

三軸加速度センサ及び角を用いたバスケットボールにおけるジャンプシュートの計測と解析

谷口, 惇 / TANIGUCHI, Atsushi

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

55

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

4

(発行年 / Year)

2014-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010340>

三軸加速度センサ及び角速度センサを用いた バスケットボールにおけるジャンプシュートの計測と解析

MEASUREMENT AND ANALYZE OF JUMP SHOOT MOTION IN BASKETBALL
USING A 3-D ACCELERATION AND GYROSCOPIC SENSOR

谷口 惇

Atsushi TANIGUCHI

指導教員 渡邊嘉二郎

法政大学大学院工学研究科システム工学専攻修士課程

This paper describes the measurement and analysis of a player's motion while making a jump shot in basketball. In order to increase the probability of a shot going into the basket, a player must develop good shooting form. We find the features of the motion that leads to a good jump shot using a simple sensing device that combines a 3-D acceleration sensor and a gyroscopic sensor. Players practiced jump shots with the device mounted on the back of their hand to help them correct the errors in their shooting through sound feedback based on these features. The results of the experiments show that the device can improve a player's shooting form.

Key Words : jump shoot, accretion sensor, gyroscopic sensor

1. はじめに

バスケットボールとは一つのボールを使い、相手チームのバスケットにボールを入れることで得点を競うスポーツである。シュートにも様々なものがあり(レイアップやジャンプシュートなど)、中でも最も一般的であるジャンプシュートについて注目する。

バスケのシュートフォームには決まったフォームがなく、ほとんどの人が漫画などを参考にした自己流である。正しいシュートフォームというものを知っている人は少ない。ボールをうまくコントロールし、確率の高いシュートを打つためには正しいシュートフォームである必要がある。

従来の練習方法は他人にシュートフォームを見てもらいアドバイスをしてもらうか、映像を撮り、チェックするかである。しかしこの練習方法では一人で行うことは困難である。

近年海外のプロ選手育成プログラムでは科学的なトレーニングを用いているが、装置が大型で高価なものであることなどから一般の人が使用することは困難である。

そこで本研究の目的は、小型で安価なモーションセンサを用いて実業団バスケットボール選手のシュートフォーム動作を測定し特性を確認する。その特性を元に別の被験者に同じ動きをしてもらい、ミスがあった場合に音を用いて知らせ、フォームを修正し、感覚的な動きを身に付けさせることである。

2. 計測概要

(1) 使用器具

本研究ではワイヤレステクノロジーのモーションセンサを(WAA-010)使用する。センサの仕様を Table 1 に

示す。

Table 1 モーションセンサの仕様

項目	対象	性能
検出範囲	加速度 (X, Y, Z 軸)	+/-16G
	角速度 (X, Y, Z 軸)	+/-2000dps
分解能 (感度)	加速度 (X, Y, Z 軸)	4mG
	角速度 (X, Y, Z 軸)	0.1dps
サンプリング 周波数	加速度, 角速度共通	20ms (500Hz)

(2) 計測環境

先に示したモーションセンサを被験者の利き腕の手の甲に装着し計測を行う。センサを手手に装着してボールを持ち、連続してシュートを10回行い、動作についてのデータを検出する。以下に被験者情報を示す。

Table 2 被験者情報

被験者	バスケ歴(年)	身長(cm)	体重(Kg)
A	15	165	60
B	14	177.5	67
C	12	172	68
D	11	161	56
E	13	170	57
F	4	175	57
G	0	171	71
H	0	183	70
I	0	169	58

また、各被験者のシュート成功率を Table 3 に示す。尚、ジャンプシュートを JS、スリーポイントを 3P とし、その横にシュートを打った角度を数字で示す。

Table 3 シュート成功率

	シュート成功率(%)					
	JS 90	JS 45	JS 0	3P 90	3P 45	3P 0
A	70	90	60	30	50	40
B	60	90	50	60	80	70
C	70	40	30	10	50	40
D	80	50	60	60	50	90
E	70	30		30	40	
F	30	70		20	0	
G	50	40		30	10	
H	40	0		0	0	
I	40	50		0	0	

