

## Kinect を用いたペダルこぎ運動中の無拘束呼吸計測に関する基礎的検討

千歳科学技術大学 ○鳴海 幸大、青木 広宙

### 要旨

本研究では Kinect による自転車ペダルこぎ運動中の非接触呼吸計測を提案し、その妥当性について基礎的検討を行う。Kinect により計測された深度データを使用し、体全体の動きにもなる深度変化によって得られる波形から自転車ペダルこぎ運動成分を取り除き、呼吸波形を分離抽出したことを報告する。

### 1. はじめに

近年、生活習慣病やメタボリックシンドローム(内臓脂肪型肥満)人口の増加により、健康に対する意識が高まっている。肥満の予防・治療の対策として運動療法が挙げられる。効果的な運動療法の実施のために運動強度を最適に設定することが重要であると考えられている。最適な運動強度設定のための全身有酸素運動の評価指数として、無酸素性作業閾値(AT: Anaerobic Threshold)が利用されている。この無酸素性作業閾値は概念的な指標であることから、現在は、換気性作業閾値(VT: Ventilation Threshold)や乳酸性作業閾値(LT: Lactate Threshold)といった具体的な指標が利用されている<sup>[1]</sup>。

換気性作業閾値の算定には呼吸を計測する必要がある。現在、運動中の呼吸を計測するには呼気ガス分析装置が使用されている。しかし、装置が大変高価であるため、医療機関や研究機関でしか利用されていないのが現状である。

われわれはMicrosoft社のコンシューマゲーム機用のインタフェースである Kinect による非接触呼吸計測に関する検討を行っている。Kinect を用いる理由は他のセンサより低価格であり、入手性が高いためである。本研究では Kinect による深度データを使用し、体全体の動きにもなる深度変化によって得られる波形から、自転車ペダルこぎ運動中の呼吸波形の抽出を行った。

### 2. 実験方法

自転車ペダルこぎ運動を測定するために、一般的であるアップライト型エルゴメータを用いる。Kinect で自転車ペダルこぎ運動を行っている被験者の上半身を測定するためのシステム構成を Figure 1 に示す。

Figure 1 のシステム構成では Kinect から被験者までの関心領域の深度値の平均を求め時系列に並べる(Figure 2)。深度画像サイズは 640×480 pixel であり関心領域(x=300~340, y=220~260 pixel)である。

その後、深度値の平均を求めた波形から体動と呼吸を分離抽出するために高速フーリエ変換(FFT: Fast Fourier Transform)を行う。

深度波形にはペダルこぎ運動成分と呼吸成分が含まれている。一般的に使用した自転車エルゴメータにおけるペダルこぎ運動成分の周波数は約 1 Hz および 2 Hz である。深度波形には姿勢や体の位置がゆっくりとするような体動成分(約 0.1 Hz 以下)が含まれている。一般時の呼吸は約 0.25 Hz~0.3 Hz とされており、運動時に呼吸数が多くなることから一般時の倍である約 0.5 Hz~0.6 Hz を呼吸周波数と考えた。呼吸成分のみを抽出するためにバンドパスフィルタ(BPF: Band-pass filter, 0.1~0.7 Hz)処理を行い、逆フーリエ変換(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform)を行った。この結果、得られる波形はペダルこぎ運動の運動成分と姿勢などによる体動成分が取り除かれた呼吸成分波形となる。

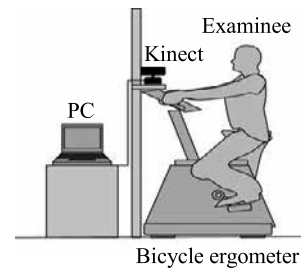


Figure 1 System configuration of Kinect.

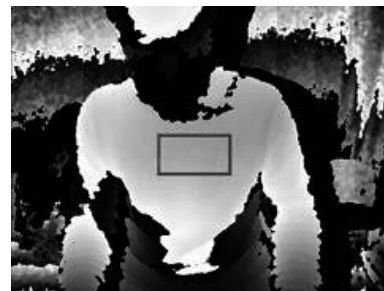


Figure 2 Region of interest (x=300~340, y=220~260.)

### 3. 実験および考察

Kinect から関心領域の画素毎に深度値の平均を求め、時系列に並べた波形を Figure 3 に示す。

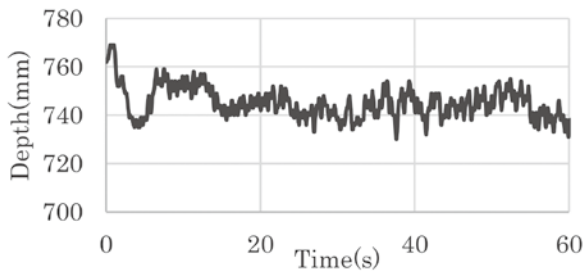


Figure 3 Depth value (Body motion and Breath.)

