

産総研身体運動データベースの現状と課題

Current State and Future Agenda for AIST Body Motion Database

○ 小林吉之（産総研） 保原浩明（産総研） 中嶋香奈子（産総研） 橋詰賢（産総研）

Yoshiyuki KOBAYASHI, AIST, Hiroaki HOBARA, AIST
Kanao NAKAJIMA, AIST, Satoru HASHIZUME, AIST

Abstract: This article was written to enhance the discussion in the organized-session regarding “the use and application of database in the field of biomechanics” in the LIFE conference 2016. Due to the recent technological development in the IT field, the number of data we can use in the biomechanical research increase rapidly. However, the discussion about the specification of data collection, data analyses and potential data sharing is not fully achieved yet. In this article and the presentation at the organized-session, we will show the current state and future agenda for AIST Body Motion Database, so that we can discuss how we should collect and share the biomechanical data in near future, to create new values in the field of biomechanics.

Key Words: Biomechanics, Database, Application, Big data, Deep data

1. はじめに

本稿は、LIFE2016におけるオーガナイズドセッション：「バイオメカニクス分野における大規模データベースの利活用と今後」での話題のベースとすべく執筆した。

人の身体運動を定量的に分析することは、身体能力や健康状態、身の回りの製品の評価につなげることができる。バイオメカニクス分野では、これまでも様々な装置を用いて、多様な観点から、様々な身体運動の分析が行われてきた。近年、センサ技術の発展や普及、計算機の能力向上、記録媒体の大容量化などに伴い、我々が取り扱うことができるデータの種類や数は飛躍的に増加してきている。例えば我々は、後述する通り、モーションキャプチャシステムで計測した数百人規模の健康成人の歩行データや走行データを保有しており、身体運動に関する様々な特徴の評価を行ってきた⁽¹⁻⁵⁾。また槇原らは、科学的操作への応用を念頭に、サーベイランスカメラを使用して一年弱で数万人規模の歩行映像データを収集できるシステムを構築している⁽⁶⁾。このようなデータを上手く活用することができれば、これまで小数例でしか分析ができなかった事象について、多数例で確認をすることができたり、研究室では明らかになっていた事象を日常生活中でも検証することができたりなど、新たな研究分野や価値を作り出せる可能性が考えられる。

しかしすべての機関で大規模なデータを収集できるわけではないことから、複数の機関が連携してデータを共有する動きが既に始まっている⁽⁷⁻⁸⁾。このような情勢の中で、どの程度の粒度のデータを、どのような付随情報とともに、どのくらいの量を収集し、どのように分析するのか、また将来的にはどのようにデータを共有するとバイオメカニクス分野における新しい価値につなげられそうなのかといった要求仕様については議論がなされていない。そこで今回の発表では、大規模データベースの先進事例としてのAIST身体運動データベースについて紹介し、本セッションでの議論のベースとしたいと考えている（図1）。

2. AIST 身体運動データベースの現状

2016年7月現在、産総研人間情報研究部門 DHRG では、モーションキャプチャシステムを用いて計測した主に健康成人の歩行データを400名以上、走行データを20名以上分保有している。このうちの一部は、既にAIST歩行データ

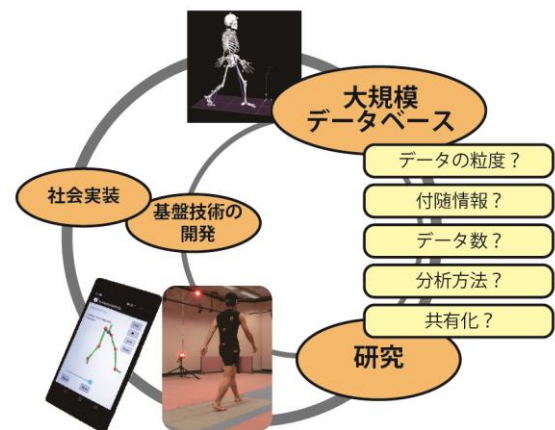


図1 データベースの要求仕様に関するイメージ

ベース 2013⁽⁹⁾、及びAIST歩行データベース 2015⁽¹⁰⁾としてWeb上で公開されている。AIST歩行データベース 2013は、2008年から2012年の期間に計測された139名（男性76名、女性63名、平均年齢44.4±19.08歳）の全身の歩行データをまとめたもので、2014年春にWeb上で公開した。このデータベースには、各被験者1試行ずつのマーカ座標、床反力、及びそれらから計算された運動学及び運動力学の各種変数を登録した。AIST歩行データベース 2015は、上記のAIST歩行データベース 2013を公開後、動作の再現性についても検討したいという要望が複数のユーザから挙げられたことから、2008年から2015年の期間に計測された214名（男性115名、女性99名、平均年齢48.6±20.8歳）の5試行ずつのデータを含め、2015年春にWeb上で公開した。このデータベースに登録されている変数は、AIST歩行データベース 2013と同様に、各被験者のマーカ座標、床反力、及びそれらから計算された運動学及び運動力学である。2016年7月現在、これらのデータベースは計430回以上ダウンロードされている（同一機関からの重複も含む）。

