

光神経によるゴルフ教示システムのためのスイング判別手法の検討

小山 勇也[†] 渡辺 一弘[†]

創価大学大学院 工学研究科 情報システム工学専攻[†]

1. 研究背景

近年では、人の動きを捉えるモーションキャプチャ技術は、肢体障害患者のための自宅でのリハビリテーション、また、日常生活におけるスポーツ動作学習などの分野での応用、開発が期待されている。これらの分野で用いられるモーションキャプチャ技術には、被験者が計測場所を制限されずに簡便に使用できる移動性、且つ人間に対する非拘束性が求められる。

細径、軽量、柔軟であり、耐電磁誘導性という利点を持った光ファイバセンサは、その特徴により衣服への設置に適していると考えられる。これまで、ヘテロコア光ファイバセンサ[1]を用いた軽量・薄型のセンサモジュールを衣服に縫い付け、神経のような機能を持たせた光ファイバウェアの開発が行われてきた[2]。本ウェアは、被験者に対して低拘束に動作のモニタリングが可能であり、その動きに対して正しい動きかどうかを判断するといった教示システムに応用できると考えられる。本稿では、光神経ウェアと光神経マットセンサを用いたゴルフ教示システムのための、ゴルフスイングの判別方法について検討した。

2. ヘテロコア光神経センサ

2.1. 光神経伸縮センサ

Fig. 1(a)に、ヘテロコア光神経伸縮センサの筐体を示す。本研究で使用されているヘテロコア光ファイバセンサは、ヘテロコア部と呼ばれるセンサ部に対する曲率変化を光損失の変化として鋭敏に検知できる。筐体の伸縮時に、中央に配置されたヘテロコア部に付与される曲率が増減するため、光損失変化によって伸縮量を検知することが可能である。尚、本実験では曲げ光損失特性が単調、かつ感度の高くなるよう、ヘテロコア挿入長は2mmを採用した。ゴルフスイング時における体幹部の回旋動作を捉えるため、二点の伸縮センサ(Sensor-1, Sensor-2)は肩甲骨より下側の位置に、背骨を中央として左右対称・平行にウェアに配置された。伸縮センサの一端は着衣に固定され、もう一端にはテグスが取り付けられている。テグスはウェアに対して縫い込まれており、先端は着衣の腰部に固定されている。ゴルフスイングによって生じるウェア上の伸縮量を検知し、動作の状態を把握することが可能になると考えられる。

2.2. 光神経マットセンサ

Fig. 1(b)に、ヘテロコア光神経マットセンサの構造を示す。本研究で用いたマットセンサのサイズは30×30cm²、厚さ4mmである。センサ部は上部のステンレス板と中央に直径3mmの穴の開いた合成ゴムによって挟まれており、マットセンサの中央に配置されている。上方から付与された荷重に対してセンサ部にかかる曲率が変化する構造であり、二点のマットセンサ(Mat-1, Mat-2)によってゴルフスイングにおける左右の体重移動を捉える。

3. 実験構成図

Fig. 2に実験構成図を示す。実験装置には8chを同時計測可能なLED/PD計測器(λ=1.31μm)、ADコンバータを用いた。また、サンプリング周波数は50Hzで計測を行なった。ウェアを装着した被験者は、肩幅程度の間隔に配置されたマットセンサ上で4種類のゴルフスイングを行った。Fig. 3上部にゴルフスイングの基本動作を示す。ゴルフスイングは構え(Address)の状態からバックスイング(BS)、ダウンスイング(DS)、フォローイング(FS)の動作によって構成される。尚、スイングは、通常のスイング(Form A)、スエーのスイング(Form B)、ひねりが不足したスイング(Form C)、重心が移動しないスイング(Form D)の4種類についてそれぞれ行われた。

