

# B-ヴァイオリン：ヴァイオリン演奏初心者の ボウイングスキル習得のための支援システム

竹本 拓真<sup>1,a)</sup> 馬場 隆<sup>1</sup> 片寄 晴弘<sup>1</sup>

**概要：**ヴァイオリンにおいてボウイングは、初心者にとって習得が困難な演奏スキルである。本発表では、ボウイングスキルに関連するものとして、ジェスチャライゼーションと弓圧の操作情報を抽出し、それらを視覚的・聴覚的に教示することで、ヴァイオリン演奏のスキル習得を支援するシステムについて紹介する。

## B-Violin : Bowing skill support system for Violin playing novice

TAKEMOTO TAKUMA<sup>1,a)</sup> BABA TAKASHI<sup>1</sup> KATAYOSE HARUHIRO<sup>1</sup>

**Abstract:** It is difficult for violin beginners to learn bowing skills. We introduce a support system to learn them. It extracts information of gestures of a violin player and bow pressure, and teach him/her these information visually and aurally.

### 1. はじめに

ヴァイオリンは擦弦楽器の一種である。奏者は通常、左手の指で弦を抑えることによりピッチを、右手に持った弓で擦弦することにより音量と音色を、それぞれ制御する。ヴァイオリンの練習を行う際に重要となるのは、左手では音感の養成であり、右手ではボウイングスキル(運弓法)である。ボウイングについては、奏者は様々な技法を同時に制御する必要があるのだが、それぞれの技法が複雑に絡み合っているため、初心者がこれら全てに対して傾注することは困難である。しかし、伝統的な口頭によるヴァイオリンのレッスンは教師のヒューリスティクスに拠るところが大きく、ボウイングの物理的特性を考慮に入れた科学的な練習法は未だ確立されていない。教師によっては鏡を使用し、言葉だけでなく可視化によるフィードバックを加えるなど、マルチモダリティな教示方法の検討が行われている。本研究の目的は、ヴァイオリン初心者のためのボウイングスキル習得支援システム「B-ヴァイオリン」

の開発である。各種センサを取り付けた独自のヴァイオリン型デバイスを製作して、ボウイングの様々な動きをパラメータ化し、奏者に対し視覚的・聴覚的に複数のコミュニケーションモードを使用したフィードバックを与えることでより効果的なボウイングスキルの習得を可能にするマルチモダリティな支援システムを提案する。

### 2. 関連研究

#### 2.1 i-Maestro

i-Maestro[1]とは、楽器の学習と教育を支援するマルチモーダルインターフェースの発展を目的として研究されており、主にヴァイオリンとチェロを焦点に当てて開発されている。VICON 8i optical 3D モーションキャプチャ技術を使用し、誤差±0.02mmでマーカの位置を3次元で捉えることができ、奏者・楽器に取り付けたマーカの動きから、ジェスチャライゼーションを抽出し、視覚的・聴覚的にフィードバックするマルチモーダルインターフェースを利用した支援システムである。これは、PC上の仮想空間にリアルタイムでマーカ情報を反映させることができ、3D表示によるフィードバックや弓の位置のずれに応じたノイズの付加によるフィードバックを行うことが可能である。しか

<sup>1</sup> 関西学院大学  
Kwansei Gakuin University  
<sup>a)</sup> takumarakan@kwansei.ac.jp

し、マーカの位置情報からパラメータを抽出しているの  
で、ボウイングスキルにおいて重要である弓圧をとらえる  
ことができていない。また、このシステムは12台の赤外線  
カメラや FireWire カメラの設置など、大掛かりな設備  
が必要であり、一般的な練習では使用困難である。

### 3. B-ヴァイオリン

ボウイングスキルにはジェスチャライゼーション以外  
に弓圧も重要であると考え、本研究ではジェスチャライ  
ゼーションと弓圧両方を抽出する。ジェスチャライゼー  
ションには複数のパラメータが存在し、ここでは弓の速  
さ・加速度・傾き・角度・位置とする。各パラメータ  
の計測には、位置センサ及び圧力センサを使用する。  
ヴァイオリンのボウイングモーションを計測する為  
には、様々なセンサを取り付けなければならない。し  
かし、楽器に様々なセンサを取り付けると楽器を傷  
つけてしまう可能性や演奏に干渉してしまう可能性  
がある。そこで各パラメータ抽出に特化した専用  
のデバイスを製作することで、この問題を解決する。  
実際のヴァイオリンとの違和感を最小限に押さえる  
ため、ヴァイオリンに類似した形状で、弓と弦の部  
分にセンサを使用している。

