３次元触覚/力覚インターフェースデバイスを用いたエレキギターピッキング奏法練習ツールの開発

加茂文吉 [1,2,a)]

概要：3 次元触覚/力覚インターフェースデバイスを用いてエレキギターピッキング奏法練習ツール PickFeel の開発を行った．15 名の被験者に PickFeel を活用したギターレッスンを行い，アンケートによる主観評価と慣性運動センサデバイスを装着し運動データでの解析を重ねる事で，これまでギター講師が指導不可能であったピックが弦に衝突した時の体感を，バーチャルリアリティ技術を活用して伝達させることにおいて一定の効果が示せたことを報告する．

1. はじめに

エレキギターにおいて，利き腕によるピッキング奏法は音の表現を決定する要の技術である．エレキギター本体からの生音は小さく，アンプを使わずに練習していると音が聴こえにくいため強い音のみでピッキングするようになり，ピックが弦に当たる際に発生する弦抵抗も強くなる．そのような状態でいざアンプを使って演奏すると，弦とピックの接触により発生する打突音がギターの実音より目立ちすぎてしまう．トモ藤田は練習時にはアンプとエレキギターをセットで使う事，またアンプのボリュームは大きめに設定して練習することを推奨している [1)].一方で，日本国内においてはマンションやアパートにおける楽器騒音の問題も多く，アンプを鳴らして練習ができる環境が十分に整備されているとは言い難い．ロックの王道であるマーシャルアンプにはマスターボリュームがついていない型番もあり，歪んだ音で演奏するためには相当な音量でアンプを鳴らさないと良い音が得られない機種も存在する．また，弦抵抗を逃がしながらピッキングする方法を体得する事は非常に難しく，ピックが弦に引っ掛かってしまいうまく弾けないという練習者が散見される．講師が生徒に接近した状態でピッキングの感覚を言葉で説明し，演奏フォームを見せながらアンプの音を聴かせたとしても，ピックが弦に当たる感覚そのものを伝達することはできない．そこで，バーチャルリアリティ技術を活用して弦とピックがヒットする時の弦抵抗の感覚と，高品位なギターアンプの音を小音量で体感できるデバイスの開発に着手した．

2. ３次元触覚/力覚インターフェースデバイス

3D Systems 社の 3 次元触覚/力覚インターフェースデバイス「Touch」と，バーチャルリアリティ技術を活用したハードウェアとソフトウェアを組み合わせたピッキング練習システム「PickFeel」を図 1 のように開発した．

1 日本工学院八王子専門学校ミュージックカレッジ
Nihon Kogakuin College, Hachioji, Tokyo 192-0983, Japan
2 東京工科大学大学院コンピュータサイエンス専攻
Graduate School of Computer Science, Tokyo University of Technology, Hachioji, Tokyo 192-0983, Japan
a) kamoneec@gmail.com

図 1　ピッキング練習システム「PickFeel」
Figure 1　Picking practice system "PickFeel".

ピッキングは弦とピックの当たり方の深さによって弦抵抗が変わるが角度も関係する．平行で当たると弦抵抗は強くなるが順アングル，逆アングルという角度だと弱くなる．同時に音も変わるので，深さとアングルは演奏性と音楽表現上の両面で重要になる．加茂は弦とピックが 45 度以上の角度で当たる演奏をこすり弾きと定義し音が変わると主張している [2)]. PickFeel では CG 画面を見ながらデバイスのアーム部分をピックのように持ちピッキングを行うが，画面上のピックが弦に当たる深さとアングルによって再生音と手に伝わる抵抗感が変わるように設計されている．抵抗感は調整が可能である．表 1 は高品位なアンプを使用し録音した再生音とデバイスの抵抗感を場合分けした例である．

表 1　ピッキングの深さとアングルによる場合分け
Table 1　Case classification by picking depth and angle.

