慣性センサを利用した ゴルフクラブ選定システム

Golf Club Fitting System by an Inertia Sensor

執筆者プロフィール

鳴尾 丈司
Takeshi NARUO

■1986 年大阪大学工学部精密工学科卒業，工学博士

■主として行っている業務・研究
スポーツ用具の研究開発，スポーツに関わる新規サービスの開発

■所属学会および主な活動
日本機械学会，日本流体力学会

■勤務先
正員，ミズノ（株）研究開発部 主任研究員
兼任 要素技術研究開発課 課長
(〒559-8510 大阪市住之江区南港北 1-12-35
/E-mail: tnaruo@mizuno.co.jp)

1. はじめに一ゴルフ フィッティング

ゴルフ業界では，個々のゴルファに合ったゴルフクラブを提供するフィッティングのサービスが活況である。ミズノ（株）（以下，当社）では，業界に先駆けて 2001 年 9 月から 30 店で開始した，ゴルフクラブのフィッティングとは，ボールをゴルフクラブ

で打つ際に人によって異なる体格やスイング時のくせなどを分析し，その人に合ったスペックのゴルフクラブを提案するサービスのことである。店頭で専門知識を持った店員が，クラブを購入するユーザひとりひとりのスイング時のスピードや打点位置，ボールの弾道などを診断し，結果を踏まえてユーザに合ったモデルやスペックのゴルフクラブを推奨している。

2. 現状の問題点

ゴルフクラブの知識が豊富な「フィッター」と呼ぶ専門のクラブ診断士の育成とともに，独自のフィッティング用機器の開発を進めてきた。具体的には弾道計測装置“ピタゴラス”⁽¹⁾や，シャフトのしなりを分析してシャフトを選定する装置“シャフトオプティマイザー”である。このフィッティングは実際に打球を分析することもあり，初級者には敷居が高く，フィッティングを受けに來られるゴルファは上級者が大半であった。また，ゴルファが何度もスイングしながら，フィッターがスイングトータルの分析をするので，一人対応するのに，30 分から 1 時間かかっていた。

3. 慣性センサ

これらの問題点を解決するために，慣性センサを用いて，ゴルフスイング

が分析できないかを研究してきた^{(2)~(4)}。慣性センサは 3 軸のジャイロセンサと 3 軸の加速度計で構成されており，6 自由度の運動を分析できる。昨今スマートフォンやタブレットに搭載されて，さまざまなアプリケーションに活用されているが，ゴルフスイングはこれらの慣性センサを使うことはできない。ゴルフスイングにおいて，手は非常に高速運動をしているからである。しかし，当時セイコーエプソンが試作開発中の慣性センサ“M-tracer”がゴルフスイングを計測するのに必要なスペックを満たしていた。M-tracer の規格値は加速度計が $\pm 24G$ ，ジャイロセンサが $\pm 3000\text{deg/s}$ であり，サンプリングレートは 1000Hz である。計測したデータは，ブルートゥースを使って，パーソナルコンピュータに転送され，PC 上で分析する。センサ，ブルートゥース，MPU，メモリなど電子回路をすべて含んだ筐体の質量は 20g と軽量であり，スイングに及ぼす影響はほとんどない。この M-tracer を用いて研究開発を進め，最終的にゴルフクラブ選定システムにとって，最も重要なセンサとして用いることになる。

図 1 専用センサ (a) と左手首への装着例 (b)

図 2 慣性センサによる計測における座標軸

図3 慣性センサによる測定結果の一例

図4 プロゴルフのスイング分析結果

図5 携帯端末機 (a) と、表示される錘の推薦スペック例 (b)

4. 慣性センサによるゴルフスイング分析

ゴルフスイングを計測する際に、手のほか、腰など体の各部位にもセンサを装着して分析したが、右利きのゴルフの左の手の甲に取り付けるだけで(図1)、そのゴルフのスイングの特徴が捉えられることがわかった。

