

Long-Term Measurement and Analysis of Human Movement in Daily Life

著者	KAMIO Chihiro
著者別名	神尾 ちひろ
その他のタイトル	日常生活における人体挙動の長時間計測および解析
page range	1-106
year	2021-09-15
学位授与番号	32675甲第524号
学位授与年月日	2021-09-15
学位名	博士(工学)
学位授与機関	法政大学 (Hosei University)
URL	http://doi.org/10.15002/00024531

博士学位論文
論文内容の要旨および審査結果の要旨

論文題目	Long-Term Measurement and Analysis of Human Movement in Daily Life
氏名	神尾 ちひろ
学位の種類	博士（工学）
学位番号	第 524 号
学位授与年月日	2021 年 9 月 15 日
学位授与の要件	法政大学学位規則第 5 条第 1 項第 1 号該当者（甲）
論文審査委員	主 査 御法川 学 教授 副 査 チャピ ゲンツィ教授 副 査 相原 建人 准教授

1. 論文内容の要旨

日常生活における人間の動作・行動に関するデータは人体挙動の影響を受ける医療製品や工業製品の品質向上に大きく貢献することができる。例えば、疾患が生じた関節の代わりに取り付ける人工関節や、四肢の機能や外見を補うために用いる義肢などが挙げられる。特に人工関節は体内に組み込む際に手術を要することからその耐久性が非常に重要視されている。これまでに人工関節の摩耗や潤滑に関する研究が行われているが、実際に生活しているときの人間の挙動データに基づいた研究は行われていない。このような製品の性能向上に寄与するためには、日常生活における人間の様々な動作・行動を包括的に分析し特徴や傾向を明らかにする必要がある。

そこで本研究は日常生活における人体挙動の特徴や傾向を明らかにすることを目的とし、まず人間の動きを長時間継続的に計測できる着用型計測システムを開発している。次に開発した計測システムを用いて日常生活における人体挙動データの計測を行っている。本研究では身体の中で行動によって最も特徴が出ると予想される腕を計測対象とし、非装着時間を含む日常生活 1 日の腕挙動データを収集している。データ解析では、人間の動作・行動の強度を示す活動強度クラスを定義し、得られたデータを各強度クラスに分類してその割合を明らかにしている。さらに腕の並進運動、回転運動、姿勢に着目し、1 日における腕挙動の特徴や活動強度ごとの特徴を分析している。

本論文は全 6 章で構成されている。

第 1 章では本研究の背景と目的について述べ、本論文の構成を示す。また、人間の動作や行動を対象としたこれまでの調査・研究に対する本研究の位置付けを明確にするため、各国の専門機関が収集した統計データおよび人体挙動の計測と解析に関する先行研究について概説している。

第 2 章では日常生活における人体挙動の計測を目的とした計測システムの開発について述べる。普段の生活においてより自然な人間の動きを計測するためには、被験者の負担が

少なくなるよう計測システムを設計する必要がある。本研究では①小型および軽量であること、②長時間の計測が可能であること、③データ取得から保存まで一貫して行うことができる独立型であること、④生産性が良く大量生産が可能であること、を設計要件として計測システムを開発している。小型化や無線化を条件とすると、使用できる部品の性能には限界がある。ここでは制御装置の性能不足により発生したサンプリングにおける不具合とその解決策を検討している。さらに開発した計測システムの性能評価として最大稼働時間と出力値の精度の検証を行っている。

第3章では開発した計測システムを用いて収集したデータとその処理方法について説明する。本研究では日常生活において様々な動作を行う腕を計測対象とし、被験者は1日(24時間)を目安に計測を行っている。被験者として会社員75名を対象とし、計225データを収集している。開発した計測システムは人体挙動として加速度と角速度およびクォータニオンを出力する。姿勢を示すクォータニオンはそのままの値ではどの姿勢を示しているか判断が難しいため、任意に区切られた空間に対するデバイスの向きで姿勢を判別する方法を提案している。また、1日挙動計測結果の一例を示し、行動ごとの出力結果について姿勢判別方法や活動時間抽出方法の妥当性を確認し、さらに代表的な行動について個別に考察を行っている。

第4章では1日の活動時間における人間の動作・行動の強度を解析する。人間の動きは関節を基準とした回転運動が中心であることに着目し、人間の回転運動を示す3軸角速度を用いて活動強度を3クラスに分類している。ここでは人間の代表的な回転運動の1つである歩行時の腕振り挙動を基準とし、歩行未満の強度、歩行と同等の強度、歩行以上の強度のいずれかに判別し割合を求める。この結果、1日の活動時間の約9割が歩行以下の強度の挙動であり、歩行と同等およびそれ以上の強度の挙動は約1割を占めていることが明らかにされている。さらに各強度クラスにおける主要挙動を分析している。

第5章では1日の活動時間における腕挙動の並進運動、回転運動、姿勢に関する解析を行う。並進運動では加速度の一定時間あたりの平均の大きさを、回転運動では一定時間あたりの移動量を求めている。また、姿勢判別結果をもとに姿勢出現率や姿勢変化回数の解析も行っている。さらに第4章で求めた活動強度解析結果と併せて、各活動強度クラスにおける並進運動、回転運動、姿勢の分析結果を述べる。その結果、歩行と同等の強度クラスでは、姿勢出現率および姿勢変化回数の傾向が歩行挙動と同じことが示され、これらの解析方法の妥当性が明らかにされている。

第6章では本論文で得られた知見を整理し結論としてまとめ、今後の研究課題について述べる。

2. 審査結果の要旨

本論文は、日常生活における人体挙動の特徴や傾向を明らかにすることを目的として、人間の動きを長時間継続的に計測できる着用型計測システムを開発し、日常生活における

長時間の人体挙動データの計測を行っている。本研究のオリジナリティは、身体の中で行動によって最も特徴が出ると予想される腕を計測対象として、非装着時間を含む日常生活 1 日の腕挙動データを収集し、人間の動作・行動の強度を示す活動強度クラスを定義し、得られたデータを各強度クラスに分類してその割合を明らかにした点、ならびに腕の並進運動、回転運動、姿勢に着目し、1 日における腕挙動の特徴や活動強度ごとの特徴を分析し、人間の生活における挙動の強度をカテゴリー化した点である。

以上、本論文で得られた人体挙動の計測に関する知見は、医療製品や工業製品の品質向上に大きく貢献することができ、例えば、疾患が生じた関節の代わりに取り付ける人工関節や、四肢の機能や外見を補うために用いる義肢などの耐久性向上に活用が可能であり、日常生活における人間の様々な動作・行動を包括的に分析し特徴や傾向を明らかにする取り組みは、昨今のウェアラブル、ユビキタス社会のモノづくりに資するところ大である。よって、本審査小委員会は全会一致をもって提出論文が博士（工学）の学位に値するとの結論に達した。

(報告様式Ⅲ)