

# 慣性計測装置を用いた作業者の姿勢判別手法の検討とスキル学習支援の応用

## Examination of Worker's Posture Discrimination Method using Inertial Measurement Device and Application of Skill Learning Support

畠中 啓輔<sup>\*1</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>, 岡本 勝<sup>\*1</sup>, 岩根 典之<sup>\*1</sup>, 宗澤 良臣<sup>\*2</sup>  
 Keisuke HATANAKA<sup>\*1</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*1</sup>, Masaru OKAMOTO<sup>\*1</sup>,  
 Noriyuki IWANE<sup>\*1</sup> and Yoshiomi MUNESAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>広島市立大学大学院情報科学研究科, <sup>\*2</sup>広島工業大学大学院機械システム工学専攻

<sup>\*1</sup>Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University,

<sup>\*2</sup>Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: lhatanaka@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

**あらまし**：本稿では、慣性計測装置である Perception Neuron (PN) で計測した情報から作業者の姿勢を判別するシステムを構築した。作業者は PN を装着し、作業を行うことで作業姿勢の危険度を計測することができる。姿勢評価方法は OWAS 法を用い作業姿勢を判別した。実験では被験者にベッドから車椅子への移乗介助を学習前と学習後に行ってもらい、作業姿勢についての学習が可能であることを確認し、リアルタイムフィードバック情報の提示について検討した。

**キーワード**：Perception Neuron, 作業姿勢評価, OWAS, 移乗介助

### 1. はじめに

平成 29 年度の業務上疾病は 7,844 件であり、腰痛による疾病が 63.9% を占め、そのうちの 31.5% を保健衛生業が占めた<sup>(1)</sup>。原因の 1 つとして、無理な姿勢での作業による疲労が挙げられ、作業姿勢の評価・改善が必要である<sup>(2)</sup>。そのため、腰痛等の労働災害を防止し、作業方法の改善を目的とした姿勢分析が行われてきた。分析方法の 1 つに腰部モーメントを用いた腰部負荷を評価する手法がある<sup>(3)</sup>。この手法を用いると、かかえ上げ型による一人介助が熟練度や身長差によらず、腰部負担が小さくなることがわかった。

しかし、介助方法は、指導することが難しい技術の 1 つであり、指導内容は経験に頼っている部分が多い。そこで車椅子移乗介助を指導するのに必要となる指導内容の抽出をするために動作分析を行い、看護師の腰痛を予防する具体的な方法を抽出した<sup>(4)</sup>。

本研究では、作業者の体の各部位の三次元座標を使用し、作業姿勢評価法として職場の作業姿勢による健康障害の検討に広く利用されている OWAS 法<sup>(5)</sup>を用いた作業姿勢分類システムを開発する。本システムを用いることで計測結果から自動的に作業姿勢の分類が可能である。また、学習前後の作業姿勢を比較し、学習効果について検証する。以下、提案システムの詳細を示し、検証実験結果を示す。

### 2. システム構成

本システムでは、姿勢データ読み込み部で作業者の各部位の三次元情報を読み込み、姿勢分類部で OWAS 法により作業姿勢の分類を行う。その分類に基づき、姿勢評価部で作業負荷を評価する。図 1 にシステム構成図を示し、以下に各部の詳細を述べる。

### 2.1 姿勢データ読み込み部

本稿では、作業者のモーションデータを慣性計測装置である Perception Neuron (以下、PN と略記) で計測する。PN はジャイロスコプ、加速度計、磁力計から構成される。本稿では全身に 17 箇所のセンサーを取り付け、モーションデータを取得した。モーションデータは、位置座標と回転角度から構成され、データの取得速度は 60fps である。PN, 3DCG ソフトなどを用いて作業者の動作を計測したモーションデータから姿勢分類に必要な情報を取得する。全身の 17 箇所の三次元座標から姿勢分類に必要な位置情報と関節角度情報を算出する。図 2 に算出した情報の部位を示す。算出された値を姿勢分類部へ送る。

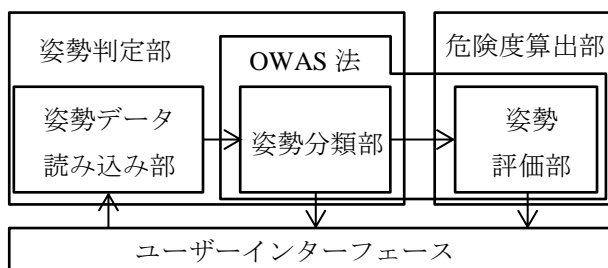


図 1 システム構成図

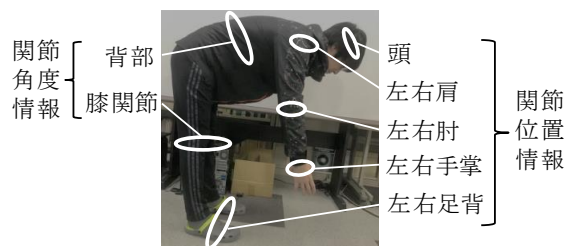


図 2 算出した位置・関節角度情報の部位

## 2.2 姿勢分類部

姿勢データ読み込み部から受け取ったデータを基に、OWAS法を用いて姿勢分類を行う。OWAS法は、背部・上肢・下肢・荷重の4項目から作業姿勢を分類・評価する方法である。分類・評価は、不快感の主観的評価・姿勢による影響・実用可能性を考慮して決定された。算出された位置情報・関節角度情報に基づき、腕と肩の位置関係や背部と下肢の曲がり具合を判断し、入力された姿勢を分類する。モーションデータを分類した結果を姿勢評価部へ送る。

