

慣性センサを用いた呼吸計測の試み

Breathing Measurement using Inertial Sensor

伊藤 敏^{*1}, 王 琳琳^{*1}, 鷲野 嘉映^{*1}, 井上 祥史^{*2}
Satoshi ITOU^{*1}, Linlin WANG^{*1}, Kaei WASHINO^{*1}, Shoshi INOUE^{*2}

^{*1} 岐阜聖徳学園大学

^{*1}Gifu Shotoku Gakuen University

^{*2} 北海道教育大学

^{*2} Hokkaido University of Education

Email: itous@gifu.shotoku.ac.jp

あらまし：慣性センサを用いて、呼吸に伴う腹部および胸部の膨張・収縮による検出を試みた。意識呼吸における加速度および角速度の変化結果を解析した。その結果、腹部（胸部）の右から左へ向かう軸（あるいは逆方向）における角速度が呼吸と連動した変位が大きいことを示した。

キーワード：加速度センサ，角速度センサ，呼吸，学習負荷

1. はじめに

「息を凝（こ）らす」、「息をのむ」、「息を入れる」、「息を抜く」など呼吸が関係する用語が、日本語の表現には多く存在する⁽¹⁾。呼吸が学習活動を反映することを我々は経験的に感じている。しかし、呼吸活動計測に呼吸の数と排気吸気量の計測を行えば装置が大掛かりになる⁽²⁾。そのため通常の学習時で用いることは困難な場合が多い。そのため、吸気と呼気の数にのみ注目をした腹部や胸部の動きから計測する試みがなされている⁽³⁾、⁽⁴⁾。技術進歩に伴い、小型の慣性センサが安価で入手可能となってきた。これらのセンサを使用することで、人間の行動に伴う姿勢や状態を推定する試みなどがなされている⁽⁵⁾。本報告では、このセンサを呼吸の吸気と呼気の繰返し検出に利用する可能性の試みを目的とする。

ータは雑音を除去のため PC で 0.4Hz のローパスフィルタを掛け、解析に供した。

この装置で呼吸検出の可能性を検証するために、装置を胸部あるいは腹部に装着し、座位、立位、仰臥位で意識呼吸下での計測をした。装着時の部位と 3 軸の方向を図 3 に示す。男性は腹部に女性は腹部よりやや上に着けた。女性と男性のそれぞれの結果を図 4 に示す。

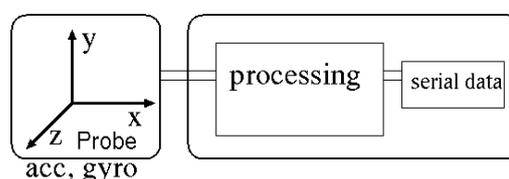


図 1 ブロックダイアグラム

2. 方法

吸息と呼息の周期リズムを計測することを試みる。吸気するために胸部や腹部は膨らみ、呼気により収縮をする。この膨張・収縮を検出するために、慣性センサを胸部または腹部に装着し、呼吸に伴う変動を加速度および角速度の変化として記録する。ここでは排気吸気量の計測および推定は行わない。

作成した装置の概要を図 1 に示す。慣性センサとして、それぞれ x, y, z の 3 軸の加速度、角速度、磁気センサを内蔵している MUP-9150 を用いた⁽⁶⁾。今回は加速度と角速度のセンサ機能を用いた。センサから得られたデータをマイクロプロセッサで処理をして SD カードへ時間とともに記録した。加速度は±2G(G: 重力加速度単位 9.8m/s²)、角速度±250 degree/s のレンジを用い、サンプリング周波数は 30Hz とした。図 2 に装置の外観を示す。サイズ 35×75×12mm、質量 27g で、計測は装置のみで独立して用いることができる。SD カードに保存されたデ