これらのデータベースに登録されているデータの計測は、産総研臨海副都心センター内に設置された10m程度の歩行路で行った。計測で用いた機器は、三次元動作計測装置（Vicon MXシステム、Vicon社）及び床反力計

(BP400600-2000PT 及び BP400600-1000PT, AMTI 社) であった。三次元動作計測装置は 200Hz で、床反力計は 1000～2000Hz でそれぞれ計測した。三次元動作計測装置の計測エリア及び床反力計は実験室の中央部に位置しており、すべての被験者の定常歩行もしくは走行を計測できるようにした。

計測時の被験者らの着衣（スパッツ・ノースリーブシャツ）は実験者が用意した共通のものとし、足部は裸足状態とした。被験者の体表 57 か所には反射マーカを貼付した。マーカの貼付は熟練した経験を持つ数名の研究者もしくは計測スタッフですべて実施した。

すべてのマーカを貼付した後、はじめに基準姿勢として被験者の直立姿勢を計測した。この段階で、貼付されているマーカの数の確認も行った。基準姿勢の計測後、歩行動作もしくは走行動作の練習を行った。その際各被験者には、「いつも通り歩いて（走って）下さい」と指示した。実験者は歩行動作もしくは走行動作の練習中に、被験者には悟られないように床反力計を左右の足で自然に踏み分けられるようなスタート位置を調整した。

数回の練習試行の後、本計測を行った。本計測では、各被験者が自然に歩行もしくは走行し、かつ左右の床反力を正しく計測できた成功試行を最低 5 試行分ずつ計測した。

上記の要領で計測された各データは、被験者ごとに C-Motion 社の Visual 3D 形式でまとめた。我々が各データを Visual 3D の形式でまとめた理由は、1) Visual 3D がバイオメカニクス分野で広く用いられている解析ソフトであること、2) Visual 3D のユーザであれば各データについて任意の変数を容易に求めたり、データを出力したりすることができること、及び 3) C-Motion 社が無料の Viewer ソフトを配布しており、Visual 3D のユーザでない者でも各データを自由に閲覧できることの 3 点から、当該データを公開した際にも有用であると考えたためである。

各データからは、Visual 3D の機能を用いて関節角度や関節モーメント、仕事率、仕事量などの運動学及び運動力学の変数を算出している。

上記のような手順で計測した身体運動に関するデータのほか、各被験者からは以下の付随情報を聞いている：性別、年齢、運動歴、疾病歴、転倒スコア⁽¹¹⁾、ロコモ 25 得点⁽¹²⁾、JKOM 得点⁽¹³⁾、MMSE 得点⁽¹⁴⁾（*のついた指標については一部の被験者からのみ回収）。これらの指標は、データのスクリーニングや教師有り学習などで使用することができる。

3. AIST 身体運動データベースの課題

現状の AIST 身体運動データベースに登録されているデータには様々な活用方法がある。例えば我々はこれまで、性別や年齢に影響を受ける歩行特徴⁽¹⁾や、転倒経験者に特有の歩行特徴⁽²⁾、怪我をしにくい走り方の特徴⁽³⁾などを研究してきた。更に我々は、近年普及が進む簡易センサを用いることを前提に、これらの特徴を評価するモデル式⁽¹⁵⁻¹⁶⁾や、現在行っている身体運動を識別するモデル式⁽¹⁷⁾の開発も行ってきた。しかし現状の身体運動データベースには、①計測データによる偏りや、②計測条件による偏りといった課題も指摘できる。

まず①については、我々が比較的大規模なデータを持っているとはいえ、日本の総人口から考えるとわずか 0.0003% 分である。また、計測が東京の臨海副都心地区でのみ行われているため当該データベースに登録されたデータは、必然的に、東京近郊在住で、かつ実験室での計測に協力可能な、比較的元気な日本人から取得されたデータに

偏っていることが考えられる。この点については、例えば横原らのようなシステムを用いれば大量に収集できると思われるが、一方でこのような手法ではデータの粒度に課題が残る可能性もある。

次に②については、計測が実験室でモーションキャプチャシステムと床反力計を用いている点が挙げられる。このため当該データベースに登録されたデータは、必然的に日常生活とは異なる特殊な計測着やマーカを着用の上、実験者が注目しているなか、一定距離を歩いたもしくは走った際のデータとなっており、実環境とのかい離の可能性が考えられる。実際一部の変数については、人種⁽¹⁸⁾や、服装⁽¹⁹⁾、履物⁽²⁰⁻²¹⁾によって影響を受けることが報告されている。このことから、研究の用途によっては当該データが適切でないことが考えられる。