## 2.3 姿勢評価部

姿勢分類部の結果と持っている物の重さや力の大きさからOWAS法より姿勢を評価する。OWAS法では、姿勢の負担度と改善要求度を4段階で判定する。以下に姿勢の負担度と改善要求度を示す。

- 1：改善は不要である。
- 2：近いうちに改善すべきである。
- 3：できるだけ早期に改善すべきである。
- 4：ただちに改善すべきである。

## 3. 検証実験

OWAS法を用いて構築した作業姿勢評価システムによって評価を行い、妥当性を確認する。OWAS法によって分類される作業姿勢のうち26パターンのモーションデータを取得し、本システムと目視での姿勢分類を比較した。ただし、下肢の分類の歩くについては静止面で姿勢分類を行うと他の姿勢に分類されてしまうため除外した。また、移乗介助の経験のない5名の被験者にベッドから車椅子への移乗介助を行ってもらい、作業姿勢を分類・評価した。その後、学習をさせ、再び移乗介助を行ってもらい、同様に作業姿勢を判別・評価した。学習内容として文献[4]で抽出された腰痛を予防する具体的な方法のうち、移乗介助を行ったことがない被験者でも理解できる簡単な方法を抜き出し、学習させた。

本システムでは姿勢分析結果が作業姿勢の負担評価の精度に大きな影響を及ぼすため、まず姿勢分類部の精度を検証した。26パターン全ての姿勢でモーションデータを1フレーム取得し、本システムで姿勢を分類した。本システムと目視での姿勢を分類した結果の差はみられず、一致率は100%となり、高い精度で姿勢分類がされていることが確認できた。

次に学習前と学習後に行った移乗介助のモーションデータを本システムを用いて分析した。分析に使用するモーションデータは6fpsで取得した。分析の結果、被験者5人中3人は改善の傾向がみられ、2人はみられなかった。改善の傾向がみられた3人のうち1人を例として図3に姿勢の負担度と改善要求度の推移を示す。改善要求度が1は18.4%から2.7%、2は23.7%から97.3%、3は52.6%から0%、4は5.3%から0%に改善された。実験後に3つの問いと自由記述欄から構成されるアンケートを行った。改善がみられた3人は自由記述欄に「背中を曲げない

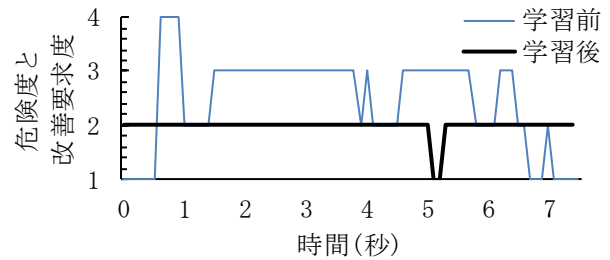


図3 姿勢の負担度と改善要求度の推移

ことを意識すると腰への負担は軽くなったように感じた。」「学習前は持ち上げられなかったが、学習後はあまり負担なしに持ち上げることができた。」「持ち上げるまでは楽だったように思う。」と学習効果について肯定的な記述がみられた。一方、改善がみられなかった2人のアンケートの自由記述欄には「資料を読んでもイマイチ理解しにくかった。」や「学んだことが1回で完璧にできていなかったと感じた。」と記述されていた。この2人の体重と身長のうち1人は被介助者より体重は軽く身長はほぼ同じ、1人は被介助者より体重が重く身長が10cm低かった。改善の傾向がみられた3人のうちに、ほぼ同様の条件の被験者が存在することから学習効果が確認できなかった理由として身長や体重の関係は確認できず、うまく学習が行えていなかったことがOWAS法による評価でわかった。

## 4. おわりに

OWAS法による姿勢自動分類と負荷評価が可能な作業姿勢分析システムを構築した。十分な分析精度で作業姿勢を評価できることが確認できた。さらにベッドから車椅子への移乗介助を対象作業とし、学習効果を確認した。アンケートの自由記述欄により資料がわかりづらいということが確認されたので、今後はよりわかりやすい学習方法を検討し、ARや音声提示を用いた姿勢改善案の自動提示手法とその学習効果について検討したい。

### 参考文献

- (1) 厚生労働省：“業務上疾病発生状況等調査結果” <https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/dl/h29-10.pdf> (参照 2019.2.4)
- (2) 大久保裕子, 小長谷百絵, 小川廣一, 守安貴彦, 池畑弘, 小野寺直樹：“介護労働に関するアンケート調査”, 人間工学特別号, Vol. 31, pp. 252-253 (1995)
- (3) 山崎信寿, 山本真路, 井上剛伸：“移乗介助動作の計測と腰部負担の評価”, バイオメカニズム, Vol. 16, pp. 195-205 (2002)
- (4) 杉本吉恵, 塩川満久, 綱島ひづる, 青井聡美, 森木ゆう子, 高辻功一：“熟練看護師の車椅子移乗介助動作の分析”, 広島県立保健福祉大学誌, Vol. 5, pp. 41-51 (2005)
- (5) Karhu, O., Kansil, P. and Kuorinka, I.: "Correcting Working Postures in Industry: A Practical Method for Analysis", Appl Ergon, Vol. 8, pp. 199-201 (1977)