

Azure Kinect を用いた骨格推定に基づく姿勢評価方法の改善 Improvement of a posture evaluation method based on skeletal estimation using Azure Kinect

小澤 佑起¹⁾ 金丸 隆志¹⁾
Yuki Ozawa Takashi Kanamaru

1. はじめに

近年のコロナウイルス感染拡大の影響により、PC を活用した生活様式が普及している。令和 3 年と令和 4 年においては過半数の企業がテレワークを導入している[1]。

このような生活様式が普及する中で、身体的な不調（肩こりや腰痛など）を感じる人が多い[2]。我々の先行研究では、着座時の姿勢を客観的に評価することを目標とし、上半身と首における角度を用いた姿勢評価方法を提案した[3]。

しかし、前述の姿勢評価方法では、姿勢評価をすることはできるが、角度の変化量が小さく、報告されている実測値とかけ離れているという問題がある。

そこで、より変化量が大きくなるように、新しい姿勢評価方法を改善することを目指す。なお、本研究では、報告されている実測値に値を近づけることを目的とし、上半身に着目する。（FIT2024 第 23 回情報科学技術フォーラム 講演論文集 第 3 分冊 (2024) pp.153-154.）

2. Azure Kinect を用いた提案手法

本研究では、Azure Kinect を用いた骨格推定に基づく姿勢評価方法を提案する。姿勢を評価するのは上半身部とし、人体の骨格に基づいて算出される胸椎後弯角を Azure Kinect を用いて推定することを目指す。上半身部の姿勢評価方法を提案するにあたり、デジタル傾斜計を用いた胸椎後弯角の測定方法[4]を参考にする。

本研究では胸椎後弯角（Thoracic Kyphosis Angle）を θ_{tk} と表記する。

Azure Kinect では、肩、肘、膝などの計 32 個の骨格点を取得できる。しかし、首から尻にかけては 4 つの骨格点しかなく、27 個~28 個の椎体からなる脊柱の状態を十分に反映しているとは言えない。そのため、上述の角度の推定には、脊柱の状態を Azure Kinect の骨格と対応付けるためのいくつかの仮定が必要である。そこで、胸椎後弯角の測定方法に必要な点を Azure Kinect で推定される骨格点を基準として疑似的に定義し、姿勢を評価する方法を提案する。なお、本研究では Azure Kinect を使用するにあたり、Ibai Gorordo 氏が公開しているライブラリである pyKinectAzure を使用する[6]。

2.1 Azure Kinect における疑似骨格点の定義

我々の先行研究では、胸椎後弯角の推定を行うために、Azure Kinect で推定される骨格点と人体の標準的な脊柱画像から比率を算出し、疑似骨格点を定義した[3]。本研究では、上述の姿勢評価方法の改善を目指す。

2.1.1 上半身における姿勢評価方法の改善

従来の上半身における姿勢評価方法は、デジタル傾斜計を用いた胸椎後弯角の測定方法[4]を参考に定義していた。我々の推定手法では、姿勢を評価することは可能であるが、

推定した角度の変化量が最大で 6° しかなかった。この値の変化は、スパイナルマウスなどを用いて計測した結果とかけ離れている。

そこで、式(1)を用いて計算した胸椎後弯角 θ_{tk} を図 2 中の角度 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を用いて算出する方法に変更した。

この方法では、姿勢をまっすぐにした状態（床に対して 90° ）で図 2 中の θ_1, θ_2 を算出し、値を固定する。その後、姿勢の変化に伴い、 θ_3 の値が変化するので、式(2)によって胸椎後弯角 θ_{tk} の算出を行う。なお、 θ_3 は既存骨格点の SPINE_CHEST、SPINE_NAVAL、HEAD の 3 点の内角である。