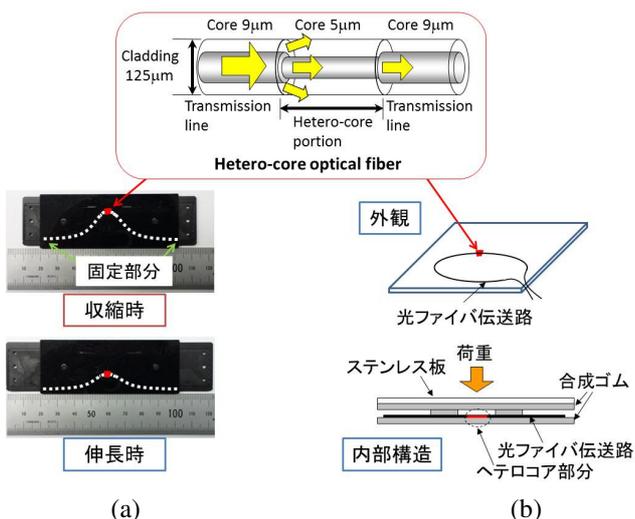


Fig. 1. ヘテロコア光神経センサモジュール (a)伸縮センサ (b)マットセンサ

Discriminant analysis of golf swing motion for teaching device using optical nerve sensor

[†]Yuya KOYAMA, [†]Kazuhiro WATANABE

[†]Graduate School of Information Systems Engineering, Soka University

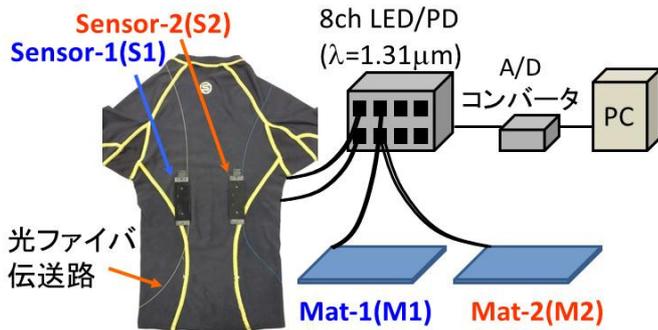


Fig. 2. 実験構成図

4. 実験結果

Fig. 3(a) に、Form A に対する伸縮センサの応答結果を示す。BS 時には S1 の応答は減少し、S2 の応答は増加している。これは、Address の状態では体幹部が右側に側屈しており、S1 に対して張力が付与されていたが、回旋動作によって S2 に対する張力が増加し、S1 に対する張力は減少したためである。DS 時には被験者の体勢は再度右側に側屈するため、S2 は減少、S1 は増加した。FS 時では被験者は直立の体勢に移行するため、S1、S2 どちらにおいても伸縮量は 0mm となった。

Fig. 3(b) に Form A に対するマットセンサの応答結果を示す。BS 時には M2 が増加、M1 が減少している。これは、被験者の重心が M2 側に移動しているためであると考えられる。また、被験者の体勢が Top に近づくにつれ、M2 が減少しているが、これは回旋動作の過程で被験者の重心の位置が変わってしまったためと考えられる。DS 時には M2、M1 の順にピークが見られ、被験者の重心が右から左に移動している様子が確認された。また、ピーク値は BS 時よりも高い値、すなわち被験者の重心よりも大きい値となったが、これは被験者の足の踏み込みによって生じたものであると考えられる。

次に、S1 と S2 の比、つまり左右の伸縮量の比を求め、スイングの種類を判別を試みた。Fig. 4 に、BS 時における 4 種類のフォームに対する S1/S2 の最小値を示す。比の範囲は Form A は 0.28~1.06、Form B は 0.02 未満、Form C は 0~0.46、Form D は 0~0.51 であった。また、10 回中、5~7 回の割合で Form A、Form C、Form D はそれぞれが独立して、0.66~0.78、0.038~0.31、0.33~0.51 の範囲に収まった。これらとマットセンサの値とを組み合わせることによって、より正確な判別が可能になると考えられる。

