

シマ コウスケ

| | |
|---------|---|
| 氏名 | 島 孔介 |
| 学位の種類 | 博士 (工学) |
| 学位記番号 | 博第1203号 |
| 学位授与の日付 | 2021年3月31日 |
| 学位授与の条件 | 学位規則第4条第1項該当 課程博士 |
| 学位論文題目 | 加速度データを用いた人の動作への特徴付けと身体的特徴との関係分析 (Human Motion Characterization using Accelerometer and Relation Analysis between Motional and Physical Characteristics) |
| 論文審査委員 | 主査 教授 犬塚 信博 教授 片山 喜章 准教授 武藤 敦子 准教授 森山 甲一 教授 加納 政芳 (中京大学) |

論文内容の要旨

人々は普段から歩行や走行など、様々な行動をして生活している。人の行動には様々な動き方があり、例えば歩行では肩を揺らす歩き方や酩酊状態の千鳥歩きなどがある。日常行動における動き方の違いは身長体格や世代、出身といった特徴と関係があると本研究では考えており、実際に歩き方においては寒冷地における滑りにくい歩き方が存在している。日常行動に限らずスポーツや工芸においても、熟練度によって動き方が異なっている。スポーツや工芸における動きの違いは、言語化が難しい暗黙知と呼ばれる知識として研究が行われている。

このように人の動き方を対象として、人の特徴やスポーツの熟練度を分析する動作分析という分野が存在し、広く研究が行われている。動作分析において、歩行の加速度を用いた人の酩酊状態の認識やスマートフォンを見ながらの歩行の検出、またスポーツの熟練度の認識などが行われており、研究の多くは分類問題である。他の研究として、人の動きを原子的に記述することでモデリングを行う行動素と呼ばれる小分野も存在する。

本研究は人の動き方の違いに着目し、動き方と人の身体的、文化的、世代的な特徴や状態との関係分析を行う。動作分析を行うことで動き方と人の特徴の紐付けを行い、動きの辞書とも呼べるデータベースが得られれば、加速度などの動き方から得られるデータをモ

ニタリングすることで人の健康状態や心理状態の変化を認識することで健康管理への応用が期待でき、またスポーツにおける上手な動きの検索が期待できる。他にも、人の性格と動き方の紐付けができれば、例えばロボットにより性格特有の仕草を与えることが可能になり、人との親和性の向上が期待できる。

本論文では動き方と人の特徴の関係を分析するため、上で辞書に例えたデータベースに単語として登録するための特徴的な動作を発見する。ここで、本研究では特徴的な動作を多くの人に共通して現れる動き方としており、多くの人に現れる特徴的な動作が複数あり、多くの人に現れるが同じ人には現れない特徴的な動作の組があれば、そのような動作は人の特徴との関連があると考えている。本論文ではこの考え方によって、特徴的な動作を発見することで動作空間を獲得し、同じ人に共起する動きをまとめ、同じ人に排他的に現れる動きの間にパーティションを引くことで動作空間を分節する手法について述べる。すなわち、本論文で述べる手法は、多くの人に共通して現れる動き方の発見と、動き方の階層型クラスタリングと言える。

本論文は上で述べた特徴的動作の発見と動作空間の分節による人の動作分析という考え方を核として、日常行動を対象とした動き方と人の特徴との関係分析、武道の演舞競技における習熟支援という2つの対象に適用する。前者は加速度データを入力として、動作空間を階層型クラスタリングのように分節することで人のグループを獲得し、同じ動き方をもつ人に共通する身体的、文化的、世代的な特徴や状態を調べる。すなわち加速度データから動作空間を地図として獲得し、番地分けのような分節を行うことで、そこに住む人の共通点を調べる考え方である。後者は同じく加速度データを入力として熟練者に共通して現れる動きを発見、形式概念分析によって得られる概念束を用いて分節することで動き方の現れ方に順序を与え、初心者が熟練者に至るための経路が提示できる可視化を獲得する。すなわち、こちらは動作空間を地図として獲得し、初心者をスタート地点、熟練者をゴール地点とした経路を可視化する分節を得る考え方である。

本論文で行った実験では、日常行動としてラジオ体操、歩行、テコンドーを分析対象として、ラジオ体操と歩行においては、発見した動きと身長体格、出身県や体感気温との関係を示唆する結果が得られた。またテコンドーの型と呼ばれる演武競技の1つであるチョンジを対象とした実験では熟練者に共通する動きを分節することで技能習得経路を提示するとともに、発見された動き方の難しさが得られた。このように得られた特徴的な動作に人の特徴や難しさなどの紐付けを行うことができ、目標とした動きの辞書と呼べるデータベースの獲得において、単語である動作の発見と意味にあたる特徴や難易度などの紐付けを達成した。

論文審査結果の要旨

申請者は人の日常的行動やしぐさ、くせの一人一人の違いに注目し、そうした行動からその人に関する様々な情報を引き出すことに注目し、行動の短いかたまりを単位とした情報処理、分析の方法を確立することを目指している。簡易な観測装置として携帯電話等にも装備されている加速度センサー情報を利用して行動情報を取得する方法を開発し、実用的な応用を目指したものである。

申請者の研究は2つに区分けされる。1つ目の研究では、歩行とラジオ体操を取り上げ、行動を行動素と呼ばれる行動の原子的単位に記号を与え、行動を記号の列、つまり語として扱う方法である。語の出現頻度や語の間の出現の法則性を調べ、人の一定のグループに一定の語の集合が出現し、グループ間では出現する語が排他的になっていることを発見し、これを手掛かりに行動を分析する方法である。出身県やスポーツ経験によってこうしたグループが分かれることを示している。この研究の特徴は行動に含まれる細かな動作の違いを含む情報を記号列として表現し、記号間のルール等の操作でこれを解析する方法を示していることにある。

2つ目の研究はチョンジと呼ばれる演舞を対象とし、初心者と上級者を含む演舞者の行動を解析し、初心者を上級者が持つ行動のうまさに導く方法を提案している。この研究では、対象と対象が元属性のデータから、一定の対象集合が一定の属性を共通して持つ集合として括り、この集合の包含関係によって順序付けた束を用いて分析する形式概念分析の方法を活用している。束の順序に従って、初心者を含む対象集合と上級者を含む対象集合の差異として、上達すべき技を明示化し、訓練の計画を自動的に作成するものである。形式概念分析という形式的数学手法を用いて暗黙知とも考えられる技の上達にアプローチしている点で優れた研究である。

申請者の研究は行動分析に対して分析の形式化とアルゴリズムの明確化によってアプローチし、いずれもこれまでにない新しい方法を提案している点で評価することができる。また、行動の認識ではなく、一人一人の行動の微細な差異を分析し、ここから様々な情報を取得しようとする研究は、今後のデバイスの普及によってますます注目される研究と考えられ、学術的にも実用面からも注目すべきものと思われる。申請者はこれらの研究で動き方と人の身体的、文化的、世代的な特徴や状態との関係分析を目指し、また動きの辞書とも呼べるデータベースの構築を構想しており、そうした研究への進展を期待できるものと思われる。

研究は、実用的規模での実験に不十分な点があり、さらに様々な場面での応用を試行する必要があると思われるが、研究のアプローチはユニークであり、方法の定式化や他の方法との際の明確化、学術的位置づけにおいて優れた成果を得ており、また学術雑誌、国際会議に学術論文を発表し、また関連する研究会等で多数の発表を行っている。これらのことから、博士の学位を授与するにあたる成果を得ていると判断できる。