3. ジャンプシュートの動作について

ジャンプシュートのフォームを Fig. 1 に示す。左からパスを取る動作のキャッチ、パスを受ける際にボールに対してジャンプをする動作であるミート、額の前にボールを構える動作のセット、ボールが手から離れる瞬間をリリース、リリース後の手の動作をフォロースルーとする。

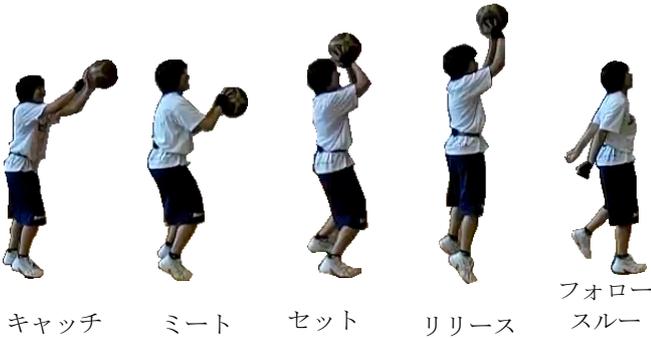


Fig. 1 シュートモーション

4. 実験 1

(1) 実験目的

ジャンプシュートにおけるポイントは、セットする際にボールを体の近くを沿わせること、額の前でしっかりとセットすること、キャッチ後にボールを下げすぎないことである。

被験者 E の初心者用に音を用いたバイオフィードバックトレーニングをして、フォームの改善を図る。一週間後フィードバックなしでもその感覚が残っているかを目的とする。

(2) 実験方法

アプリケーションを用いて音で被験者にフィードバックしながらジャンプシュートの練習を行う。一週間後、アプリケーションなしで、トレーニングを行い、同様に動作を検証する。センサ着用時の軸方向を Fig. 2 に示す。

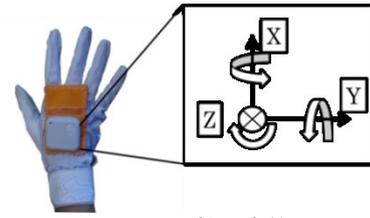


Fig. 2 センサの軸の定義

(3) 座標変換方法

はじめにアドレス時時刻における重力方向からの姿勢角度 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ を低 G 加速度センサのアドレス時の加速度の値によって求める。アドレス時の X, Y, Z 軸方向の加速度をそれぞれ a_x, a_y, a_z とし、その合成加速度を $a_g = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ としたとき (1) 式より、

$$\theta_x = \cos^{-1}\left(\frac{a_x}{a_g}\right), \quad \theta_y = \cos^{-1}\left(\frac{a_y}{a_g}\right), \quad \theta_z = \cos^{-1}\left(\frac{a_z}{a_g}\right) \quad (1)$$

となる。この $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ を利用して姿勢行列 N_1 をもとめる。

$$N_1 = \begin{bmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{1 - \cos^2 \theta_x} & -cf/a & -ce \\ 0 & \sqrt{1 - f^2 - d^2} & cd - af \\ \cos \theta_x & \cos \theta_y & ae \end{bmatrix} \quad (2)$$

次に、ある時間 $i+1$ における座標系のベクトルを一つ前の時間ベクトル i を使って表す変換行列 T_i は次式である。

$$T_i = \begin{bmatrix} 1 & -\theta_{z1} & \theta_{y1} \\ \theta_{z1} & 1 & -\theta_{x1} \\ -\theta_{y1} & \theta_{x1} & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

このときの $\theta_{z1}, \theta_{y1}, \theta_{x1}$ は、角速度センサから求めた角速度 $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ をサンプリング時間 dt で掛けたものである。 N_{i+1} を N_i と T_i で示すと (4) 式になる。

$$N_{i+1} = N_i \cdot T_i \quad (4)$$

次に、 N_i の各成分を

$$N_i = \begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix}$$

としたとき、正面からの角度を α 、側面から見た角度を β 、天井から見た角度を γ とすると、それぞれの角度は以下の式で表すことが出来る。

$$X = \tan^{-1}\left(\frac{H}{-I}\right), \quad Y = \tan^{-1}\left(\frac{G}{-I}\right), \quad Z = \tan^{-1}\left(\frac{G}{H}\right) \quad (5)$$