5. まとめ

本稿では、光神経によるゴルフスイング判別方法の検討を行った。伸縮センサとマットセンサを用いて体幹部の動作と重心移動のモニタリングを行った。結果より、二点の伸縮センサのみで 5 割以上の割合でフォームの区別が可能が示唆された。また、マットセンサによって重心移動と踏み込みのタイミング抽出が可能が示された。

参考文献

- [1] K. Watanabe, K. Tajima and Y. Kubota, Macro-bending characteristics of a hetero-core splice fiber optic sensor for displacement and liquid detection," IEICE Trans. Electron, vol. E83-C, no. 3, pp.309-314, Mar. 2000.
- [2] Y. Koyama, M. Nishiyama, K. Watanabe, "A motion monitor using hetero-core optical fiber sensors sewed in sportswear to trace trunk motion," IEEE Trans. Instrum. Meas., in press.

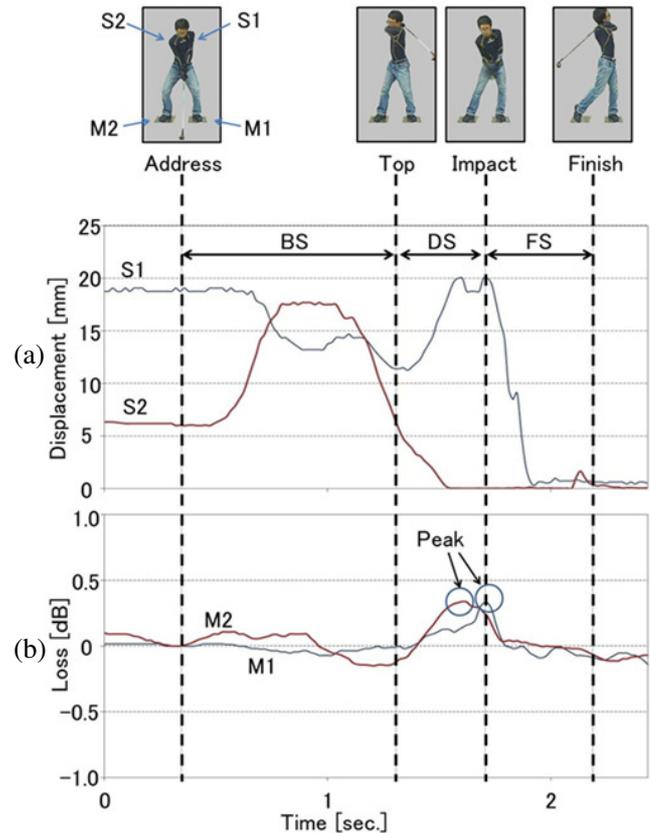


Fig. 3. スイング (Form A) に対するセンサ応答 : (a)伸縮センサの応答, (b)マットセンサの応答

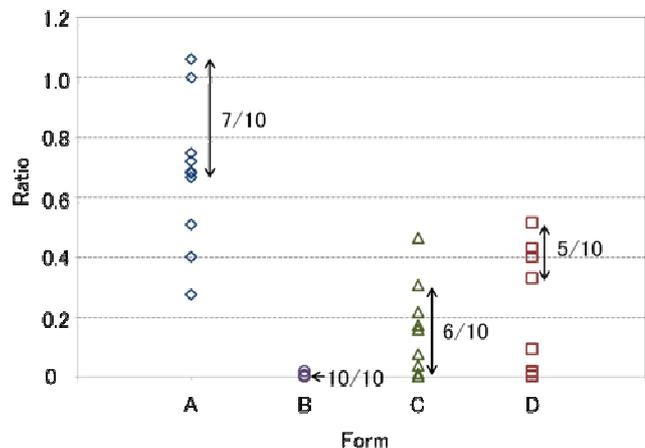


Fig. 4. Back swing 時におけるフォームに対する S1/S2 の最小値