

# ソニフィケーションを用いたゴルフスイング学習支援システム

田中 結花\* 今 誉\* 小池 英樹\*

**概要.** 本研究は、ゴルフの正しいスイングフォームの習得に着目し、リアルタイムに聴覚フィードバックを行うスポーツ学習支援システムを提案する。これは、スイング中の姿勢を維持した状態で、現在の自分の姿勢と理想的な姿勢の差をソニフィケーションを用いて教示するシステムである。ゴルフクラブのシャフトを軸にした回転角、地面と水平な面に対するシャフトの傾き、自分の体に対するシャフトの方向について、あらかじめ記録した教師データとの差分を計算し、それぞれに対し異なる聴覚フィードバックを行う。頭部とゴルフクラブの相対位置を用いてクラブヘッド方向から音を鳴らすことで、クラブヘッドの大まかな位置や方向をユーザに教示することが可能である。

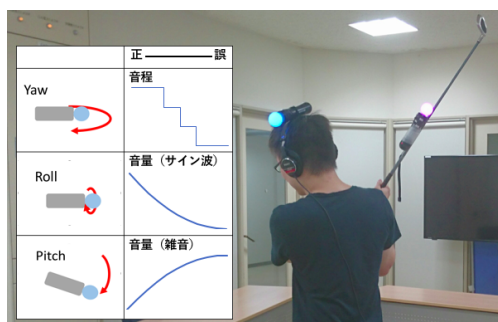


図 1. システム使用時の様子

## 1 はじめに

従来のスポーツ学習支援システムの多くは視覚を用いたフィードバック方法を採用している。しかし、視覚情報に頼った実時間フィードバック方法では、ディスプレイに視線と注意が向かい、姿勢が崩れてしまうことがある。

そこで、本研究では、聴覚によるフィードバック方法を用いた学習支援システムを提案する。これによって、ユーザの視線や頭部の動きに制約を与えることなく、自分のフォームが誤っているかどうか、どのように動かすと正しいフォームと一致するかを教示することが可能になる。

提案するシステムでは、ゴルフクラブのシャフトを軸にした回転角、地面に対するシャフトの傾き、自分の体に対するシャフトの方向に関するフィードバックをソニフィケーションを用いて行う。システム使用時の様子を図1に示す。また、ユーザに視野外におけるクラブの状態を教示するために、頭部とゴルフクラブに取り付けたモーションセンサーから頭部とクラブヘッドの相対位置を計算し、音像定位を用いてクラブヘッドの方向から聞こえるように音

を再生する。

なお、ゴルフのスイング動作の、特にゴルフクラブを振り下ろす・振り抜く動作は高速なため、ユーザがフィードバック音に応じて実時間で動作を変更することは困難である。よって、本研究では、バックスイングからトップに到達するまでの間に着目しフィードバックを行う。

## 2 関連研究

近年、スポーツ学習支援システムの研究は盛んに行われている。Hasegawaら[1]は、スキーの重心の位置の前後左右のフィードバックを、ソニフィケーションを用いて行っている。

ゴルフの学習支援システムについて、Kellyら[2]はVR空間においてユーザと指導者のスイングの差分の可視化を行った。また、Nylanderら[3]は、ゴルフクラブにセンサーを取り付け、加速度に応じたピッチの音によるフィードバックをスイング終了直後に行う、ソニフィケーションを用いた near-real-time フィードバックを提案している。

単一の情報に対するフィードバックをスイング終了後に行う従来の手法に対し、本研究では、クラブに取り付けたセンサーからリアルタイムに得られる多次元の情報をそれぞれ異なる音の変化に割り当て、さらに、視野外におけるクラブの状態を教示するために立体音響を用いることで、複数の情報に対してリアルタイムに聴覚フィードバックを行う手法を提案する。

## 3 実装

### 3.1 システム概要

Play Station Eye<sup>1</sup>を用いて、ユーザ頭部とゴルフクラブに取り付けた各 Play Station Move モー

Copyright is held by the author(s).

