

慣性センサを用いたテニスラケットの動き分析に関する研究

研究代表者 和田智仁 (鹿屋体育大学)

メンバー 高橋仁大、村上俊祐 (鹿屋体育大学)

目的

テニスにおけるボールの kinematic はボールインパクト時に「どの方向にラケットをスウィングしているか」と「ラケットがどのような姿勢であるか」によって決定されることから(村田ら, 2017)、ラケットの姿勢や加速度を簡便に計測できれば競技力向上に有用な情報が得られると考えられる。そこで本研究では慣性センサを用いてテニスラケットの動きを分析することを試みた。

方法

慣性センサをラケットに装着し、センサフュージョンによりラケットの姿勢を求める。これを高速度撮影したビデオ映像と比較する。また、ラケットの加速度とレーダー式ボールトラッキングシステムで得られたボール速度とを比較する。

慣性センサは無線式 9 軸慣性センサ (Sports Sensing 社製、200G/ 6000dps) を使用し、ラケットのスロート部分に両面テープおよび伸縮性テープで装着する。測定周波数は 1000Hz とする。高速度カメラは Nac 社製 MEMRECAM HX-1 を用い 2000Hz で撮影する。トラッキングシステムは TrackMan 社製 TrackMan Tennis を用いる。

熟練した成人男性 2 名に、試合形式でプレーを行ってもらい、その様子を測定した。高速度カメラ映像との比較では、無作為に抽出したサービスショットとフォアハンドショット各 1 本を分析対象とした。トラッキングシステムとの比較では、サービスショット 14 本およびストロークショット 26 本を分析対象とした。

結果・考察

慣性センサから得た姿勢情報の妥当性を検討するため、姿勢情報をアニメーション化し、高速度カメラ映像との比較を行った(図 1)。センサデータと高速度カメラとの同期は、加速度および角速度の特異点を求め、これをラケットとボールとのインパクトとみなすことで行った。

比較の結果、インパクト直前までの動きに関しては比較的正確に姿勢を再現できていたものの、インパクト以降の姿勢には大きな誤差が発生した。インパクト時には、慣性センサの計測レンジを超える大きな角速度および加速度が記録されており、これに

よって適切な姿勢推定ができなくなったと考えられた。インパクト前においても、姿勢推定アルゴリズムの違いにより推定精度が大きく異なった。今回の条件では、センサ内蔵のアルゴリズムでの姿勢変化が実際の動きと比較して 30~40ms 程度遅延していた。



図 1 : ラケットの姿勢比較

測定された加速度データの妥当性検証のため、インパクト直前の加速度と、Trackman で測定したボール速度とを比較した (図 2)。これらの間には非常に高い正の相関関係 ($R^2=0.91$) が見られた。この結果から、少なくともインパクト直前までの期間においては、加速度の測定が適切に行えていることがわかる。

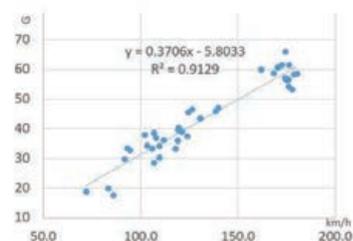


図 2 : インパクト直前のラケット加速度とボール速度

まとめ

慣性センサを用いたラケットの動き分析では、インパクト直後に計測レンジを超える状態が発生し、それ以降の姿勢推定は困難であった。また、姿勢推定アルゴリズムでも結果に差が見られた。インパクト前の加速度はボール速度との相関が強く、適切に測定できていると考えられた。

参考文献

1) 村田宗紀, 藤井範久. 硬式テニスサーブにおけるラケット kinematics に基づく球種の推定. テニスの科学, pp. 55-72, 2017.
本研究は JSPS 科研費 JP17K01675、JP18H03344 の助成を受けたものです。