

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12639

研究課題名(和文)動きビッグデータからスキルの予測は可能か？

研究課題名(英文) Exploring Possibility of Skill Scoring using Motion Sensory BigData

研究代表者

山際 伸一 (Yamagiwa, Shinichi)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：10574725

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：小型センサでとらえた人の動きのデータをヘルスケアなどへの応用する取り組みが盛んである。従来のバイオメカニクスや運動学習分野では、見た目やパフォーマンスに関連する動きの特徴点から導出した平均モデルからパラメータを選定し、個人の動きを定義する。しかし、パラメータを選定せず、個人の動きのモデルを自動的に導出できれば、健康管理やスキル特定への応用精度が格段に向上する。そこで本研究は映像やセンサデータ等の動きのビッグデータへ知的情報処理を施し、個のスキルのモデル化を試みる。

研究成果の概要(英文)：The popular applications in the sports market have been using human movement data acquired by small sensors. The conventional biomechanics and sports science field define human movement by mathematical average model derived from featured points of the movement. Parameters selected from the model are applied to the final model provision. However, if the model can be found without applying such parameters, breakthrough can be provided to the new movement analysis method that accelerates health management and skill analysis. This research project applies a machine learning approach to human movement bigdata such as movies and sensor data recorded from human movement and tries to find a new method that automatically build a skill model.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：動きビッグデータ スキルグルーピング 人工知能

1. 研究開始当初の背景

(1) 動きのデータを利用したスポーツやヘルスケアへの応用が流行している  
 加速度やジャイロ等のセンサからの動きデータを解析し、技能判定を行うシステムが登場している。例えば、ジョギングを判定するNike+やAdidas社 miCoach が代表的で、オムロン社からは歩行技能を判定する姿勢計が発売されている。このように、動きのデータを利用して、トレーニングの自己評価や、技能レベルの判断ができ、スポーツを趣味とする人々に広く利用されている。

(2) 従来からの動き予測・技能判定法は動きの平均モデルに個人のパラメタを適用し、しかしながら、上記のようなセンサを利用したシステムは、バイオメカニクスや運動学習といった分野で確立された平均モデルに個に対する差分値を加え判定するため、個の差分値算出の標準化の必要性和年月といった中長期的な動き予測への誤差の増大といった難しさがある。

(3) 中長期的な近未来の動き予測の方法は決定打に欠ける

金子明友「技の伝承」、古川康一「身体知」、生田久美子「わざ言語」といった動きの予測、動きの形式化議論は盛んに行われてきたが、未だに個人を自動的に表現できる打開策がないため、動きを予測するシステムに応用できる技術が成熟しておらず、「近未来の動き」の判断はユーザの自己判断能力に委ねられているのが問題である。

2. 研究の目的

本研究では図1のように、従来の平均モデルのカスタマイズ手法に対する新たなアプローチとして、あらゆる動きの情報が潜在する動きのビッグデータからスキルの機序を発見し「年月単位での近未来の動き」を予測することはできるか? という命題に挑戦する。

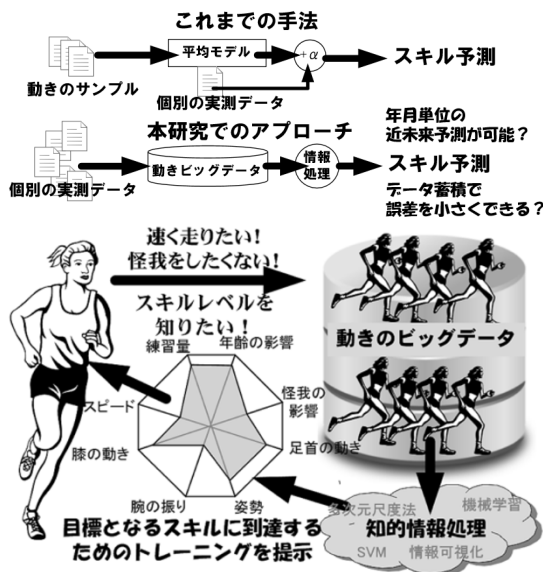


図1: 本研究の目的

つまり、データだけから

- (1) スキルレベルの特定は可能か?
- (2) スキル獲得のための動き予測は可能か?

