

座位姿勢が立位及び歩行姿勢に与える影響の画像評価

森山 剛* (東京工芸大学)

佐々木 空 木津 直昭 (KIZU カイロプラクティック)

Effects of Sitting Posture on the Following Standing and Walking Postures

Tsuyoshi Moriyama* (Tokyo Polytechnic University)

Hiroshi Sasaki, Tadaaki Kizu (KIZU CHIROPRACTIC)

OpenPose has been prevalent since it was proposed in 2017 with the default settings of two dimensions. Its extension to three dimensions is necessary for accurate evaluation of human posture and movements in many applications, but the information for its implementation is limited to simple notes without any detailed know-how necessary to the community. We applied the two dimensional OpenPose to an example application of posture evaluation in sitting, standing, and walking that affect the quality of lives of human society. We discuss the results and the discussion toward three-dimensional evaluation in this report.

キーワード：姿勢，運動連鎖，動作解析，画像計測，健康寿命

(Keywords, posture, kinetic chain, motion analysis, image measurement, healthy life expectancy)

1. はじめに

情報化社会において、いわゆる VDT (Visual Display Terminals)環境で長時間働く場面が増えた。そのように長時間画面を覗き込み続けることが健康にどのような影響を及ぼすかについて人類は経験が浅い。ようやく椅子の違いによる姿勢の違いについての定量評価を行う研究も始まっている⁽²⁾。近年では、そもそも座ること自体しなければ良いと、スタンディングワーク (立位でデスクワークを行う) を導入する企業もあるが、効果に関しては懐疑的な報告もある⁽³⁾。結局、座っていても立っていても、身体に負担の少ない姿勢についての知識に基づいた好姿勢維持の意識がなければならない。

一方、Studenski ら (2011) らは、65 歳以上の 34,485 人について 1986 年から 2000 年に行われた 9 つのコホート研究を総合し、1 つの結論を得た。それは、速く歩くほど平均余命が延びるというものであった⁽⁴⁾。これは群馬県中之条町で行われている、いわゆる中之条実験において、生活習慣病の予防には、歩数と共に中強度の運動 (速歩き) が必須であるという結果と符合する⁽⁵⁾。そして、速歩きを日常的に行う際に、一般的な歩行周期においては、骨盤が後傾する状態 (スウェイバック等) では、下行性運動連鎖が崩れてしまい、股関節において大腿骨頭と骨盤臼蓋とが組み合わさる際の角度が悪化し (寛骨臼被覆の減少⁽⁶⁾)、変形性股関節症の要因となり、結果として QoL を下げってしまう可能性があ

る。

本研究では、健康寿命延伸のため、速歩きが可能な姿勢を維持することに繋がる座位姿勢を実現するため、座位姿勢が立位及び歩行時の姿勢に及ぼす影響を明らかにする。

2. 姿勢の画像評価実験

〈2・1〉OpenPose を用いた姿勢解析 OpenPose は、2017 年にカーネギーメロン大学ロボティクス研究所の Cao らによって発表された人物動作の画像解析アルゴリズムである⁽¹⁾。深層学習に基づいており、教育機関あるいは非営利組織による非商用の研究利用に限り、アルゴリズムを実装したソースコードを無償で使用することができる。画像上の見えから、身体のパーツとしての確からしさと、パーツ間の連結としての確からしさの双方の得点を深層学習に基づいて求め、ボトムアップで連結していく方法を採用している。画像処理に基づく受動計測であるため、赤外線等に基づく能動計測と異なり距離に制約がなく、また、ボトムアップの戦略により画像中に何人の人物がいてもリアルタイム処理が可能である。

配布された初期のパッケージは 2 次元処理であったが、その後、OpenCV に実装されているカメラキャリブレーションを簡易に行うインタフェースを含め、シーンの 3 次元復元を行う拡張を施したサンプルが配布された。当初のバージョン (1.3.0) では、人体に関して 18 点の節点を設けていたが (COCO モデル)、次期の現バージョン (1.4.0) では

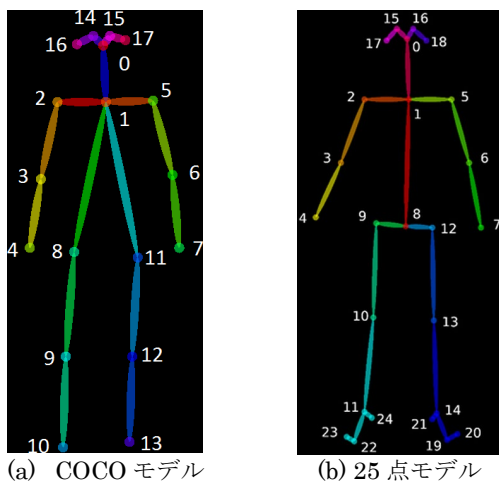


図1 OpenPoseの人体モデル

25点モデルが用いられている(図1)。当初は首から左右の脚上部へ連結するもの(図1(a)における1から8及び11への連結)であったが、25点モデルでは脊柱に沿った節点(図1(b)における1から8の連結)に変わった。

