

山本祐介 / ヤマモトユウスケ
政策・メディア研究科
エクステザインプログラム
寛康明研究室
修士課程2年

2011年度森泰吉郎記念研究振興基金「研究育成費」 研究成果報告書
onNote: 紙楽譜を用いた演奏システム



onNote

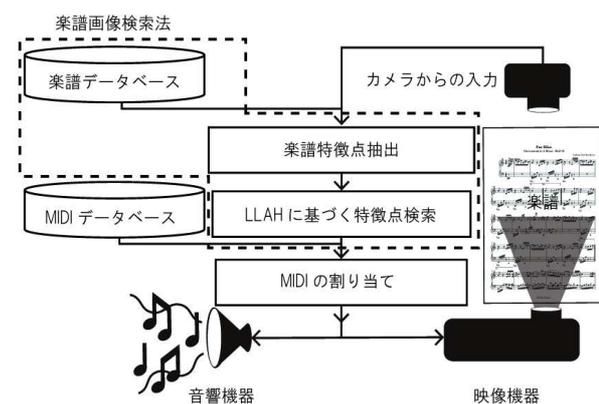
概要

2011年度森泰吉郎記念研究振興基金「研究育成費」の支援を受け、本研究では、紙楽譜を用いた演奏インタフェース onNoteの演奏手法の改良と公開を行った。我々は、カメラに対して紙の楽譜を化ざし、動かすことで、その楽譜の種類や位置姿勢に応じた音楽を演奏できるインタラクティブシステム onNoteを開発している。システムの実装に向けて LLLA(Local Lukely Arrangement Hashing)を応用し、マーカ等と添付しない紙楽譜に対して、種類や姿勢をリアルタイムに検出するための画像処理手法を提案し、楽譜上でポインティングされた点と音との対応付けを可能にした。本稿では、システムの概要を述べると共に、今学期行ったシステムの改良と、ソフトウェアの公開に関して述べる。

はじめに

現在まで、デジタル技術を用いた様々なタンジブル音楽メディアの提案がされてきた[1]。これらのメディアは特別な教育を受けた人のみならず多くの人が音楽を創ることができるプラットフォームとして価値がある。しかし、既存のメディアは、記録された情報としての音楽と、それを記録する媒体となる物理素材の間に明確な関連性がなく、直観的な操作という面で考えれば、十分なインターフェイスといえなかった。そこで本研究では、マーカレスの紙楽譜を直接演奏することができる直観的な演奏システム onNoteを提案している。onNote では音が視覚化された物理媒体として紙楽譜に着目し、演奏に紙を扱う自然な行為を取り入れることで直観性の高いシステムを目指している。現在 onNote では、カメラ画像からデータベースを用いた楽譜画像検索を行い、楽譜の種類や位置姿勢を認識し、楽譜に音を対応付けている。ユーザは、カメラに楽譜をかざし、スライドさせることで、好きな速度で好きな位置の音楽を演奏するといったことが可能である。onNote では、楽譜を直接手で触れたり、動かしたりすることで演奏を行う。そのため onNote での楽譜認識は、楽譜の一部の画像からでも楽譜を認識でき、楽譜のカメラに対する位置姿勢に対してロバストである必要があ

る。そこで、現在は点画像検索法LLAH[2]を応用した、独自の楽譜画像検索を用い、図のようなシステムと構成となっている。



システム構成

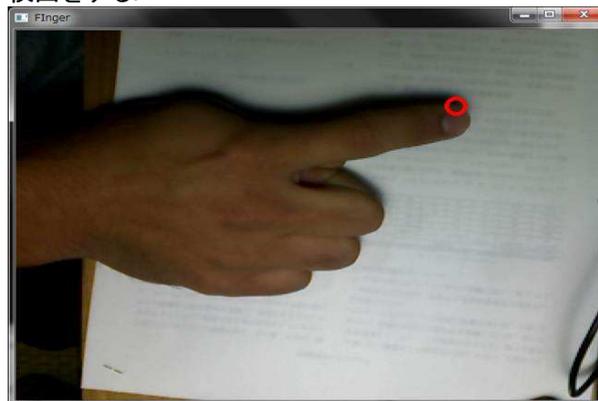
この楽譜画像検索法では、カメラ画像からデータベースの楽譜画像を検索し、楽譜の特定と、カメラに対する位置姿勢の算出をリアルタイムに行うことができる。予め、データベースに登録された楽譜画像の座標に対してMIDIの時間軸を割り当てているため、システムでは、それらの情報をもとに音楽の生成とプロジェクションによる必要情報のフィードバックを行う。LLAHは、点の集合画像を点の幾何学的な配置をもとにデータベースから検索する手法である。この点のことを特徴点という。本研究では、LLAHのアルゴリズムを用いるために、楽譜から安定して特徴点を抽出する処理を提案している。これまでに、提案システムを用いたいくつかの演奏手を提案し[3][5]、提案する楽譜画像検索手法に関して、評価実験を行い[4]、数人のユーザを対象に怪異的なユーザ評価を行った。今学期は、より直観的なインタラクション環境のためのシステム改良と、ソフトウェアの公開、ORFでの展示を通して改良したユーザ評価を行った。