#### 3.1 本体内蔵マイコン

各センサからの情報はヴァイオリン本体内部に組み  
込まれているマイコンにより処理されている。今回10  
bit 高速AD変換やBluetooth通信を行うことが  
できるPICマイコンのPIC24FJ64GB002を使用す  
る。CPU32MHzで動作し、各センサからの電圧値  
をAD変換し、Bluetooth通信によりPCに送信す  
る。

#### 3.2 弓

カーボン抵抗を使用し、ジェスチャライゼーション  
を抽出する。弓の毛の部分にカーボン抵抗に変更す  
る。毛以外の部分はそのまま使用する。各弦の接  
触部分を針金で製作し、弦に接することで電流が  
流れる構造になっている。弓が弦に接触している  
際の電圧値を計測することで、弓の位置を計測す  
ることができる。一定時間の電圧値の変位を計測  
することで移動速度を計測することができ、移動速  
度を微分することで、加速度を求めることが可能  
である。また、弓の角度を測定するために、カー  
ボン抵抗を平行に2列用意し、2列のカーボン抵  
抗に流れる電流の電圧差を計測する。それに加え  
、2列のカーボン抵抗のいずれかしか接していな  
い場合傾きの判断ができる。このカーボン抵抗製  
の弓を使用することで、弓の速さ・加速度・角  
度・傾き・位置を同時にとらえることが可能であ  
る。

#### 3.3 弓圧・位置

弓圧の計測に圧力センサを使用する。弓圧の計測  
には弓

の張力を計測することで測定できるが、弓に張力  
センサなどを取り付けてしまうと、センサの重量  
によって弓の重心がずれてしまい、実際のボウ  
イングと異なったノイズが混ざる危険性がある。  
そこで、各弦の直下にそれぞれ圧力センサを取  
り付け、弦がどれだけの圧力で弓に抑えられて  
いるか計測することで、弓圧の計測を行っている。  
また、各弦の圧力センサに加え、弦に対して垂  
直方向に横断させるように2本の圧力センサを取  
り付ける。この2本の圧力センサの計測値から、  
弓と弦が接触している位置を特定する。

#### 3.4 弦

カーボン抵抗を使用し、押さえている位置を計  
測する。これによりピッチ指定を行うことが可  
能になる。金属板とカーボンシートに絶縁層を  
はさむ。これにより無負荷の場合、金属板と  
カーボンシートの間になぜか隙間が生じ電気が  
通さないが、負荷をかけることでその部分が  
接触し、位置に応じた電流が流れる。その電  
圧値を計測することで押さえている位置を特  
定することができる。

### 4. 実装結果

専用のデバイスを製作し、各パラメータ抽出  
方法の有効性を検討する。弓のセンサでは弓  
の速さ・加速度・傾き・角度・位置の抽出を  
計画していた。弓の速さ・加速度・傾き・位  
置を1025段階で計測を行い、誤差±2前後  
の測定が行われており、問題なくパラメータ  
抽出可能であると判断する。しかし、センサ  
が自作のため、安定性がなく、細かい変異  
をとらえる必要のある弓の角度をとらえる  
ことができなかった。弓圧に関して、各  
センサの計測が問題なく行われており、  
圧力センサによる弓圧の計測が正常に行  
われていると判断する。

### 5. 今後の課題

現在デバイス部分の製作を行っており、弓  
の角度以外のパラメータは取得可能であ  
ると判断している。弓の角度に関して  
はどのように取得するか現在検討中であ  
る。デバイス部分は、現在試作段階で  
あり、センサを殆ど自作している。よ  
り安定させるため、既製部品や3D  
プリンタなどの使用も検討している。  
その後ユーザへのフィードバック部  
分の実装を進めなければならない。  
フィードバック部分はMax/MSP  
を使用し、視覚的・聴覚的に情報を  
提示する予定である。

#### 参考文献

- [1] kia Ng, "3D Augmented Mirror: A Multimodal Interface for String Instrument Learning and Teaching with Gesture Support", ACM, 2007
- [2] Suguru Goto, "Virtual Musical Instruments: Technological Aspects and Interactive Performance Issues", IRCAM, 2005