という2つの疑問の解を、知的情報処理を使ったデータ解析から導き出し、データの蓄積に伴い精度が向上する自己成長型トレーニングシステムの開発を目指す。

3. 研究の方法

本研究で計画した作業としては、アルゴリズム開発、システム開発、動きデータ収集、および実験であった。初年度はスキルをビッグデータから知的情報処理によって数値化するためのアルゴリズム開発を行った。2年目は動きデータの試験的な解析を、開発したアルゴリズムを適用し、実証実験を行った。最終年度には、実証実験の事例を元に、広く社会実装を目指し、市場での利用事例の探索に時間をあてた。さらに、研究期間全体にわたり、動きデータ収集のための実験を実施し、データ蓄積に努めた。

4. 研究成果

(1) スキルグルーピングの開発

本研究では、動きのデータを多数集めた「動きビッグデータ」を使って、スキルの得点「スコア」に変換する仕組み「スキルグルーピング」を開発した。ユーザが目指す理想の動きに近づくためのガイドをするシステムの構築と、そのサービスを提供する技術基盤を開発した。動きのデータを採取することは日常に取り込まれ、スマホでさえもモーションセンサを備えるほど、身近な技術であり多量の動きデータを採取することができるため、動きビッグデータを利用することで、人の動きの多様性を時間的な変遷も含め、統計値のベースとして用いる事で、上述のバイオメカニクス理論で用いられるパラメタの決定を吸収した。

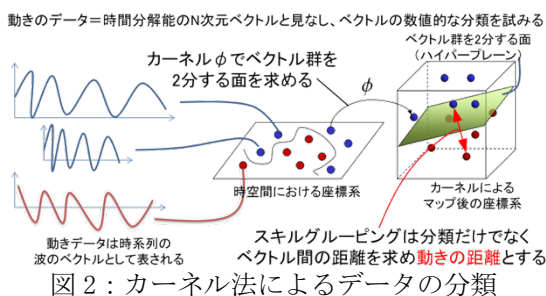


図2: カーネル法によるデータの分類

この仕組みの中で、ユーザが熟練者との比較をする際は、その動きデータの数学的距離を求めてできないかと考えた。そこで、図2に示すように、カーネル法と呼ばれる、データの類似性を2分割する技術に対し、分類したデータ間の距離を決定する処理を追加することで、「動きの距離」を得る。このとき、図3のように、例えば、マラソンのタイムのようなスキルに関連する指標でグループを

作ると、スキルに関連する部位の動きは、リニアに分布する。スキルグルーピングは、このようなスキルに関連する部位を自動で発見するだけでなく、関連する部位の動きデータが、スキル獲得のための指標として表され、動きデータをスマホなどの端末から送信後、上記の処理をサーバで処理し、スコアを返すことで、自動的にコーチングを行う新しいサービスを提供することができる（引用文献①）。

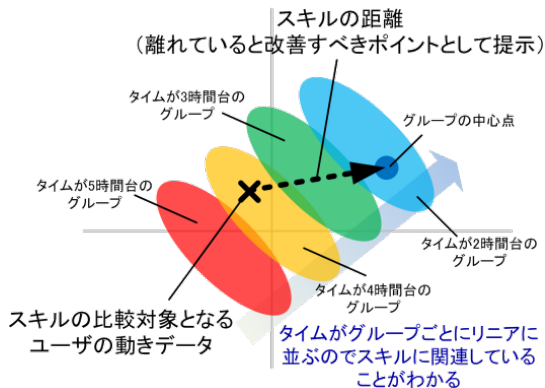


図3：スキルに関連する分布

(2) スキル分析の実証実験

実証実験として、ミズノ社が提供するランニングフォームのアドバイスサービス F.O.R.M で取得した約 2000 人のランニングデータを使って、スキルグルーピングによりマラソンのタイムを良くするためのスキルを分析し、影響度を提示する実証実験を行った。

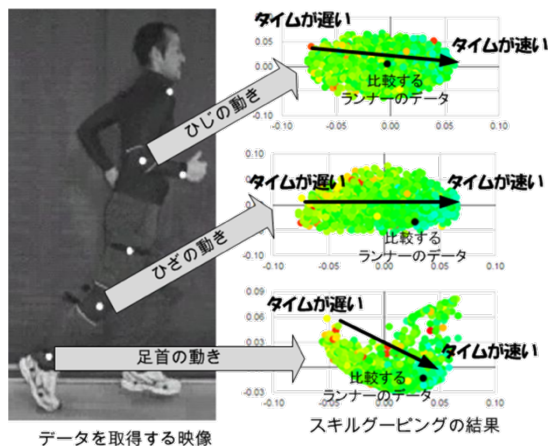


図4：ランニングでの実証実験

図4に示すように、走動作の動きデータは、身体の6カ所につけたマーカーの3次元位置を高速カメラで撮影した映像から得る。各マーカーの3次元位置をスキルグルーピングにかけると、ひじ、ひざ、足首がマラソンのタイムを上げるためのキーとなること、各走者の動きの距離がタイムに従ってなだらかに変遷することから判明した。これらの3つのポイントの動きビッグデータから、タイムに与える影響度（タイムが良いグループから遠いと100となる数値。100-スコア）を図5