(4) 実験結果

手部の X 軸 Y 軸, Z 軸の角度を、ボールが手から離れる瞬間、つまりリリース時刻を 0s としてそれぞれ下に示す。アプリケーションを使用したトレーニングの前と後のジャンプシュート動作の手部の角度を Fig. 3, 4 に示す。

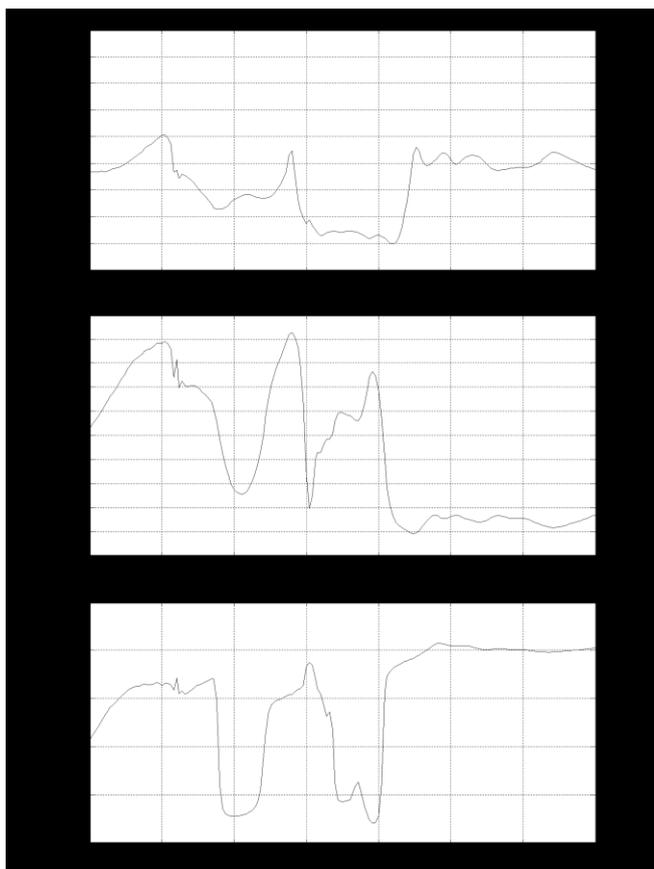


Fig. 3 アプリケーション使用前

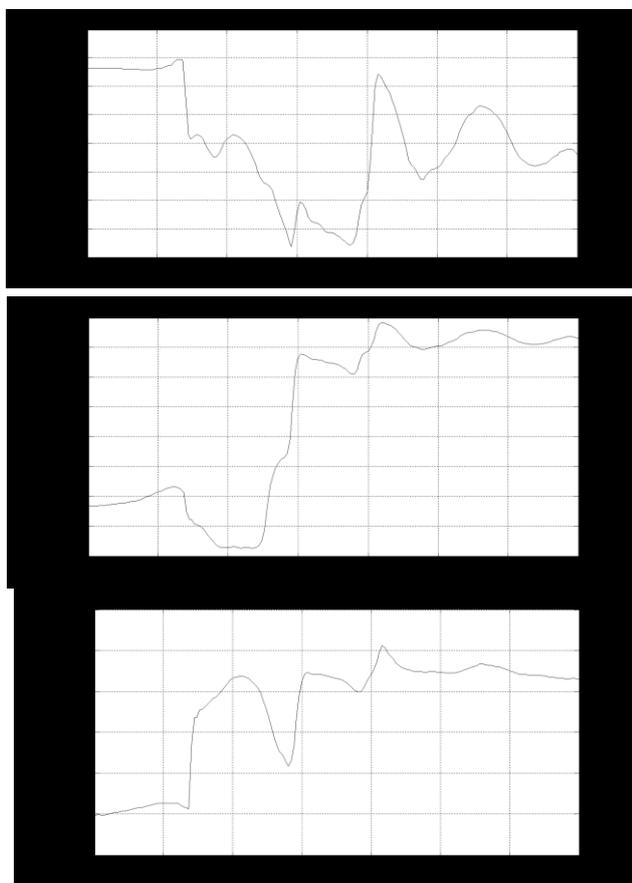


Fig. 4 アプリケーション使用后

(5) 考察

ボールを下げないようにするためにトレーニングを行ったが Y 軸角度からはボールを下げていると考えられる。しかし、リリース前に波形が平らになる部分があり、額の前でセットできていることがわかる。下げないようにするという意識から、腕だけでシュートするという意識が感覚的に変わり、体全体を使ったシュートをするようになったと考えられる。

