

カメラ画像による楽譜認識を用いた演奏メディアの提案 —紙楽譜を直接演奏できる音楽インタフェース onNote の開発と公開—

1. 背景

様々なタンジブル音楽インタフェースが提案され、音楽を創る行為は特別な知識を持った人だけでなく、様々な人が楽しめるものとなった。しかし、これまでのタンジブル音楽インタフェースはインタフェースとなる物理的な素材と、インタジブルな情報としての音楽に視覚的な意味のつながりが薄く、直観的な操作という点から考えれば十分なインタフェースということではできなかった。

2. 目的

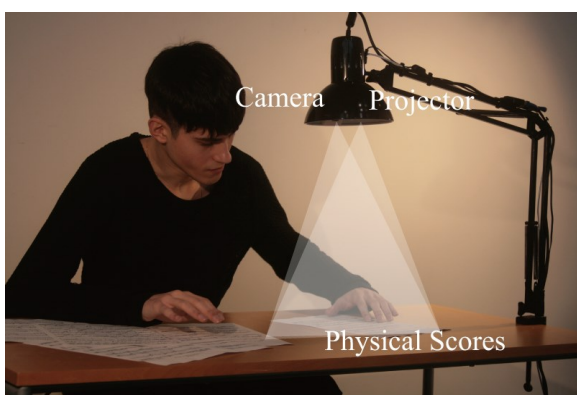


図 1 : onNote

本プロジェクトでは、音楽が記号として記録された楽譜に着目し、紙楽譜を直接演奏できる音楽インタフェース、onNote (図 1) の開発と公開を行う。onNote を用いてユーザは、紙楽譜を動かす、並べる、重ねるなど様々な方法で紙楽譜を演奏することが出来る。システムでは、カメラから楽譜データベースを用いた独自の楽譜画像検索を用いて楽譜を認識する。この認識では、

楽譜の種類と位置姿勢の認識を行うことが出来き、この情報をもとに楽譜に合わせた音の生成とプロジェクションによる情報のフィードバックを行う。このシステムを生かして、紙を扱う自然な行為を積極的に取り入れた演奏手法を提案し、onNote を新しい音楽創作活動のプラットフォームとすることを目的とする。

3. 開発の内容

このような目的のために本プロジェクトでは、独自の楽譜画像検索を用いて楽譜に応じた音を生成し、プロジェクションによって視覚的にフィードバックを行うシステムの開発および、システムを用いた紙楽譜の演奏手法の提案を行い、ソフトウェアの公開に向けた開発に取り組んだ。以下で、onNote の開発、演奏手法の提案、システム演奏方法の評価、ソフトウェアの公開の順で詳細を述べる。

3.1 onNote の開発

onNote で、ユーザは紙の楽譜をカメラの前にかざし自由に動かして演奏を行う。このような場合、既存の楽譜認識では、カメラから楽譜を認識することが難しい。そこで本システムでは、文章画像検索手法である LLAH (Locally Likely Arrangement

Hashing) を応用した楽譜画像検索を用いて図 2 のような処理を行う。この楽譜画像検索では、楽譜の特定と位置姿勢の認識を行える。予め、楽譜の xy 座標に MIDI の時間軸がスケーリングされ割り当てられたデータベースが用意してあるため、システムでは、楽譜に合わせた音の生成と、プロジェクションによる必要情報のビジュアライジングを行うことができる。

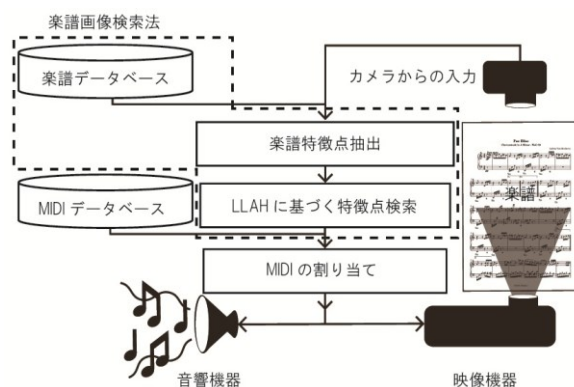


図 2：システム全体像



図 3：楽譜特徴点抽出

LLAH では、まず、文章画像から特徴点と呼ばれる点を抽出し、抽出された各々の特徴点をその近傍の特徴点の幾何学的な配置に持ちづいてデータベースから検索し、その結果から文章画像を特定する。

本システムで用いている楽譜画像検索は、LLAH の特徴点抽出処理を楽譜に特化させたものである。楽譜から特徴点を抽出する手法は具体的には図 3 のように入力画像をグレースケールに変換、ガウシアンフィルタでぼかし、適性 2 値化で画像の濃く残った部分だけを抽出し、その重心を特徴点とする処理を施す。

3.2 演奏手法の提案

上記のように設計したシステムを用いて、4 つの演奏手法を開発した。

3.2.1 Playing Music Like A DJ

この演奏手法でユーザは、楽譜を動かすことで曲のスピードや演奏方向を自由にコントロールすることができる。ポインタはレコード針の役割を果たしており、ポインティングされた個所の音を演奏することができる。ポインタは音に合わせて形が変化する。

3.2.2 Sound Tracing by Fingers

この演奏手法では、ユーザは楽譜をなぞることで、指でなぞった音楽を自由に演奏することができる。この時システムでは、ポインタの代わりに指に付けられたマーカの位置を認識し楽譜の位置を音楽の割り当てを行っている。

3.2.3 Music Effector by Moving Scores

この演奏手法では、楽譜をカメラにかざすと楽譜の音楽が流れだし、楽譜を上下回転させることでその曲にエフェクトをかけることができる。システムでは、MIDIを用いているため、ユーザはMIDIの任意のパラメータを楽譜の動きに割り当てることが出来る。