のようにレーダーチャートで示すことで、スキルに対してのスコアを、影響度という形で、目標の動きに近づく際に見るべきポイントを提示するサービスの構築可能性を実証した。

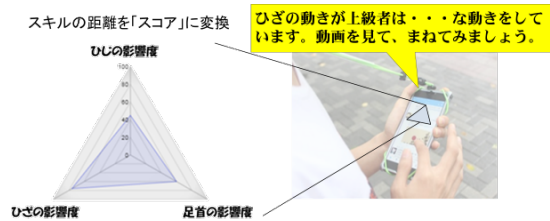


図5：スキルを提示するサービス例

(3) コンディショニングへの適用可能性の実証実験

スキーの技能検定（いわゆるバッジテスト）では、属人的な評価を行っており、規定の技能を観察により審査員が評価する。これをコンピュータで評価を自動化できないかと考え、スキーのパラレルターンにスキルグルーピングを適用し、スキーのトレーニングシステムを開発した。図6に示すように実証実験の際に、3人の初心者と3人の熟練者に、スマートフォンを背負ってもらい、その加速度センサでパラレルターンの動きを採取して、スキルグルーピングにそのデータを適用した。図6のグラフには各実験参加者の8回の試技が人物ごとに同じ線としてプロットされている。熟練者と初心者の分布が異なっているのは上述の技能面での差異を表しているが、それぞれの実験参加者の8回の試行が、熟練者は狭い範囲でプロットされ、初心者は大きな範囲でプロットされている。つまり、熟練者は毎回の滑りで雪面を同じように捉えられているが、初心者はそうではないことがわかる。したがって、自分の滑りが常に同じであるかを動きの差異から判断できる材料として使い、スキルが向上しているかを確認するコンディショニングサービスを提供できることを実証した。

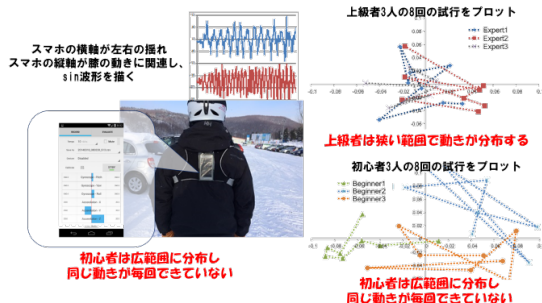


図6：コンディショニングの実証実験

(4) 道具の差異の動き解析の可能性の実証実験

さらに、野球のバットスイングにおいて、図7のようにバットの底部に加速度・ジャイロセンサを取り付け、ティーバッティングを行う動作を、プロ、アマの選手たちから取得し、

スキルグルーピングを適用した。この際に、バットの種類を金属と木製で、同一選手に振ってもらい、結果を比較した。

図7のグラフのA4、A5というラベルは選手を識別するIDであるが、異なるバットを使うと、異なる位置にプロットされる。つまり、道具の差によって、スキルの差が生まれ、打動作が変化することを表している。この実験から、道具の差をスキルグルーピングで数値化し、さらに可視化して、ユーザの体へのフィット感を自動的に判別する道具のフィッティングサービスが展開できることを実証した。

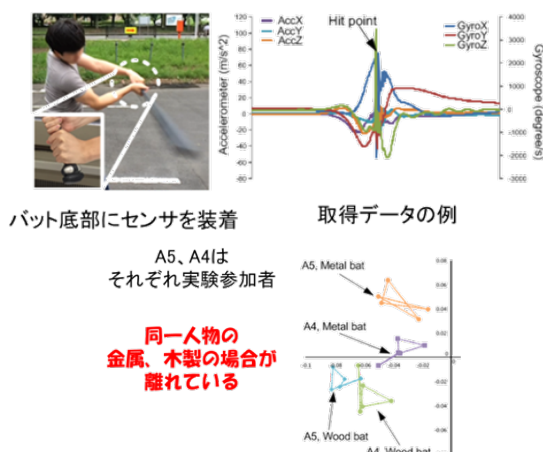


図7：道具の差異の動き解析実証実験

#### <引用文献>

① Shinichi Yamagiwa, Yoshinobu Kawahara, Noriyuki Tabuchi, Yoshinobu Watanabe and Takeshi Naruo, Skill Grouping Method: Mining and Clustering Skill Differences from Body Movement BigData, In Proceeding of International conference on BigData 2015, pp. 2525 - 2534, IEEE, October 2015.