(6) 結論

ボールを下げないということは改善できなかったが、額の前でセットするようになったためフォームの改善が出来たが、まだ腕の力に頼り体の上部が崩れてしまっている。また、フィードバックなしでも感覚的に動きが残っているかどうかはこの実験からは結論を導けない。

5. 実験 2

(1) 実験目的

実験 1 では、アプリケーションを用いてボールを下げすぎないことで、手の力に頼らないことを狙ったが結果からは狙い通りとはいかなかった。

そこでバスケットボール経験者と未経験者での違いを見るために膝、腰、手部にセンサを取り付け、体全体の力のかかり具合を見る事を目的とする。

(2) 実験方法

体の各部三か所に取り付けたセンサから各部の仕事率を比較する。

(3) 仕事率計算方法

仕事率 P (W) の計算は、質量 m (kg)、速度 v (m/s)、加速度 a (m/s^2) としそれらを掛け合わせるによって表せる。センサから取得した加速度を a_N とすると仕事率行列 P_N は

$$P_N = f(x) = m \times \sum_{i=x,y,z}^3 a_i \times v_i = (a_1 v_1 + a_2 v_2 \dots + a_N v_N) \quad (6)$$

とすることが出来る。

(4) 実験結果

以下に、全被験者のジャンプ時の膝の仕事率、シュート時の手部の仕事率の平均を Fig. 5, Fig.6, 3P 時における膝と手部の仕事率を Fig. 7, Fig.8 に示す。

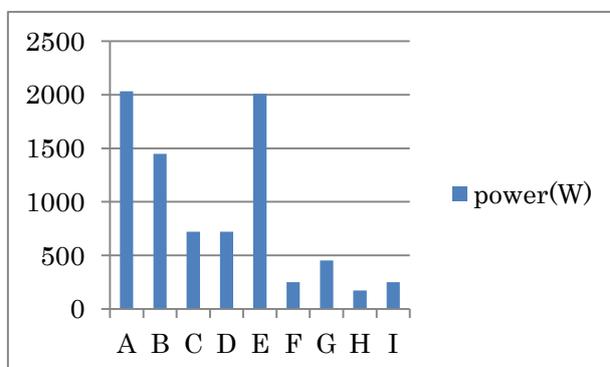


Fig. 5 ジャンプ時における膝の仕事率

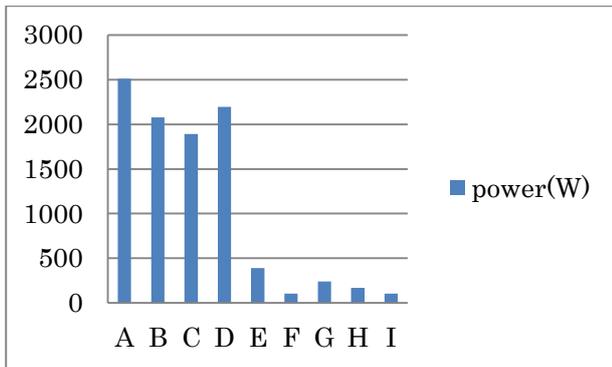


Fig. 6 シュート時における手部の仕事率

(5) 考察

ミドルレンジにおける膝の仕事率では、プロとシュートの上手い経験で近い値を出していることがわかる。しかし手部の仕事率ではプロの方が、圧倒的に仕事率が高いと言える。未経験者と経験者を比べると、未経験者の膝と手部の仕事率が低いことがわかる。未経験者は腕に力が入ってしまい、手部の仕事率がわるく、腕に頼ったシュートをするので膝の仕事率も悪いのではないかと考えられる。

(6) 結論

未経験者と経験者の違いは、腕も膝もうまく使えていない。

6. 実験3

(1) 実験目的

未経験者は腕に力が入りすぎて、膝と腕の仕事率が悪いと考えたため、膝の仕事率を上げるため、被験者 H, I の実験 1 で用いたアプリケーションを使用し、膝の仕事率を高めフォームの改善することを目的とする。