4. おわりに

前述のとおり、近年のセンサ技術の発展や普及、計算機の能力向上、記録媒体の大容量化などに伴い、我々が取り扱うことができるデータの種類や数は飛躍的に増加してきている。我々は今後も継続してデータの拡充を行っていくため、その際にはより公益にかなうような形でデータの収集を検討したいと考えている。

以上のことから本セッションでは、計測するデータの種類やその分析方法、将来的な共有方法などについての議論を積極的に行いたい。

参考文献

- (1) Y. Kobayashi, H. Hobara, TA. Helldoorn, M. Kouchi, and M. Mochimaru, Age-independent and age-dependent sex difference in gait pattern determined by principal component analysis, *Gait and Posture*, 46, 11-17, 2016.
- (2) Y. Kobayashi, H. Hobara, S. Matsushita, and M. Mochimaru, Key joint kinematics characteristics of the gait of fallers identified by principal component analysis, *Journal of Biomechanics*, 47(10), 2424-9, 2014.
- (3) B. Suzuki, Y. Kobayashi, M. Mochimaru, and H. Fujimoto, Gait characteristics of locomotive syndrome by principle component analysis, *International Society of Biomechanics*, 2015.
- (4) T. Ueda, H. Hobara, Y. Kobayashi, M. Mochimaru, H. Mizoguchi, and TA. Helldoorn, Effects of speed and step frequency on loading variables during running, *International Society of Biomechanics*, AS-0481, 2015.
- (5) S. Hashizume, A. Murai, H. Hobara, and Y. Kobayashi, Influence of running shoes on the negative works of the lower extremity joints: A preliminary study, *Proceedings of ECS2016*, 2016.
- (6) Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, and Y. Yagi, Gait collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition, the 8th IAPR, 1-8, 2016.
- (7) JK. Moore, SK. Hnat and AJ. van den Bogert, An elaborate data set on human gait and the effect of mechanical perturbations, *PeerJ*, 28, 3,
- (8) International Society of Biomechanics, ISB Data Resources: <http://isbweb.org/data/>

- (9) 小林吉之, 持丸正明, AIST歩行データベース2013, 2013.
<http://www.dh.aist.go.jp/database/gait2013/index.html>
- (10) 小林吉之, 保原浩明, 持丸正明, AIST歩行データベース2015, 2015.
<http://www.dh.aist.go.jp/database/gait2015/index.html>
- (11) 鳥羽研二, 大河内二郎, 高橋泰, 松林公蔵, 西永正典, 山田思鶴, 高橋龍太郎, 西島令子, 小林義雄, 町田綾子, 秋下雅弘, 佐々木英忠, 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証, 日本老年医学会雑誌 42(3), 346-352, 2005.
- (12) A. Seichi, Y. Hoshino, T. Doi, M. Akai, Y. Tobimatsu, T. Iwatya, Development of a screening tool for risk of locomotive syndrome in the elderly — the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale, Journal of Orthopaedic Science, 17, 163-172, 2012.
- (13) M. Akai, T. Doi, K. Fujino, T. Iwaya, H. Kurosawa, and T. Nasu, An outcome measure for Japanese people with knee osteoarthritis, J Rheumatol. 32, 1524-32, 2005.
- (14) 森悦郎, 三谷洋子, 山鳥重, 神経疾患患者における日本語版 Mini-Mental Stateテストの有用性, 神経心理学, 1(2), 82-89, 1985.
- (15) Y. Kobayashi, H. Hobara, TA. Heldoorn, and M. Mochimaru, Discrimination of Fallers and Non-Fallers using the Variability of the Magnitude of the Sacral Acceleration Vector, International Society of Biomechanics, 2015.
- (16) 鈴木漠, 小林吉之, 持丸正明, 藤本浩志, ロコモティブシンドローム評価モデルの作製, 運動器科学会予稿集, 2016.
- (17) TA. Heldoorn, Y. Kobayashi, H. Hobara, and M. Mochimaru, Physical activity classification using shoe-mounted sensors and confidence regions, Footwear Science, Volume 7, S152-S153, 2015.
- (18) S. Al-Obaidi, JC. Wall, A. Al-Yagoub, and M. Al-Ghanim, Basic gait parameters: a comparison of reference data of normal subjects 20 to 29 years of age from Kuwait and Scandinavia, International Journal of Rehabilitation Research, 40, 361-6, 2003.
- (19) J. Kataoka, M. Suzuki, S. Shibata, S. and K. Sakamoto, Observation study on natural walking in the Tokyo metropolitan, The Annals of physiological anthropology, 13(5), 219-31, 1994.
- (20) Y. Kobayashi, T. Oda, Y. Kaneko, and M. Mochimaru, Kinematic and kinetic assessment of walking shoes with specialty insole, Footwear Science, 5(S1), S65-S67, 2013.
- (21) Y. Kobayashi, M. Akimoto, K. Imaizumi, H. Hobara, M. Kouchi, and M. Mochimaru, How too big shoes affect to the joint kinematics of kids gait pattern?, Footwear Science, Volume 7, S53-S55, 2015.