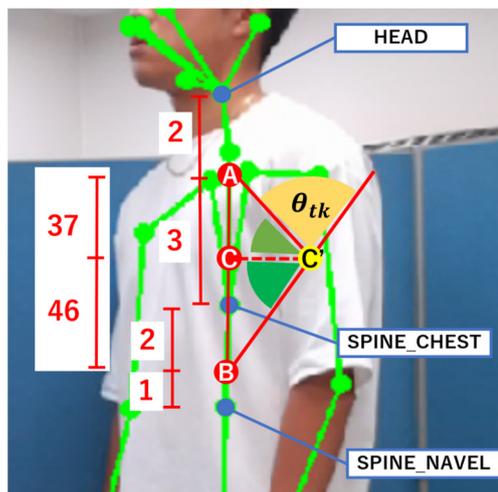


図 1 従来の上半身における姿勢評価方法

$$\theta_{tk} = 180^\circ - \left(\tan^{-1} \left(\frac{|CA|}{|CC'|} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{|CB|}{|CC'|} \right) \right) \quad (1)$$

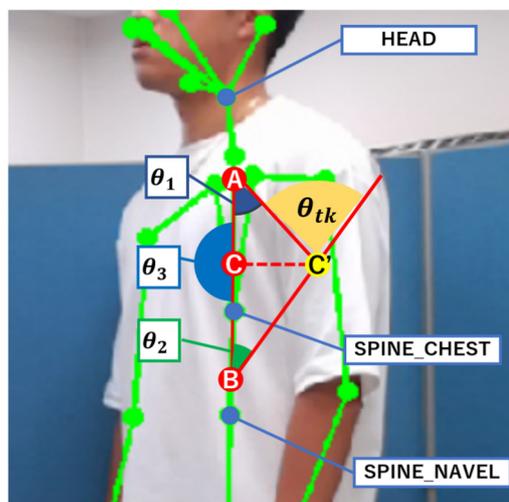


図 2 上半身における新しい姿勢評価方法

$$\theta_{tk} = 180^\circ + \theta_1 + \theta_2 - \theta_3 \quad (2)$$

2.1.2 胸椎後弯角 θ_{tk} の評価実験①

本項では、我々が新たに推定した胸椎後弯角 θ_{tk} が上半身部の姿勢評価に適しているのかを検証する。

実験方法は我々の胸椎後弯角 θ_{tk} の評価実験①を用いる[3]。その結果を図3に示す。従来の上半身部における姿勢評価方法では θ_{tk} における値の変化量が最大で6°前後しかなかったのに対し、変化量が30°前後へと大きくなった。それにより、角度の推定値が実測結果に近づくことが予想され、今後実験により確認する。また、上半身が前傾するにつれて θ_{tk} の値が大きくなり、有意水準5%の分散分析をしたところ、各姿勢で θ_{tk} が有意に変化することが確認された。

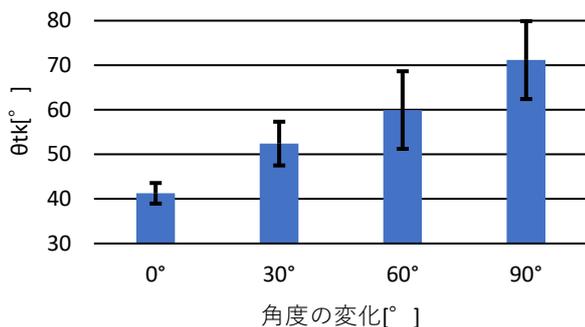


図3 上半身部における θ_{tk} の変化

2.1.3 胸椎後弯角 θ_{tk} の評価実験②

本項では、2.1.2項に加えて、我々が提案した胸椎後弯角 θ_{tk} が上半身部の姿勢評価に適しているのかを検証する。

2.1.2項では、上半身を前傾させたときに胸椎後弯角 θ_{tk} が姿勢の変化に伴って変化するかを検証した。それに対し、上半身全体を変化させた運動ではなく、体の一部を変化させた場合に胸椎後弯角 θ_{tk} がどのように変化するかを検証する。

そのような運動として上肢挙上運動を採用する。上肢挙上運動は、腕を上へ挙げる動作のことを示し、上半身と腕の内角を挙上角と呼ぶ。また、甲斐氏らの研究[7]によると挙上角を120°~180°の間で増加させたときに胸椎後弯角が減少することが分かっている。