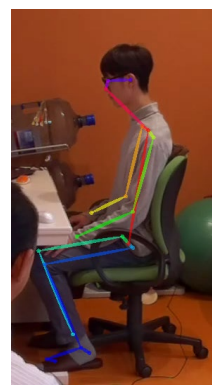
〈2・2〉座位姿勢が及ぼす影響に関する実験 1章でVDT環境において座位の場面が増えた現状を指摘したが、座位姿勢の悪化は起立後の姿勢(立位姿勢及び歩行姿勢)に悪影響を及ぼす可能性が指摘されている。そこで、椅子への座り方を変えた際の座位姿勢、そして起立した際の立位姿勢、歩行姿勢のそれぞれを計測する予備的な実験を行った。図2に、浅く座った場合と深く座った場合の2次元OpenPoseによる処理結果を示す。図2(a)と(b)を比較すると、浅く座った場合の方が、座位における脊柱が後弯していることが視認できる。そして、その後起立した際の立位姿勢(図2(c)と(d))を比較すると、椅子に浅く座った後では骨盤が後傾し、脊柱が後弯したままなため頭部が前傾しているのに対し、椅子に深く座った後では骨盤が直立に近づき、脊柱がS字状カーブを描いているのが視認できる。さらにその後歩行した際の姿勢(図2(e)と(f)に示す、立脚期末)を比較すると、浅く座った場合に立脚を後方へ伸展させるために、股関節における回転に加えて、脊柱を回転軸とする骨盤の回転に伴って上部が時計回りに回転し(ねじれ)ている様子が視認できる。

3. 姿勢評価の3次元化の検討

VDT環境において行われる作業はコンピュータ操作であることが多い。コンピュータ操作は、マウスとキーボードを使った操作であり、左右非対称の運動である。これを長時間継続して行った結果、姿勢に悪影響を及ぼす可能性がある。一方2.2節では、人体に対して左右対称の姿勢変化で、かつ関節の前後方向の移動のみを考慮しているため、矢状面(人物を側方から見た断面)のみを考慮すれば十分であったが、コンピュータ操作による姿勢変化は左右非対称であるため



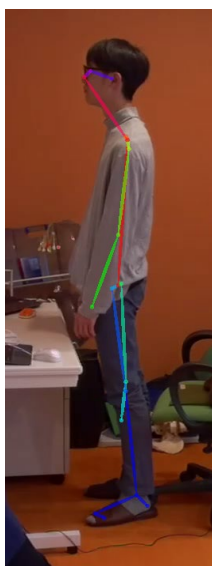
(a) 浅く座った場合



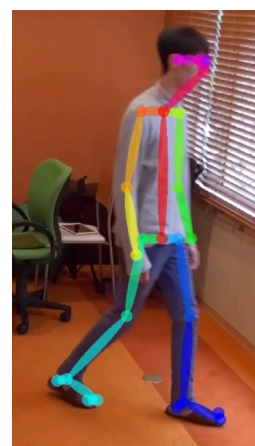
(b) 深く座った場合



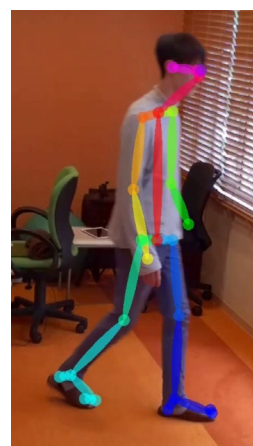
(c) 浅く座った後起立



(d) 深く座った後起立



(e) 浅く座った後歩行



(f) 深く座った後歩行

図2 座位姿勢を変えた場合の立位姿勢の比較

に、さらに冠状面(人物を上方から見た断面)と前額面(人物を正面から見た断面)を考慮する必要がある。

2次元OpenPoseによる姿勢評価でも、カメラの画像平面と人物の身体の向きを厳密に揃えるよう条件を強制すれば、2.2節で行った実験は可能であった。しかし今後、このような左右非対称の姿勢変化や体軸回りのねじれを数値化していくためには、3次元化するすなわちOpenPoseによる動作解析を3次元に拡張する必要があると考えられる。

4. まとめ

座位姿勢が及ぼす、起立時の立位姿勢、さらにそこから歩き出した際の歩行姿勢に関して、OpenPose を用いた画像評価実験を行った。その結果、座位姿勢が浅く座った時のように骨盤が後傾していると、深く座って骨盤が直立している場合と比較して、その後の立位姿勢と歩行姿勢の両方に影響を及ぼす結果が見られた。立位姿勢では、骨盤の後傾による頸椎の後弯が見られ、脊柱のS字状カーブが失われた。また歩行姿勢（立脚期末の立脚の後方への蹴り出し時の姿勢）では、立脚の後方への伸展を行うために、股関節の回転に加えて骨盤の回転が起こった。

今後、VDT 環境における作業について考察したように、座位において行われる左右非対称の作業が及ぼす姿勢変化を評価するためには、3次元へ拡張した OpenPose を用いて実験を行う必要がある。その上で、座位姿勢を保つ時間を変化させた場合に関する検討を行うと共に、被験者を増やして個人差についても検討を行う。

謝 辞

本研究の一部は「平成28年度文部科学省私立大学研究ブランディング事業」の助成を受けたものです。

文 献

-
- (1) Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. arXiv preprint arXiv:1812.08008, 2018.
 - (2) 平田淳也, 井上桂子, 鈴木哲. バランスチェアが VDT 作業時の頸部の筋活動に与える影響. 日本義肢装具学会誌, 34(2):150-153, 2018.
 - (3) 土橋祥平, 小山康文, 安藤大輔, 小山勝弘. 作業姿勢の相違がコンピュータによる計算課題の成績に及ぼす影響-近赤外線分光法を用いた検討. 体力科学, 68(2):125-132, 2019.
 - (4) Studenski, S., et al. Gait Speed and Survival in Older Adults. JAMA, 305(1):50-58, 2011.
 - (5) 青柳幸利. 身体活動計を用いた、新しい健康づくり：介護予防から、うつ、メタボリックシンドローム対策まで：群馬県中之条町での取り組み, 日本医療企画, 2007.
 - (6) 日本整形外科学会, 日本股関節学会, 変形性股関節症診療ガイドライン 2016, 改訂第2版, 南江堂, p.41-43, 2016.