音を可視化することで伴奏制作支援を行う。システムは鍵盤上に使用可能な和音を提示し、ユーザは提示された和音を鍵盤上で選択する。ただし、ism のように時系列を考慮した自然な旋律への補正が行われない。もし時系列を考慮すると、音高の提示時間が短くなり入力を妨げる。

以上のように、自然な旋律や伴奏の生成を補助する研究では、楽曲を時系列データとみなした特徴を取り入れている。

2.2 スマートフォンの即興演奏支援システム

スマートフォン向けの即興演奏システムでは、ユーザが好きな場所やタイミングで作曲ができる。その中でも、世界で最も有名な GarageBand(iOS 版)[3] には、和音の転回形やベース音、調に沿った音高をユーザが手軽に入力できるシステムが搭載されているため、作曲・楽器初心者が比較的容易に伴奏や旋律を作成することが可能である。しか

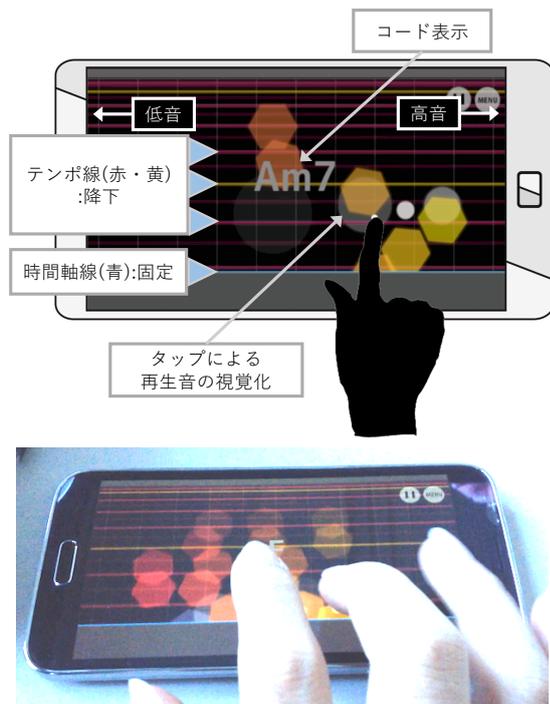


図 2 入力画面

Fig. 2 The screen to input.

し、繋げると不自然になる和音や、調に沿っているが旋律として不自然な音を入力することもできてしまう。提案システムでは、容易に自然な音楽スケッチを制作できるシステムを構築するため、あえて自由度を減らし、和音の繋がりをやすさを考慮した伴奏群を事前に作成してユーザーに選択させる。また、自然な旋律を構成する音のみを画面上に配置し、自然な旋律のみ入力可能とする。

3. システム概要

システム概要を図 1 に示し、提案システムの流れを図中の番号に沿って説明する。ユーザーは、1) 事前に用意された 12 種類の伴奏の中から 1 つを選択し、2) その自動演奏中に即興的に旋律をリアルタイム入力することで音楽スケッチを制作する。このときの入力画面を図 2 に示す。初見の伴奏に合わせてリアルタイム入力することは難しいため、簡易化するための機能として、テンポを表す線の表示、パーカッションの付加、再生音のクオンタイズを実装した。2) の最中には、システムが 3) 自然な旋律を構成する音高を生成しているため、ユーザーの入力は自然な旋律となる。生成する音高候補には、調とユーザーの直前の入力による制約を掛けている。旋律の入力後、入力した旋律を編集し、4) 音楽スケッチを楽譜や MIDI の形式で出力する。出力した画面を図 3 に示す。

3.1 順序尺度楽器の音高配置方法

順序尺度楽器の音高配置方法を図 4 に示す。音高候補は画面上にランダムに並べるのではなく、相対音感に沿うよ



図 3 カノンの音楽スケッチ出力画面

Fig. 3 The screen to make music sketch of Kanon.

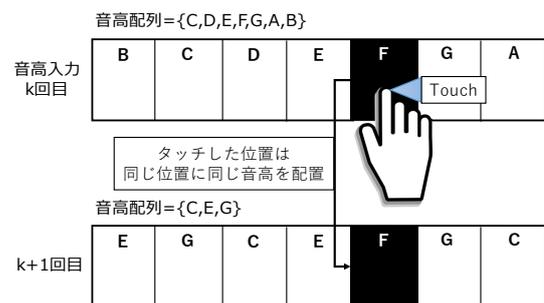


図 4 音高配置

Fig. 4 Placement of pitch.