システムの改良

展示会、学会を通して演奏手法に関して、楽譜画像検索に関して、システムの応用先に関して多くの意見をもらった。ユーザの反応の中で、指でなぞる演奏手法のデモの際に、赤いマニキュアを塗った女性はマーカを使わず直接楽譜をなぞる姿に着目した。このとき、ユーザと楽譜の関係性の中にコンピュータが介在しないことからより直観的なインタラクション環境が構築されていると考える。そこでより直観的なインタラクションを可能にするために、マーカレスの指認識に取り組む。また、演奏速度に関しても直観性を上げる手段と考えるため、改善に取り組んだ。

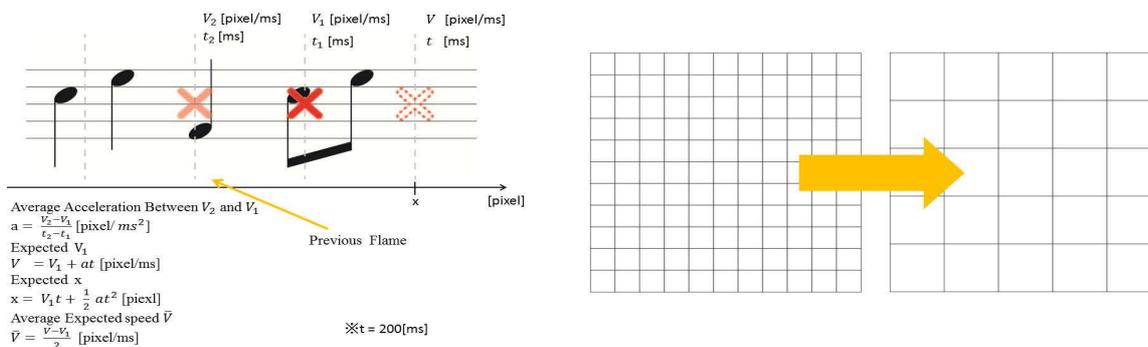
・マーカレス指認識

はじめに、肌色の領域を抽出し、手の輪郭を求め、凹凸を計算し、指が一本検出されている場合に指先の座標の位置検出をする。



・演奏速度の向上

演奏速度向上のため、指のトラッキング、評価実験[4]に基づいたLLAHのパラメータの調整、登録・検索画像の解像度を検討した。



Webを通したソフトウェアの公開

より多くのフィードバックを得ながら開発を行うため、7月30日、onNoteのwebサイト[6]でソフトウェアの公開を行った。サイトの公開に当たり、下記の取り組みを行った。

- ・英語のページを用意
- ・詳細なセットアップの説明
- ・ソフトウェアのデバイス依存の解消(カメラ・PC)
- ・onNoteの紹介動画作成
- ・onNoteを用いたパフォーマンスの紹介
- ・twitterでユーザ間の情報共有
- ・Google analyticsを用いたアクセス解析

今後は開発と共にソフトウェアをアップデートしていく。また、ダウンロード数、訪問者などという詳しい情報を解析し、開発に生かしていく。

ORFでのユーザフィードバックと考察

ORFでは、マーカレスでの指認識を導入し、外観上コンピュータがインタラクションに介在しない環境を実現した。これまでになかった主なユーザフィードバックを表にまとめてみた。



ユーザフィードバック	コンピュータが見えなくなってしまうと何かが物足りない	カメラの認識している範囲が分からない	展示の時は特殊な紙や、インク紙を使った方がより良くなるかもしれない
考察	振動スピーカーを使って触覚フィードバックや速度の検討を行う	スポットライトなどを使ってカメラの認識している範囲を示すなどの改善を行う	紙の色や素材に合わせてインタラクションも今後検討する。

おわりに

演奏速度の改善が不十分であるため、今後はハードウェアの見直しも含めて速度改善に集中して取り組む。また、現在の楽譜画像検索の改良、楽譜の幾何学的な変形の認識、手書き情報お認識の導入などの発展的な画像処理の提案、システム・演奏手法の提案、それに合わせたシステムの拡張、楽譜の大規模データベースの作成などwebによる共有環境の構築に取り組む、同時にパフォーマンスや展示など、アウトプットを行っていく。

今学期の研究成果

- 山本祐介, 内山英昭, 筧康明, “onNote における紙楽譜をインタフェースとした演奏手法”, 第16回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2011年9月. (oral)

参考文献

- [1]Jorda, S., Geiger, G., Alonso, M., and Kaltensbrunner, M. 2007. reactable: Exploring the synergy between live music performance and tabletop interface. In Proceedings of TEI '07, ACM Press, 139-146.
- [2]中居知弘, 廣瀬浩一, 岩村雅一: “処理速度とメモリ効率の改善された LLAH によるカメラベース文章画像検索法”, 画像の認識・理解シンポジウム論文集, pp. 1252- 1259 (2008).
- [3]山本祐介, 内山英昭, 筧康明: “onNote: カメラ画像による紙楽譜認識を用いた演奏メディア”, 情報処理学会, インタラクシオン 2011(2011).
- [4]山本祐介, 内山英昭, 筧康明: “紙楽譜を用いた演奏メディア onNote のためのマーカレス楽譜認識の提案”, 情報処理学会, EC研究会.
- [5]山本祐介, 内山英昭, 筧康明, “onNote における紙楽譜をインタフェースとした演奏手法”, 第16回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2011年9月. (oral)
- [6]onNoteHP <http://www.onnote.org/>