Figure 3 で得られた波形に対して FFT を行い、パワースペクトラムを求めたものを Figure 4 に示す。Figure 4 からペダルこぎ運動の運動成分の周波数である約 1 Hz および 2 Hz、呼吸成分である約 0.5 Hz~0.6 Hz、直流成分である体動成分(約 0.1 Hz)が多く含まれていることが確認できる。

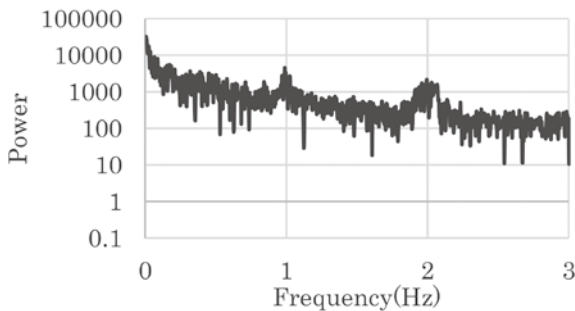


Figure 4 Power spectrum.

Figure 4 で得られた波形から運動成分と体動成分を取り除き、呼吸成分を抽出するために BPF(0.1~0.7 Hz)を行ったものを Figure 5 に示す。

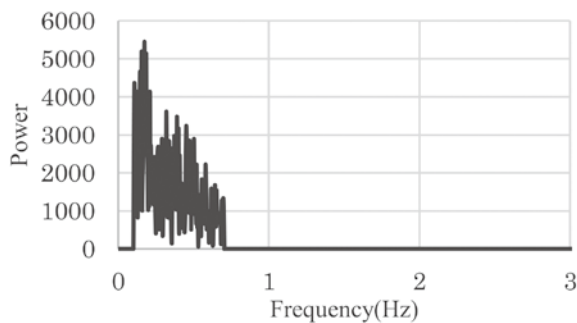


Figure 5 Power spectrum obtained by BPF (0.1-0.7 Hz.)

Figure 5 で得られた波形に対して IFFT を行った。これによって得られた波形を Figure 6 に示す。得られた波形は関心領域である胸腹部の深度値の平均を示している。正負方向に振動しており、呼吸成分が抽出されている。

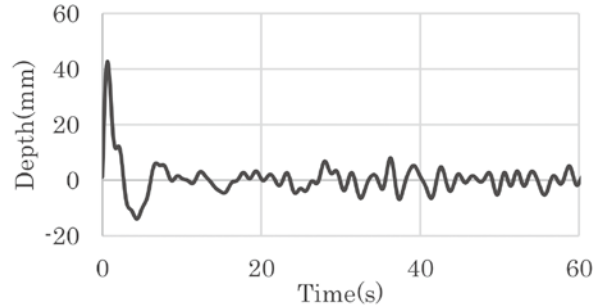


Figure 6 Depth Value (Breath.)

運動成分と呼吸成分を分離する際に BPF を用いることで呼吸成分の抽出をしたが、BPF の範囲を変化させることでさらに正確な呼吸波形の抽出ができるものと考えられる。

### 4. おわりに

Kinect による深度データを使用し、体全体の動きとともに深度変化によって得られる波形から、自転車ペダルこぎ運動中の呼吸波形の抽出を行った。

Kinect で被験者の上半身に関心領域を設定し、その深度値の平均を求め時系列に並べた波形とした。深度値の平均を求めた波形から体動と呼吸を分離抽出するために FFT を行った。結果からペダルこぎ運動の運動成分の周波数である約 1 Hz および 2 Hz、呼吸成分である約 0.5 Hz ~ 0.6 Hz、直流成分である体動成分(約 0.1 Hz)が含まれていることが確認できた。呼吸成分のみを抽出するために BPF(0.1~0.7 Hz)処理し波形を抽出した。その波形に対して IFFT を行うことで呼吸成分のみである呼吸波形を得た。

今後は、この結果を利用し、深度値が正負の値を取ることで、どちらが呼吸量であるかを検討し呼吸量の数値測定を行いたいと考えている。

### 参考文献

- [1] R. Robergs and S. Roberts : "Fundamental Principles of Exercise Physiology: For Fitness, Performance, and Health", McGraw-Hill Higher Education, pp.176-177 (2000)