\* 東京工業大学

<sup>1</sup> <https://www.jp.playstation.com/ps3/peripheral/cejh15007.html>

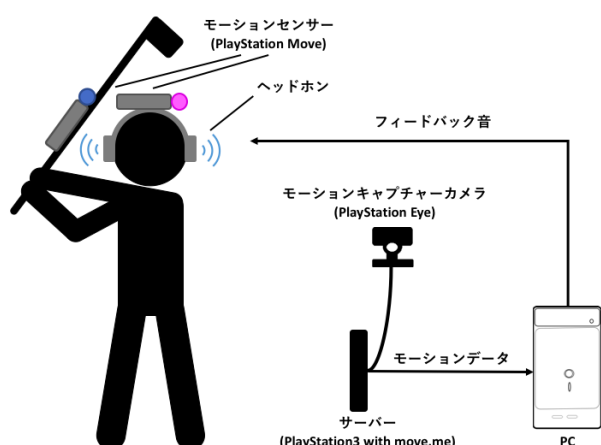


図 2. システム構成図

ションコントローラー<sup>2</sup>の回転角と三次元座標データを取得する。取得した情報を用いてユーザの頭部とゴルフクラブの方向・角度・ユーザ頭部との相対的な位置関係を測定し、リアルタイムに測定したこれらのデータと、予め測定した教師データの誤差をもとに生成したフィードバック音を、ヘッドホンを通して再生することでソニフィケーションによるフィードバックを行う。

### 3.2 システム構成

図2にシステム構成図を示す。提案システムでは、ゴルフクラブのモーションと、頭部とゴルフクラブの相対位置を得るために、Play Station Move モーションコントローラー2台をそれぞれユーザの頭部、ゴルフクラブに取り付け、Play Station EyeとPlay Station 3のサーバーアプリケーション Move.me<sup>3</sup>を用いてモーションコントローラーの動きをPCへ送信し、PCでこれらのデータをもとにフィードバック音を生成した。また、ヘッドホン (MDR-CD900st) をPCに接続し、これをフィードバック提示に用いた。

### 3.3 ソニフィケーション方法

スイング開始時、ユーザがゴルフクラブに取り付けたコントローラーのボタンを押した時点での、顔の正面が向く方向を基準方向とし、ユーザにより設定された基準方向と、フレーム毎のコントローラーの位置・回転から以下の値を算出する。

1. 水平面において、頭の位置を中心にしたゴルフクラブのグリップの位置する方向が初期化した基準方向となす角
2. 自分の体に対するシャフトの方向

<sup>2</sup> <https://www.jp.playstation.com/ps3/peripheral/cechzcm1j.html>

<sup>3</sup> [https://store.playstation.com/en-us/product/UP9002-NPU00014\\_00-MOVEMESERVER0000](https://store.playstation.com/en-us/product/UP9002-NPU00014_00-MOVEMESERVER0000)

### 3. ゴルフクラブのシャフトを軸にした回転角

### 4. ゴルフクラブの地面に対するシャフトの傾き

1の値を用いて、あるフレームにおけるユーザのデータが、教師データのどの場面に対応するかを決定する。決定された場面における2, 3, 4の教師データとユーザのデータの差異にそれぞれ音程・音量・白色雑音の音量を割り当てることで、現在の姿勢における修正すべき点のフィードバックを行う。

また、頭部とゴルフクラブに取り付けたPlay Station Move コントローラーから頭部とクラブヘッドの相対位置を計算し、ヘッドホンを通して、フィードバック音が、クラブヘッドの方向から聞こえるように頭部伝達関数を用いて音を再生する。

## 4 まとめと今後の展望

本研究は、ゴルフのスイングフォームについて、リアルタイムに音像定位を用いたソニフィケーションによるフィードバックを行うゴルフスイング学習支援システムを提案した。現状の課題として、センサーの大きさ・重さがユーザの動作に影響を与えること、サイン波のフィードバック音が不快であることが挙げられる。今後は、センサーをより実際の動作への影響が少ないものへ変更し、また、ソニフィケーションに用いる音についても、よりユーザにとって不快でなく、かつ理解が容易であるものへ変更していくことにより、より学習効率が高いシステムを目指す。

## 参考文献

- [1] S. Hasegawa, S. Ishijima, F. Kato, H. Mitake, and M. Sato. Realtime Sonification of the Center of Gravity for Skiing. In *Proceedings of the 3rd Augmented Human International Conference, AH '12*, pp. 11:1–11:4, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [2] P. Kelly, A. Healy, K. Moran, and N. E. O'Connor. A virtual coaching environment for improving golf swing technique. In *Proceedings of the 2010 ACM workshop on Surreal media and virtual cloning*, pp. 51–56. ACM, 2010.
- [3] S. Nylander, A. Kent, and J. Tholander. Swing Sound: Experiencing the Golf Swing Through Sound. In *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '14*, pp. 443–446, New York, NY, USA, 2014. ACM.