深さ	アングル	音声ファイル（ダウン）	音声ファイル（アップ）	弦抵抗
浅い	平行	ダウン成功.wav	アップ成功.wav	適度
浅い	順(0-45 度)	ダウン成功.wav	アップ成功.wav	適度
浅い	順　(45-90 度)	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
浅い	逆(0-45 度)	ダウン成功.wav	アップ成功.wav	適度

©2021 Information Processing Society of Japan

深さ	アングル	音声ファイル（ダウン）	音声ファイル（アップ）	弦抵抗
浅い	逆（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
浅すぎ	平行	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
浅すぎ	順（0-45度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
浅すぎ	順（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
浅すぎ	逆（0-45度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
浅すぎ	逆（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
深い	平行	ダウン深すぎ.wav	アップ深すぎ.wav	硬く
深い	順（0-45度）	ダウン成功.wav	アップ成功.wav	適度
深い	順（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
深い	逆（0-45度）	ダウン成功.wav	アップ成功.wav	適度
深い	逆（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
深すぎ	平行	深く力むダウン.wav	深く力むアップ.wav	超硬く
深すぎ	順（0-45度）	深く力むダウン.wav	深く力むアップ.wav	超硬く
深すぎ	順（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く
深すぎ	逆（0-45度）	深く力むダウン.wav	深く力むアップ.wav	超硬く
深すぎ	逆（45-90度）	ダウン浅すぎ.wav	アップ浅すぎ.wav	弱く

3. PickFeel を活用したギターレッスン

2021 年 6 月 4 日に PickFeel を活用し，感覚を伝達することによってピッキング方法を教えることを目的としたギターレッスンを 15 名の対象者に実施した．うち 14 名にはピッキング時の弦抵抗についてレクチャーを行った上で，PickFeel を使う前と後での感覚の変化について主観評価と共に，図 2 のように利き手側（右手）手首に演奏運動を計測する慣性運動センサデバイスを装着し運動データでの解析も行った．このデバイスには 3 軸加速度センサ（±16G, 1G = 9.8m/s^2）および 3 軸角速度センサ（±2000dps）が搭載されており，サンプリング周波数は演奏運動信号の周波数帯域をカバーしつつ，演奏リズムの計測精度を確保するため 500Hz としている．運動信号はデバイス内のマイクロ SD メモリカード（32GB)に逐次記録され，演奏運動をほとんど阻害することなく長時間の連続計測が可能である．手首ひねり回転軸まわりの角躍度 aj_x は，アクセント音を織り交ぜたコードストローク奏法においてピックが弦に引っかかる抵抗を表し，プロの奏者による音響評価においても高い相関を示している．

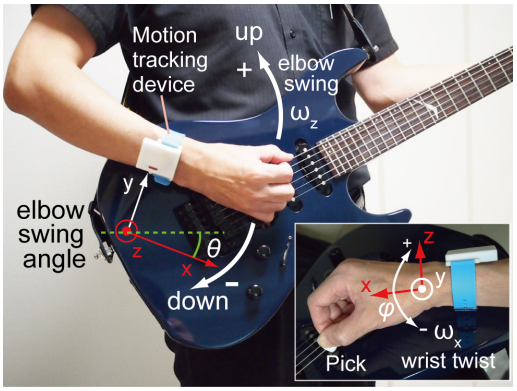

図 2　エレクトリックギター演奏運動計測

Figure 2　Electric guitar playing motion measurement.

4. ギターレッスン実験の結果および考察

解析パラメータとして手首ひねり回転軸まわりの角躍度 aj_x を選択してみたところ，以下を発見した：

（1）PickFeel 使用後では，ピックが弦に引っかかる回数や強さが有意に減少している

ピックが弦に引っかかると aj_x が急激に増大する．そこで，aj_x の急増が見られる被験者を数えたところ，6 人の被験者では明確に aj_x の急増回数が減っていた．

（2）PickFeel 使用後に aj_x の平均値が増大する被験者がやや多かった

データがとれていた 14 人のうち，9 人で aj_x のピーク平均値が PickFeel 使用後に増大していた．また，大半の被験者が PickFeel 使用後に aj_x ピークの値が一定の範囲に収斂していく傾向にあることが分かった．

以上より，PickFeel の目的である適切な弦抵抗を知ることについては，下記の 2 点の可能性を見出すことができた．

・ピックが引っ掛かりにくくなった

・aj_x の値が一定値へと接近している

また，主観評価では 13 人が PickFeel の使用により感覚を理解できた，ピッキング時に弦に突っかかる感じを改善させる方法がわかったと回答があった．今後は，より多数の被験者に実験を繰り返す事でその有用性を強固なものにしていきたい．

4.1 謝辞

佐瀬一弥先生と松下宗一郎先生，木原民雄先生に感謝致します．

参考文献

1) トモ藤田,耳と感性でギターが弾ける本, 2010,リットーミュージック, p.27.

2) 加茂フミヨシ,R.A.S.式ピッキング　速弾き攻略のための究極メソッド,2013,リットーミュージック, p.69.

©2021 Information Processing Society of Japan