本実験では、上述の傾向と我々の提案した胸椎後弯角 θ_{tk} が同様の傾向を示すかを検証する。

実験方法は胸椎後弯角 θ_{tk} の評価実験②を用いる[3]。その結果を図4に示す。挙上角0°~150°の間において胸椎後弯角 θ_{tk} が減少するが、180°では θ_{tk} が増加してしまうことが分かった。

したがって、我々の提案した θ_{tk} の実験結果と甲斐氏らの実験結果[7]とで傾向が一致する範囲は150°以下に限られることが分かった。すなわち、上肢挙上運動のような、体の一部を動かした運動に対しては適用範囲が限定的であることが分かった。

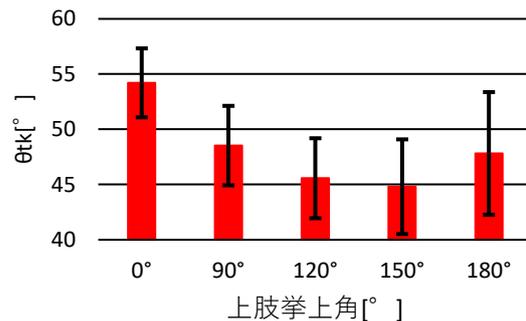


図4 上肢挙上運動による胸椎後弯角の変化

3. まとめ

本研究では、我々の先行研究[3]において推定した胸椎後弯角 θ_{tk} を実験結果に近づけるべく、従来の姿勢評価方法の改善を目指した。胸椎後弯角 θ_{tk} の評価実験①の結果より、 θ_{tk} における値が従来の姿勢評価方法に比べ、30°近く大きく変化するようになった。値が大きく変化することにより、報告されている実測値に近づくと考えられる。

また、本研究で提案した評価手法において、姿勢が前傾するにつれて θ_{tk} の値が増加し、有意水準5%として分散分析を行ったところ、各角度間で有意な差があることが確認された。胸椎後弯角 θ_{tk} の評価実験②では、甲斐氏らの研究[7]の実験結果との比較を行った。結果より、本姿勢評価方法は体の一部を動かした運動に対しては適用範囲が限定的であることが分かった。

しかし、従来の姿勢評価方法と比較し、推定した胸椎後弯角 θ_{tk} における値の変化量が大きくなったことから実測値に近づけることはできた可能性がある。

そこで、スパイナルマウスという医療機器を用いて実測値との検討を行う予定である。スパイナルマウスは背骨に沿って動かすことで、椎体間の角度から胸椎後弯角を測定することができる器具である。そのため、我々の提案評価手法の計測値と実測値との比較に適している。今後は、上述の計測値と実測値の比較を行い、提案評価手法の妥当性を検証する。

また、我々の先行研究[3]で扱った首部の頸椎前弯角 (Cervical Lordosis Angle) についても改善を検討しており、講演時に報告する予定である。

参考文献

- [1] 総務省, “通信利用動向調査” (2023).
- [2] オムロンヘルスケア株式会社, “テレワークとなった働き世代へ緊急アンケート”, (2020).
- [3] 小澤 佑起, 金丸 隆志 “Azure Kinect を用いた骨格推定に基づく姿勢評価方法の提案”, 電子情報通信学会 技術研究報告, Vol.123, No.306, IE2023-33, pp49-52, (2023).
- [4] 大村 颯太, 横山 茂樹, “デジタル傾斜計を用いた胸椎後弯角に関する評価方法の検者内・検者間信頼性”, 理学療法科学, Vol36, No.3 (2021).
- [5] 市川 秀男, “X線画像読影に必要な計測法-頸椎・胸椎-”, INNERVISION, Vol35, No.4 (2020).
- [6] <https://github.com/ibaiGorordo/pyKinectAzure>
- [7] 甲斐 義浩, 村田 伸, 堀江 淳, “上肢挙上運動と脊柱後弯角との関係-健康成人における検討-”, Vol27, No.2, p119-124, 2013