図2に手の甲に装着した慣性センサの計測における座標軸を示す。慣性センサからはX軸、Y軸、Z軸それぞれに対する加速度と角速度の時系列データが取得できる。図3に計測結果の例を示す。これらのデータから全部で15のパラメータを抽出した⁽²⁾。

慣性センサから得られるデータのうち、ローリング角速度(ローリング)、Z方向加速度の減速度合い(ジャック: Breaking 運動連鎖)、アンコッキングの強さ(ヨーク方向の角速度: アンコッキング)、ダウンスイング時間、スイング時間の五つのパラメータを用いると、スイングの特徴を表すことができる。これをレーダチャートで示すと、視覚的にスイングを捉えることができる。図4にプロ男子ゴルフ3名のデータを示す。見比べると、全く

異なる形態を示す。プロゴルフ A は、すべてのパラメータが大きな値を示し、運動連鎖、ローリング、アンコッキングのどのパラメータも大きな値を示している。プロゴルフ B は、とくにアンコッキングが大きく、手首の力でヘッドスピードを上げていることがわかる。プロゴルフ C は、それぞれのパラメータがそれほど大きくなく、ボディターンでヘッドスピードを上昇させている。スペックが違うクラブをスイングして測定しても、五つのパラメータはほとんど変わりなく、代表的なゴルフクラブを一本スイングするだけで計測することができる。

5. 慣性センサを用いたゴルフクラブのスペック選定

上述したスイング分析のうえに、計測した15のパラメータと最適なゴルフクラブのスペック、慣性モーメントと相当単振り子長で表される質量特性の関係性を導いた。

これはプロゴルフ16名を含む約120名のゴルフによる実験を繰り返して、得られた。本研究の新しい知見は、グリップエンドから300mm

もしくは150mmの位置に最適な質量を配置することによって、ゴルフに合ったゴルフクラブの質量特性を実現できることである。これらの位置に異なる錘を配置することによって、さまざまな慣性モーメントと相当単振り子長が設定できる。慣性モーメントと相当単振り子長はゴルフにとって“振りやすさ”を決定するゴルフクラブの質量特性であることも本研究から判明した。個々のゴルフのスイングにマッチした質量と錘を装着する位置を上述したセンサで即時に算出するのである(図5)。その錘は最大40gで、これまでにない“振りやすさ”を追求したゴルフクラブの質量特性が実現できた。

6. おわりに

上述してきた慣性センサを用いたゴルフクラブ選定システムと個々のゴルフにあった質量の錘を最適な位置に装着したゴルフクラブ“Body Fit Golf”を、2012年9月にリリースした⁽⁵⁾。ゴルフは慣性センサを手の甲に装着して、一度スイングするだけで、スイングの特徴がわかり、最適な質量特性をもったゴルフクラブを選定することができる。このシステムはボールを打たなくても、すなわち素振りでも同じ結果が得られる。当初の目標であった、初級者にも簡単にフィッティングするということは実現できたと自負している。今後も、最先端の技術を活用したフィッティングシステムを開発していきたい。

文 献

- (1) 鳴尾丈司, ゴルフインパクトの計測と弾道シミュレーション(〈特別小特集〉ITとスポーツ), 電子情報通信学会誌, 85-1 (2002), 2-5.
- (2) Naruo, T., ほか, Golf Swing Analysis By An Inertia Sensor And Selecting Optimum Golf Club, *Proceedings of The 31st Conference of the International Society of Biomechanics in Sports 2013*, A4-2/59 (2013-7).
- (3) 穂苅真樹・土岐 仁・鳴尾丈司・蘆田浩規, ゴルフクラブスイング時の身体回転運動の計測とスキル評価, 日本機械学会論文集, 72-715, C (2006), 850-856.
- (4) 穂苅真樹・土岐 仁・鳴尾丈司・蘆田浩規, クラブヘッドおよびボール運動に影響するゴルファーのコック・ロール運動, 日本機械学会論文集, 72-722, C (2006), 3372-3377.
- (5) ミズノ(株) ホームページ ニュースリリース, <http://www.mizuno.co.jp/whatsnew/2012/08/20120821.html>