3.2.4 Music Composition by Arranging Score Pieces

この演奏手法では、楽譜のピースを組み合わせたたり、その配置を変えることで、簡単にマッシュアップを作ることが出来る。本システムは、特徴点の配置から複数枚の楽譜を同時に認識することができるという特徴があり、この演奏法は、その長所を生かしたものである。また、音楽教育ツールの応用として、複数のピースの中を並べることで、元の楽譜を探索するパズルゲームも実装した。

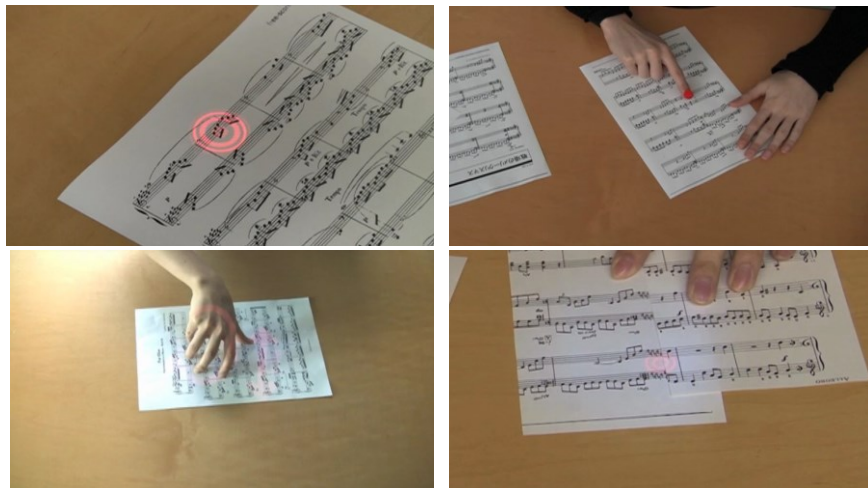


図 4 : 4つの演奏手法(左上: Playing Music Like A DJ、右上: Sound Tracing by Fingers、左下: Music Effector by Moving Scores、右下: Music Composition by Arranging Score Pieces)

3.3 システム、演奏方法の評価

本プロジェクトでは、システム、演奏方法の実装と並行してそれらの評価を行いながら開発を進めた。システムの評価では、任意の101枚の楽譜をデータベースに登録し、提案する楽譜画像検索を、識別性、処理速度、カメラ位置に対するロバスト性の観点から評価実験をおこなった。結果、提案した手法は、ある程度識別性が高くリアルタイムに楽譜をデータベースから検索できる方法であり、カメラ位置に対してもロバスト性の高い方法であることが分かった。しかし、一枚の楽譜に対して複数枚の検索結果が得られるなど問題も把握できた。

また、XD展という大学の制作発表展などで対外的に発表を行い、提案する演奏手法に関して評価を行った。多くの方から楽譜を直接演奏することに対して直観的でわかりやすいという感想をいただいた。また、初心者が音楽を学ぶための教育ツールとしても開発してほしいなどのコメントをいただき、今後のonNoteの開発の方向

性を広げることができた。

3.5 ソフトウェアの公開

最後に本プロジェクトでは、多くの人に onNote を体験してもらい、今後多くのフィードバックを得ながら開発を行うために onNote を Web で公開した。Web での公開に際して、ソフトウェアのデバイス依存や OS 依存の解消に取り組んだ。また、ソフトウェア、ハードウェアの詳細なセットアップを公開し、onNote を用いたパフォーマンスを公開することで誰でもソフトウェアを使うことができるようにした。さらに、SNS を利用し、ユーザからのフィードバックを得やすくなる工夫をした。

4. 従来の技術（または機能）との相違

onNote は、紙楽譜を直接インターフェイスとして用いたタンジブル音楽インタフェースである。これまで reactable をはじめとする様々なタンジブル音楽インタフェースが提案されてきたが、これらはインタフェースとなる物理的素材とそれから生成される音楽の間に視覚的な関連性が少なく、直観的な操作という面で問題があった。これに対して onNote では、音楽が記号化された楽譜を直接演奏に用い、紙を扱う自然な行為を演奏に積極的に取り入れることで直観性を上げるアプローチをとっている。また、onNote はカメラから楽譜認識を行うために、独自の楽譜画像検索を提案している。既存の楽譜認識はカメラからの認識に適しておらず、楽譜の画像検索は現在まで存在しなかった。この楽譜画像検索を用いることで、本システムは紙楽譜と音楽をシームレスに繋ぐことに成功した。

5. 期待される効果

onNote では、紙楽譜の操作性を生かした様々な演奏手法で直観的に音楽を演奏することができたため、新たな音楽創作活動のプラットフォームとなると考えられる。さらに、紙の楽譜は私たちにとって身近な素材であるため、楽譜を学ぶときの教育ツールなど多様な応用も考えられる。

また、一般的に楽譜から音を想像することは難しく、楽譜が読めない人にとって onNote は非常に価値があるためアート作品としても開発することができると考える。

6. 普及（または活用）の見通し

音楽創作活動のプラットフォームとして普及させるには、より多様な演奏が行えるようにシステムを拡張することやデータベースを自動生成する方法の導入や、大規模な楽譜データベース企業などと連帯して構築するなどに取り組むことが必要であると考える。

教育ツールなど他の目的への応用では、実際に教育の現場などで使ってもらいフィードバックを得ながら開発するなどドメインに特化した開発を行うことが必要で

あると考える。

アート作品としては、筆者が展示会など発表を行っていく。

7. クリエータ名（所属）

山本祐介（慶應義塾大学）