(2) 実験方法

アプリケーションを、膝がある程度下げると音が鳴るようにし、音が鳴ったらシュートしてもらおうトレーニングを行う。トレーニング後にフォームが改善されたかを検証する。H1, I1 をトレーニング前の、H2, I2 をトレーニング後の被験者とし、以下にトレーニング前後での膝と手部の仕事率の比較を Fig. 7, Fig. 8 にそれぞれ示す。

(3) 実験結果

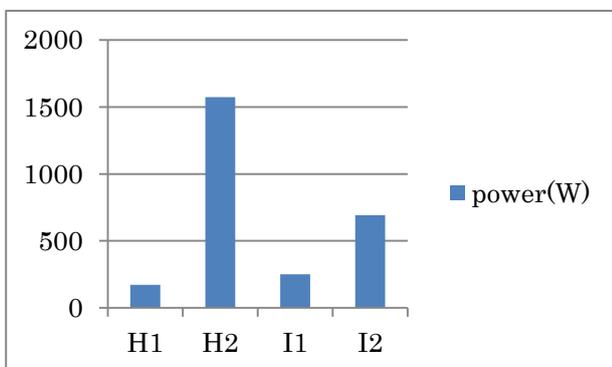


Fig. 7 シュート時における膝の仕事率の比較

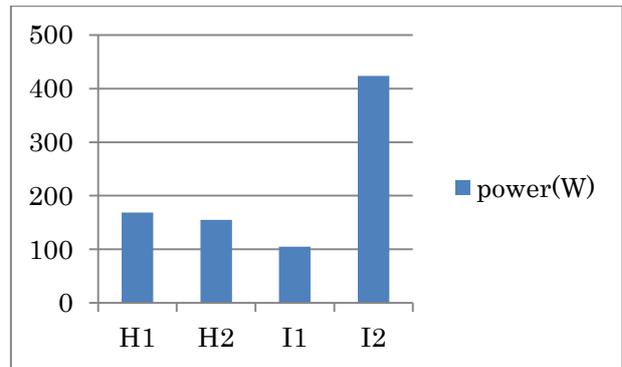


Fig. 8 シュート時における手部の仕事率の比較

(4) 考察

膝の仕事率は被験者 H, I 両方とも数値が上がったことがわかる。トレーニング前は腕の力に頼り状態が前のめりになってしまっていたが、トレーニング後は上体が倒れることはなくなった。このことは、膝でしっかりジャンプするようになり、膝の力でボールが飛ぶようになったのだと考えられる。

手部の仕事率は被験者 I では数値が2倍以上になったが被験者 H はほとんど変わらなかった。これは手首をうまく返せてなかったことが原因なのではないかと考えられる。

(5) 結論

膝をしっかり下げることにより上体が崩れてしまうということは改善できた。被験者 H は手首を返してボールを押し出せていないので、仕事率が上がらなかったのが膝の修正だけでは手首に意識がいかず正しい手の使い方出来ないことが分かった。

6. 終わりに

バスケットボールにおけるシュートでは膝をかなり意識するといわれている。経験者ではジャンプした瞬間にシュートが入るか入らないかわかる人がいるのでジャンプという動作がとても大切になってくる。膝の力を腕に伝え、ボールに伝える。未経験者は膝の力をうまくボールに伝えられていないため、フォームが崩れる。それを、アプリケーションを用いたトレーニングをすることで膝に意識が行き、上体が崩れることがなくなり、膝の力が上手くボールに伝わり、簡単にボールがリングに届くようになった。このことからフォームの改善ができたと言える。

今後は最終的にボールをコントロールするのは手首なので手首をうまく制御しフォーム改善をはかるような練習方法を考えたい。

参考文献

- 1)理想のシュートフォーム
<http://hntbball.blog66.fc2.com/blog-entry-27.html>
- 2)バスケットボール初心者のための基礎練習
http://blog.livedoor.jp/flipflick_basketball/archives/51324077.html#
- 3)John Patrick:プロが教えるバスケットボール, 大泉書店
- 4)中川恵/ 監修: スーパースターに学ぶバスケットボール, ナツメ社