

ギター演奏運動を評価するウェアラブルインターフェースの研究

浅野 貴史[†] 松下 宗一郎[‡]

東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科[†] 東京工科大学 コンピュータサイエンス学部[‡]

1. 概要

人前で楽器演奏を行う場合には、演奏者は身体運動に集中する必要があるが、運動への集中状態には大きく分けて二種類のパターンがあるものと考えられる。一つは、リズムや強弱といった楽器演奏運動を特徴づける要素のうち、1つだけに集中するパターン(以下、一点集中と呼ぶ)であり、もう一つは他の演奏者と合わせる等、複数のことにバランスよく集中力を向けるパターン(以下、分散集中と呼ぶ)である。例えばギター演奏における熟練者はバンドでの演奏中において、周りと合わせながら分散集中を行いながら、音楽性の発現に注力することができる一方で、初心者にはこのようなことは困難である。

ギター演奏における手の運動は、弦を弾く利き手側(右利きにおける右手)の運動と、特定の場所を手指で押さえることで音程を決定する非利き手側の運動とから構成されている。そして、本研究では音楽性に大きな影響を与える要素である音の強弱とリズムの決定において、主体的な役割を果たす利き手側の運動に着目することとした。ここで、バンド演奏にて多用されているエレキギターでは、音響に関わる電子回路の特性により、音響のみによる演奏運動の評価は困難である。そこで、利き手側の手首ひねり運動からギター演奏熟練度を推定する手法が岩瀬らによって提案されている[1]。一方、利き手側の運動では、奏者により異なる軸周りの回転が生じる可能性があるため、3軸角速度による評価が必要であると思われる。また、初心者が正しくギターを弾く運動を行うことは困難であり、演奏経験者についても、簡単に弾ける楽曲では技巧の度合いを評価することは難しい。そこで、本研究では、実際にはギターを用いないエアギターの状況において、右手の上下往復運動を1分間に200回(200BPM)行う、かなり速いリズムでの評価を試みることにした。

「Wearable Interface for Evaluating the Guitar Playing Motion」

[†] 「Takashi Asano・Tokyo University of Technology」

[‡] 「Soichiro Matsusita・Tokyo University of Technology」

2. 実験方法

図1に本研究にて製作した手首に装着するウェアラブルインターフェースデバイスを示す。このデバイスは、3軸加速度・角速度センサを搭載しており、最大にて加速度 $\pm 8G$ 、角速度 $\pm 2000\text{deg/sec}$ を計測することができる。また、サンプリング周波数は、100Hzで、無線にてPCへ運動データを送信している。

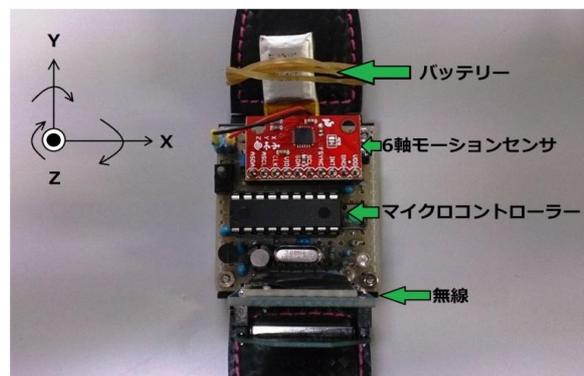


図1. 手首装着型ウェアラブルデバイス

続いて被験者の実験手順は以下の通りである。

- ① 右手首にウェアラブルデバイスを装着する
- ② 直立姿勢でピックを持つ
- ③ 200BPMのメトロノームの音を聞く
- ④ 200BPMのテンポに合わせて、空振りでもギター演奏における往復運動の練習を行う(この時、手首の正しい往復周期は300msである)
- ⑤ 準備が出来次第、右手首を練習した方法で約30秒間エアギターにてギター演奏運動を行う(この際に、演奏リズムをメトロノームに合わせるように指示している)

以上によりウェアラブルデバイスにて取得したデータをPCにて受信し、データの解析を行う。解析手法としては、角速度3軸の値を合成するAVrms(root mean square of Angular Velocity: 角速度実行値)を用いた。これにより、被験者ごとの回転軸の違いに依存しない利き手側手首の角運動量を算出し、その時間変化の様子から演奏における運動状態の推定を試みる。

3. 実験結果

本実験ではギター演奏に興味のある初心者 8 人と、ギター歴 5 年以上の熟練者 2 人の合計 10 人（男性、20 歳代）のデータを収集した。その結果、デバイス装着時における腕の延長線上に沿った軸（図 1 における x 軸）には、初心者と比較して、熟練者は最大値、最小値の振幅が小さく、ほぼ一定の安定した加速度波形が計測された。ここで、x 軸はギター演奏に伴う利き手の回転運動に対し、手を体から遠くへと投げ出す方向への遠心力が作用する方向に沿った軸となっているが、文献[1]にて報告されている手首ひねり回転によって生じる遠心力とは直交する方向となっている。そして、x 軸に沿った加速度にて初心者と熟練者の運動波形が明らかに異なる様態を示していることから、遠心力の元となっている y 軸及び z 軸まわりの角速度を評価する必要があることが示唆された。

