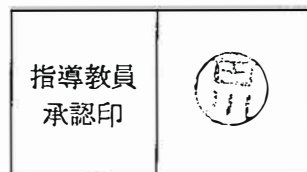



(様式 5)



平成 29 年 6 月 23 日

学位（博士）論文の和文要旨

論文提出者	工学府博士後期課程 機械システム工学専攻 平成 24 年度入学 学籍番号 12833702 氏名 青木 崇 
主指導教員 氏 名	田川 泰敬
論文題目	IMU による人体運動の分節化とパターン認識
論文要旨 (2000 字程度) <p>本論文は、人体運動の計測方法として IMU (Inertial Measurement Unit) を用いることで、安価で簡易な方法により人体運動のパターン認識を行うことを目的とした。事前に用意した特定の動作モデルと後から取得した動作データを比較することで、人が現在どのような動作を行っているか識別する。人は他者の行動を観察するとき、一連の動作を運動パターン毎に区切って動作の認識を行っている。このため、一連の動作を運動パターン毎に分節化することは人体運動のモーション認識を実現する際の基本となる重要な情報処理である。運動パターン毎に区切られた計測データに対し、そのパターンがどのパターンと類似しているかを判断することが可能となる。しかし、IMU から出力されるデータは連続して取得される。そこで、本研究は連続したデータを動作単位で分節化することは認識率向上のため重要なステップであることから、IMU から取得された連続するデータ系列を動作ごとに分節化することを目的とした。</p> <p>第 1 章「緒言」では、人体運動計測の必要性について説明し他の研究ではどのように用いられているかについても説明した。さらにこれらの手法と IMU を用いた場合の違いについて説明することで本研究の有用性について述べた。例として、スポーツ分野ではトップアスリートの動作解析、医療分野ではリハビリテーション効果の評価の数値的な判断への応用があげられる。これらの動作解析のための人体計測には光学式モーションキャプチャが多く用いられており、詳細な 3 次元情報を得ることができる。しかし、光学式モーションキャプチャは高価な設備やマーカーの取付けに専門的な知識が必要となる。そこで簡易な人体運動を計測し、判定することができればリハビリテーションの効果を定量的に判断することも可能となるのではないかと考えた。また、光学式モーションキャプチャの様に映</p>	

像を元にした計測方法の場合、日常生活における人の動作を計測する場合などでは、プライバシーの問題があるため、生活空間での使用は推奨できない。しかし、IMU であれば画像を用いないことからプライバシーの侵害といった配慮は必要ない。また、障害物によって観測対象が隠れてしまうオクルージョンも発生しないことから、多くの障害物がある日常の生活空間での使用に適していると言える。本研究では、人体各部位に IMU を取り付け、取得した加速度・角速度情報を直接使い、運動パターンをモデル化し、新たに入力された運動とモデルとの比較を行った。この方法により関節角度を用いた方法と比較して安価かつ小規模な設備によって、人体運動のモーション認識を実現することが可能となった。認識には隠れマルコフモデルを用いる。また、ニンテンドー社から発売されている Wii リモコンやスマートフォンなど IMU を搭載した機器が増えており、これらを用いて計測を行うことができればより安価で身近な機器による計測が可能となる。家庭やオフィスなど日常生活での使用にも適していることから、これらの機器を用いた人体運動の認識についても検証を行った。

第 2 章「計測装置・計測方法」では、実験で使用した Pocket-IMU, Shimmer2R や Wii リモコンなど計測機器の仕様とその使用方法について述べた。

第 3 章「IMU による分析手法」では、今回提案した IMU によって得られたデータの分析手法について述べた。3.1 節では、体に取り付けた複数台の IMU から得られた情報から 1 次元のシグナルを算出、分節化を試みた。この手法は動作の区切りを判定する方法として特徴量の極小値を全て取得し、そのなかで分節点と思われる点をスライディングウィンドウによって判定するものである。3.2 節でも同様に複数台の IMU からの情報をもとに k 近傍法を用いて分節化を行った。特徴量は各センサから得られる 3 軸の角速度の絶対値とし、得られた値をベクトルとした。こちらを k 近傍法により動作ありのクラスと動作なしのクラスへと分類することで分節点の判定を行った。3.3 節では、音声認識の分野で開発された隠れマルコフモデル(HMM)を用いて、分節化とパターン認識を行った。ここで、動作の区切る方法としてビタビアルゴリズムを用いて動作の区切りで分節化を行った。パターン認識にはフォワードアルゴリズムを用い、事前に用意したモデルと比較し、最大尤度を示した動作をその動作であると判定することとした。

第 4 章「実験方法・結果、考察」では、第 3 章にて紹介した分析手法について実験から得られたデータをもとに実証を行った。まず初めに日常生活で起こりうる動作として、机の上に置かれたコップを取る動作を選択し、被験者は右手首、左手首、体幹へと一つずつ取り付けた IMU の計測結果を用いた。シグナルを用いた手法では分節化が可能であることは確認できたが、その成功率が低く位置による偏りが発生するという課題が残った。一方で動作あり動作なしのクラスへ分ける k 近傍法を用いた手法による分節化は、分節化成功率が平均で 88%と高い実績を得ることができた。最後に HMM を用いた手法を検証するため、右手首に IMU を取り付けた状態で和太鼓を叩く実験を行った。右手首に取り付けた IMU の X 軸、Y 軸周りの角速度のみを使用し、実験により得られた結果を用いて分節化、パターン認識を行うことができることを示した。

第 5 章「結言」では、実験による実証結果より体に取り付けた IMU から取得した情報を用いて、事前に準備された動作と比較して、人がどの様な動作をしているかを判定することを試み、実現が可能であることを述べた。