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 1 件)

① Shinichi Yamagiwa, Yoshinobu Kawahara, Noriyuki Tabuchi, Yoshinobu Watanabe and Takeshi Naruo, Skill Grouping Method: Mining and Clustering Skill Differences from Body Movement BigData, In Proceeding of International conference on BigData 2015, pp. 2525 - 2534, IEEE, October 2015. 査読有  
DOI: 10.1109/BigData.2015.7364049

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

#### ○出願状況 (計 3 件)

① 名称: Evaluation Information Provision System

発明者: Shinichi Yamagiwa, Yoshinobu Kawahara, Noriyuki Tabuchi, Yoshinobu Watanabe, Takeshi Naruo, Yuichi Shimizu, Shohei Shibata

権利者: University of Tsukuba, Osaka University, MIZUNO CORPORATION

種類: 特許

番号: EP16857429.1

出願年月日: 平成30年2月26日

国内外の別: 国外

② 名称: Evaluation Information Provision System and Evaluation Information Provision Method

発明者: Shinichi Yamagiwa, Yoshinobu Kawahara, Noriyuki Tabuchi, Yoshinobu Watanabe, Takeshi Naruo, Yuichi Shimizu, Shohei Shibata

権利者: University of Tsukuba, Osaka University, MIZUNO CORPORATION

種類: 特許

番号: US15/542,382

出願年月日: 平成29年7月10日

国内外の別: 国外

③ 名称: 評価情報提供システムおよび評価情報提供方法

発明者: 山際伸一, 河原吉伸, 田淵規之, 渡辺良信, 鳴尾文司, 清水雄一, 柴田翔平

権利者: 筑波大学, 大阪大学, 美津濃株式会社

種類: 特許

番号: PCT/JP2016/080827

出願年月日: 平成28年10月18日

国内外の別: 国外

#### ○取得状況 (計 1 件)

名称: 評価情報提供システムおよび評価情報提供方法

発明者: 山際伸一, 河原吉伸, 田淵規之, 渡辺良信, 鳴尾文司, 清水雄一, 柴田翔平

権利者: 筑波大学, 大阪大学, 美津濃株式会社

種類: 特許

番号: 6163635

取得年月日: 平成29年6月30日

国内外の別: 国内

#### [その他]

① JSTサイエンスニュース「ビッグデータとAIで能力向上! ~スポーツトレーニングの新技術」(平成28年8月12日配信)

<https://sciencechannel.jst.go.jp/M160001/detail/M160001002.html>

② 誠文堂新光社 子供の科学 平成28年1月号 KOKA TOPICS「スポーツの技をビッグデータ技術で解析」



③ ET/IoT Technology Award 2016 「特別賞」一般財団法人 組込みシステム技術協会、平成 27 年 11 月 27 日

④ 財経新聞 「動きの映像をもとに、運動技術の習得を支援する技術を開発—筑波大・山際伸一氏ら」平成 27 年 11 月 3 日

⑤ 日刊工業新聞 朝刊 平成 27 年 11 月 2 日「運動能力上達 AI が指導」

⑥ 筑波大学プレスリリース「動きのビッグデータから人工知能技術をつかって運動技術の獲得を支援する ～コンピュータで技を伝承する基礎技術を開発～」平成 27 年 10 月 28 日

<http://www.tsukuba.ac.jp/attention-research/p201510281400.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山際 伸一 (YAMAGIWA, Shinichi)  
筑波大学・システム情報系・准教授  
研究者番号：10574725

### (2) 研究分担者

和田 耕一 (WADA, Koichi)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号：30175145

河原 吉伸 (KAWAHARA, Yoshinobu)  
大阪大学・産業科学研究所・准教授  
研究者番号：00514796

山本 裕二 (YAMAMOTO, Yuji)  
名古屋大学・総合保健体育科学センター・教授  
研究者番号：30191456

門田 浩二 (KADOTA, Koji)  
大阪大学・医学系研究科・助教  
研究者番号：50557220

### (3) 連携研究者

平田 智秋 (HIRATA, Chiaki)  
十文字学園女子大学・人間生活学部・准教授  
研究者番号：80438895