以上より、初心者の運動が不安定となっている様子を調べるため、3 軸の加速度を合成した角運動量に相当する AVrms の波形を観測することとした。ここで、初心者の中で最も波形が乱れていた被験者の AVrms 波形を図 2 に示す。また、同様に波形が最も整っていた熟練者の波形を図 3 に示す。

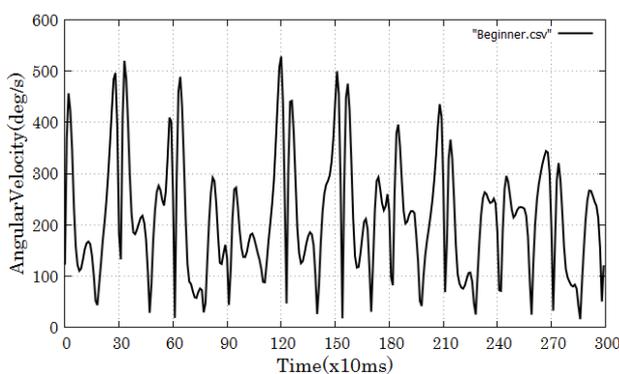


図 2. 初心者の AVrms 波形

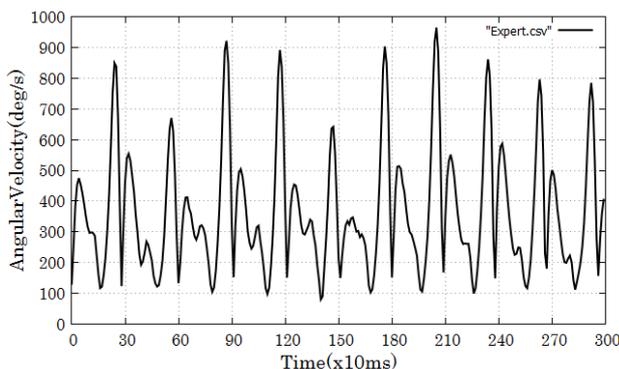


図 3. 熟練者の AVrms 波形

ここで、図 2 及び図 3 の波形では、200BPM における 1 往復=300ms が正しい 1 周期となるが、初心者及び熟練者ともにリズムはほぼ正確であることが分かる。尚、利き手が振り下ろされる際に AVrms のピーク値が観測された後に、一瞬回転が弱まり、その後の再び利き手が振り上げられる際に AVrms のピーク値が検出されている。そして、初心者の波形データでは、2 つの AVrms ピークに挟まれた極小値の値が、熟練者の値と比べて安定しておらず、1 つ 1 つの往復運動が毎回変化してしまっていることが分かる。更には、初心者では AVrms の極小値がほとんどゼロであり、回転がほぼ静止している状態が見られるのに対し、熟練者では約 100deg/sec の下限値を定常的に保っており、引き続き演奏運動への準備が着実に進んでいることが示唆される。また、熟練者では利き手の振り下ろし時の AVrms の方が常に振り上げ時の値よりも大きくなっているのに対し、初心者ではその大小関係が異なることに加え、極大点での AVrms の絶対値も大きく変化していることが見て取れる。

以上より、初心者がテンポのみに集中し、往復運動の強弱を整えるには至っていないことから、一点集中による演奏運動となっているものと考えられる。これに対し、熟練者については、少なくともリズムと強弱につきバランスよく集中する分散集中の状態であることが示された。

4. まとめ

本研究では、ギターの演奏運動を評価することを目的として、右手首に装着するウェアラブルデバイスを製作した。そして、200BPM といった速いリズムで、初心者と熟練者のギター演奏運動の違いをエアギターの形態で観測し、3 軸角速度を合成した値である AVrms において、特徴的な波形が現れることが分かった。そして AVrms の極大、極小値とそのタイミングから、演奏におけるリズムと強弱のつけられ方を推定できることに加え、演奏の流れを止めない運動様態の達成度を波形から読み取ることが可能であることが分かった。AVrms はセンサの取付姿勢に依存しない量であることから、今後はその可能性を更に検討していきたいと考えている。

参考文献

- [1] Matsushita S. and Iwase D.: Detecting Strumming Action While Playing Guitar, ACM Proceedings of International Symposium on Wearable Computers (ISWC2013), pp.145-146, Zurich (2013).