

学位論文審査結果の概要

氏 名	北村 政嗣
学位論文審査委員氏名	主査 佐川 貢一
	副査 小野 俊郎
	副査 福田 眞
	副査 笹川 和彦
	副査 岩谷 靖
論 文 題 目	身体装着型慣性センサによるスポーツ動作計測に関する研究 (A study on motion capture system of various sports using body-mounted inertial sensors)
審査結果の概要 (2,000 字以内)	
審査結果	合格
審査の概要 (2,000 字以内)	
<p>本研究の目的は、高速動作にも対応可能な身体装着型の 3 次元動作計測慣性センサシステムを開発し、投球および空中移動を伴うジャンプ時の動作計測を行って、その有効性を確認することである。近年、簡便、安価、測定範囲無制限という利点を有する慣性センサの特徴を利用することで、スポーツ分野、福祉、理学療法分野等での動作計測の実現が期待されている。そのためには、広いダイナミックレンジと高速サンプリングの特徴を有する装着型動作計測装置の開発と、ジャンプ動作にも対応可能な動作推定アルゴリズムの構築が必要である。</p> <p>第 2 章では、高速な移動を伴うスポーツ動作計測を可能とするための無線慣性計測装置(Wireless Inertial Measurement Unit: WIMU)を開発した。3 次元の高速動作計測のため、サンプリング周波数は 1000[Hz]とした。また、12 チャンネル分のアナログ入力を利用して、測定感度の異なる 2 種類の加速度センサと 2 種類のジャイロの出力を測定し、低速動作中は高感度センサの出力を、高速動作中は低感度センサの出力を利用してワイドダイナミックレンジを達成した。また、被験者とボールや床などとの接触状態を計測するセンサ出力を取得するため、アナログ入力は合計 13 チャンネルとした。計測データは microSD カードに保存することで、大容量のデータ計測を実現した。複数の WIMU の計測開始と計測終了を制御するための無線通信には、通信プロトコルとして IEEE802.15.4 が使用された無線モジュールを使用し、実用には十分な数の多点同時計測を可能とした。3 つの WIMU による同期計測実験の結果、無線通信による計測開始時刻のずれはないことを確認した。また、WIMU を上腕、前腕、体幹に装着して投球動作を計測した結果、高感度センサの測定範囲を超える加速度や角速度は、低感度センサによって測定可能であることを確認した。</p> <p>第 3 章では、スポーツ動作計測として野球の投球動作を対象とし、WIMU を使用して前腕、上腕、</p>	

体幹の3点の動作推定を行って、従来の有線センサシステムと同程度の性能を有するか確認する実験を行った。オーバーハンドスローおよびサイドハンドスローの2種類の投球フォームを計測する実験を行った結果、開発した無線センサシステムにより、有線センサシステムと同様に投球フォームを再現できることを確認した[1]。

第4章では、ジャンプ動作時の下肢の動作計測法の開発を行った。スポーツ動作計測の際には、姿勢に加え、身体が空中に浮いているジャンプ時の経路を測定することも重要である。本論文では、足が接地している場合は、センサの姿勢を利用して、脚の姿勢を求めてから体幹の姿勢を推定した。一方、両足とも地面から離れた場合は、脚の動きから離陸時の体幹の初期位置および離陸速度を推定し、体幹加速度の2階積分によって空中での3次元経路を求め、その後脚の位置と角度を推定した。WIMUを体幹および両側の大腿・下腿の計5ヶ所に装着し、健常男性7名を対象として垂直跳びおよび立ち幅跳びの動作計測を行い、光学式動作解析装置による測定値と比較した結果、空中での軌道に関しては、高さ方向は数[cm]、水平移動量は20[%]程度、関節角度については5[deg]の誤差となり、それぞれ高い相関関係が得られた。これより、提案した方法によりジャンプ時の下肢の動作を高精度で計測可能であることが確認された[2]。

第5章では、本論文の総括を述べている。

以上要するに本論文は、慣性センサを利用した高速動作計測装置を開発し、ジャンプを伴うスポーツ動作の3次元動作計測技術を提案しており、従来の慣性センサによる動作計測技術に新たな手法を提案する優れた成果であり、工学および医学に寄与するところが大きい。よって、博士学位論文審査は合格と認める。

学位論文の基礎となる参考論文

- [1] Kitamura S, Sagawa K, Tsukamoto T, Ishibashi Y: Development of a Wireless Inertial Measurement System for Pitching Motion Analysis, Advanced Engineering Forum, 2-3, pp. 452-457, 2012.
- [2] Ibata Y, Kitamura S, Motoi K, Sagawa K: Measurement of three-dimensional posture and trajectory of lower body during standing long jumping utilizing body-mounted sensors, IEEE EMBS 2013, pp.4891-4894, 2013