うに、画面の横軸正方向に進むほど高い音、負方向に進むほど低い音になるよう並べた。また、同じ位置で入力し続ける限り、同じ音高が再生されるように、ユーザーが直前に入力した位置から音高を並べた。この音高配置は次のような i から始まる漸化式で定義できる。入力回数 k における、入力画面上の音高配列を $S^{(k)} = \{s_1^{(k)}, s_2^{(k)}, \dots, s_{|N|}^{(k)}\}$ 、使用可能な音高候補配列を $P^{(k)} = \{p_1^{(k)}, p_2^{(k)}, \dots, p_{|M|}^{(k)}\}$ とする。 $P^{(k+1)}$ は入力された音高 $s_i^{(k)}$ とコードに依存して生成される。そのとき、入力回数 $k+1$ 時点での音高配列 $S^{(k+1)}$ は次の通りとなる。

$$s_j^{k+1} = \begin{cases} s_i^k & (i = j) \\ \max_{m, s_{j+1}^{(k+1)} > p_m^{(k+1)}} p_m^{(k+1)} & (i > j) \\ \min_{m, s_{j-1}^{(k+1)} < p_m^{(k+1)}} p_m^{(k+1)} & (i < j). \end{cases} \quad (1)$$

4. 評価実験の結果と考察

システムをスマホアプリ「らふおん」として実装し、一般公開を行った。2017年1月27日現在、アプリのユニークユーザー数^{*1}は4300に到達している。また、累計の音楽スケッチ制作回数は1万を超え(内訳はMusicが9800, Chordが3500)、MIDI形式での累計出力回数は3300に及ぶ。さらに、現在でも毎日100回程度使用されている。

アプリをインストールし、5回以上音楽スケッチを制作したユーザーを被験者とし、アンケートを2回に分けて行っ

*1 重複ダウンロードをカウントしない真のユーザーの数

た。1 回目の被験者数は 46 人、2 回目の被験者数は 38 人である*2。ただし、一般公開によるアンケートのため、質問項目ごとに解答人数が異なっている。質問内容は、被験者の属性を尋ねる質問と、被験者がらふおんを使用して得たシステム評価を尋ねる質問の二種類に分類される。それぞれの質問方式は、質問内容によって選択肢・点数・自由解答を使い分けた。点数方式では、1 点刻みの 5 段階評価 (5 が非常に良い評価、1 が非常に悪い評価) とした。それぞれの質問を抜粋したものとその質問方法、被験者の中で解答が得られた人数を表 1 に示す。

表 1 質問抜粋

Table 1 Questions for evaluation.

質問内容	質問方法	解答者数
被験者の属性		
Q1. 作曲の経験はありますか	選択肢	84
Q2. 楽器を用いて作曲することはできますか	選択肢	84
システム評価		
Q3. 作曲の初期段階をサポートするアプリとしての評価をお答えください	点数	46
Q4. 他の作曲アプリを使った経験はありますか、あるとすれば本システムとどちらを使いたいと思われますか	選択肢	84
Q5. 本アプリの使用は作りたい曲の手がかりを見つける参考になりましたか、ありませんでしたか	点数	38
Q6. 作成した旋律を他の場で利用したいと思いましたか、思いませんでしたか	選択肢	37
Q7. リアルタイム入力は簡単でしたか、難しかったですか	点数	31
Q8. 音楽スケッチ (旋律と伴奏) を作り直すのは簡単でしたか、難しかったですか	点数	84
Q9. 音楽的に変だと思う部分はありましたか、ありませんでしたか	点数	31
Q10. 満足するメロディは作れましたか、作れませんでしたか	点数	38

4.1 被験者の属性

Q1,2 では被験者の作曲・楽器経験を尋ねた。作曲経験を訊く Q1 では、作曲未経験者・初心者が約 8 割を占めていた。楽器による作曲の難易度を問う Q2 については、約 4 割が楽器を用いた作曲は可能と解答したが、ほぼ全ての解答者が楽器を用いた作曲に難しさを感じていた。

*2 期間により分割した (1 回目:2016/10/7~2016/11/8, 2 回目:2016/11/25~2017/1/7)。この間に質問内容は変更したが、提案システムに大きな変更は加えていない。また、ほぼ同時刻かつ同じ内容の解答を二重解答として取り除いた

4.2 システム評価

次に、システム評価の質問から得られた結果を示す。システム評価の質問は、作曲支援システムとしての評価に関する質問:Q3-6, 提案システムの難易度に関する質問:Q7-10 の二つに大別される。

4.2.1 作曲支援の十分性に関するシステム評価

提案システムの目的である作曲の初期段階における全体的な支援の度合を問う Q3 は 5 段階の点数評価で 3.57 であり、平均値よりやや良い程度の評価が得られた。点数評価に比べ、自由記述では、「操作が直感的で簡単だった」という好意的な意見が多数得られた。具体的には、「伴奏の難しい部分を支援してくれている」、「入力に鍵盤を用いないので調を気にしないで入力できる」、「ゲーム感覚で作曲できる」といった解答があった。また、「一から作曲するのは難しいが、らふおんがあれば簡単に最初の一步を踏み出すことができる」との解答もあった。

Q4 では、らふおんと他の作曲アプリを比較してどちらを用いたかを問うた。全被験者 84 名中、他の作曲アプリを使用したことがあると解答した人数が 57 名であり、そのうち 79.7% に該当する 47 名が他の作曲アプリよりらふおんを使用したいと解答した。その理由として、Q3 と同様に、「他のアプリと比べて簡単で使い易い」、「操作が簡単」、「便利」という解答が数多くあった。また、「他のアプリは全自動で作曲を行うため作るという楽しみを阻害しているが、らふおんは作り手を程よくサポートしているため作曲を楽しめる」との解答もあり、着想を反映できる度合いが適切であるとする被験者も存在した。他に、「初めての作曲であり最初にベースになるもの (伴奏) が良かった」、「伴奏が役立つ」、「簡単に音を重ねることができる」といった事前伴奏選択機能に対する好意的な解答や、「感覚的である」、「知識がなくてもできる」といった作曲・楽器初心者にとって使い易いアプリであるという解答が得られた。

らふおんで音楽スケッチを制作することで楽曲の完成に近づいたかどうかを問う Q5 で行った点数評価では、平均値が 4.0 であり、概ね良い評価が得られた。この結果は、音楽スケッチが楽曲を完成させる原型として有用であることを示している。また、音楽スケッチを実際に利用したいかどうかを問う Q6 では、「思った」が 62.2% を占める 23 名、「思わなかった」が 37.8% を占める 14 名であった。思ったと解答した被験者の自由記述では、「自分の楽曲に生かす」、「ラジオ・ゲーム・動画の BGM に使う」、「友人と共有する」という様々な具体的な用途が記述されていた。自由解答の原文を表 2 に示す。

以上により、Q3, 4 では、提案システムが作曲の初期段階を支援するうえで有用であること、Q5,6 では、提案システムにより制作した音楽スケッチが、楽曲完成に向けた手助けの役割を担えることがそれぞれ示された。

表 2 Q6 の自由解答

Table 2 Answers for open-ended question in Q7.

解答
YouTube でボカロの曲として
ネットラジオのコーナー BGM
動画の主題歌
動画
自作ゲーム音楽に
YouTube や Twitter で自分の可能性を知ってもらいたい
ボーカロイドとアレンジして、動画 up
友達と共有
動画編集
投稿
DTM

4.2.2 作曲難易度に関するシステム評価

リアルタイム入力の難易度を尋ねる Q7 では、平均値は 3.03(標準偏差 1.30)であった。伴奏のテンポに合わせてリアルタイム入力する、即興的に旋律を入力することは音楽に携わった経験がない限り難易度が高いが、平均的な評価に落ち着いている。後述する Q10 における自由解答では、「伴奏の早さについていくことができなかった」、「リズムがうまく入力できない」という解答があった。

Q8 は、試行錯誤のしやすさについて評価するための質問である。点数評価を行ったところ、平均値は 2.64(標準偏差 1.05)と悪い値がついた。後述する Q12 における自由解答では編集機能を望む声が多く、伴奏と旋律の組み合わせをユーザが試行錯誤し評価するプロセスの中には、旋律を一から作り直すこと以外にも、制作した旋律を編集することも重要な作業として含まれることが明らかになった。

Q9 は伴奏や旋律から調性を感じられるかどうか、旋律の生成アルゴリズムがうまく働いたかどうかを尋ねる質問である。平均値は 3.36、標準偏差は 1.39 と平均的な値が出た。対象ユーザが作曲・楽器初心者でありそもそも自然な旋律の制作が難しいことや、ある複数の音が調和しているとみなすかどうかは個人差があることを考慮すると、やや低い許容範囲内の値であると考えられる。

操作や機能の面で制作を阻害していないかどうかを確認するため、Q10 では旋律の満足度を訊いた。その結果、「もう少し練習すれば(満足する旋律を)作れそうだった」が 43.4%、「作れた」が 4.3%、「かなり練習すれば作れそうだった」が 45.7%、「今後も作れそうにない」が 2.2%となった。音楽スケッチの制作を阻害しているものとして、「思いついた旋律を入力できない」という解答があった。これは、画面上の音高配置が入力毎に変化し、入力したい音と実際に出力される音が一致しない場合があることが原因である。

4.2.1 節により「作曲支援の十分性」を満たしているこ

とが明らかになり、Q4 では着想を反映できる度合いという意味で「自己表現の十分性」を満たしていることが示された。一方で、「作曲難易度」「自己表現の十分性」に関して、Q8 Q10 の結果から、ユーザの理想の形を完璧に入力する、編集により理想の形に近づける機能が不十分であることが判明した。

5. 結論

本稿では、スマートフォン上で動作する、作曲・楽器初心者リアルタイム入力によってリードシートを制作するシステムを提案した。また、提案システムをスマホアプリ「らふおん」として実装・一般公開し、評価を行った。その結果、被験者は伴奏から楽曲を制作することに好意的な反応を見せ、37 名中 23 名の被験者は制作した音楽スケッチを別の場で活かしたいと解答し、その場として様々な自由解答が得られた。また、音楽スケッチは楽曲を完成させるための中間生成物として適切であり、音楽スケッチ制作システムは作曲プロセスの第一歩を支援する役割を果たしていることが示され、「作曲支援の十分性」を満たしていることが明らかになった。「自己表現の十分性」の面では提案システムが自己表現のうえで適切であるとの意見が得られたが、リアルタイム入力の難易度や音楽的に調性があるかどうかなど平均的な評価がついた項目や、旋律制作の試行錯誤の難易度という悪い評価がついた項目などの「作曲難易度」「自己表現の十分性」について改善が必要である。

また、一般公開によるアンケートにより広範囲な実験を行ったため、多くの被験者を得ることができたが、被験者の詳細な操作を確認できない、被験者が提案システムで制作した音楽スケッチを利用したかどうかを確認できないなどの課題が発生した。今後、操作履歴を取得すると共に、提案システムを高い頻度で使用しているユーザに対し、より詳細な調査を行う予定である。また、自己表現の十分性について質問項目を増やし、より信頼性のある検証を行う。

参考文献

- [1] C. Christopher. "The YouTube effect: How YouTube has provided new ways to consume, create, and share music," International Journal of Education & the Arts, vol.12, no.6, pp.1-30, 2011.
- [2] Jefferson Graham, "Who's listening to SoundCloud? 200 million," USA Today, <http://www.usatoday.com/story/tech/columnist/talkingtech/2013/07/17/whos-listening-to-soundcloud-200-million/2521363/>, July 2013.
- [3] "Garage Band," Apple Computer, <http://www.apple.com/jp/ilife/garageband/>, 2011.
- [4] "Music Memo," Apple Computer, <http://www.apple.com/jp/music-memos/>, 2016.
- [5] "Chordbot," Contrasonic AB, <http://chordbot.com/>, 2010.
- [6] 深山覚, 後藤真孝. "音楽を軸に広がる情報科学: 4. 音楽とコンテンツ生成." 会誌「情報処理」Vol.57 No.6 p.516-518.

2016

- [7] CZA. Huang, D. Duvenaud, KZ. Gajos, "Chordripple: Recommending chords to help novice composers go beyond the ordinary," Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces, pp.241-250, 2016.
- [8] I. Simon, D. Morris, and S. Basu, "MySong: automatic accompaniment generation for vocal melodies," Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.725-734, 2008.
- [9] A. Papadopoulos, P. Roy, and F. Pachet. "Assisted Lead Sheet Composition Using FlowComposer," International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming, pp. 769-785, 2016.
- [10] 徳丸正孝, 大竹孝昌, 村中徳明, 今西茂, "音楽で「遊ぶ」ことを目的とした作曲システムの構築に関する検討," 感性工学研究論文集, vol.5, no.4, pp.45-52, 2005.
- [11] A.Yatsui, H.Katayose, "An accommodating piano which augments intention of inexperienced players," Entertainment Computing, vol.112, p. 249-256, 2003.
- [12] T. Kitahara, K. Ishida, M. Takeda, "ism: improvisation supporting systems with melody correction and key vibration," International Conference on Entertainment Computing, pp.315-327, 2005. DOI: 10.1007/11558651_31
- [13] 村岡眞伍, 甲藤二郎, "確率モデルに基づく候補提案型鍵盤楽器システム," 第 77 回全国大会講演論文集, vol.2015, no.1, pp.415-416, 2015.