図 2 作成した装置の外観

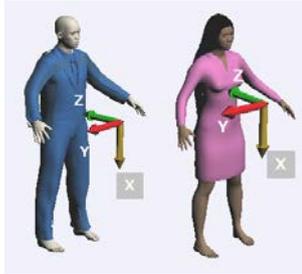
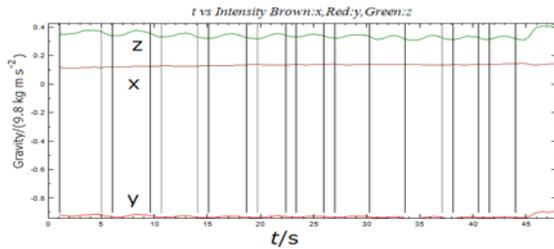
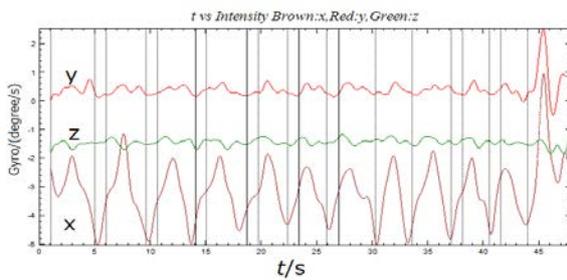


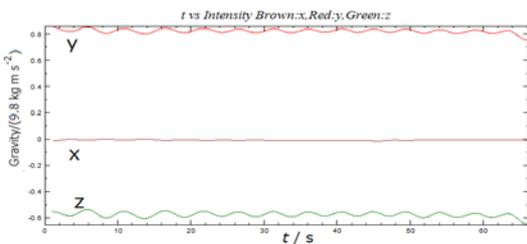
図3 装着の部位と3軸方向



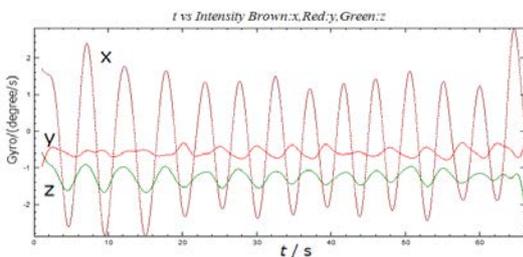
A 女性座位 加速度



B 女性座位 角速度



C 男性座位 加速度



D 男性座位 角速度

図4 a: 女性座位, 加速度 b: 女性 角速度
c: 男性座位 加速度 d: 男性 角速度

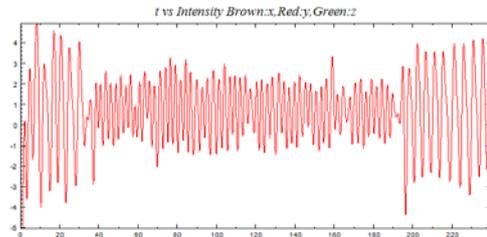
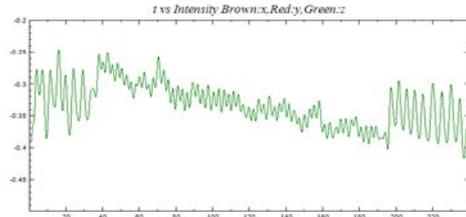


図5 学習負荷時の呼吸数

これらの結果より, 男性・女性とも水平面に置かれた軸(図4のx軸は図3ではy軸に相当)の角速度が一番感度高く呼吸の変化を捉えていることが判った。

3. 実験への適用

呼吸が検出できていることが確認できたので, 学習時にかかる負荷として PC 画面に表示された英文をワードプロセッサへ入力する課題を課した. その結果を図5に示す. 課題の前後に30秒の安静時間を取った. 明らかに安静時と負荷時で呼吸の様子が異なることが判る.

4. 結論

慣性センサを腹部あるいは胸部に装着することで呼吸の数を検出することが可能となった. 負荷時には呼吸数が増えることを観測できた. 今後, 観測事例を増やし, 学習負荷と呼吸の関連について知見を深める

謝辞: 本研究の一部は科研費(26350203, 16K01083)の助成を受けた.

参考文献

- (1) 新村出編: "広辞苑", 第6版, 岩波書店, 東京, (2008)
- (2) 藤澤清, 柿木昇治, 山崎勝男編: "新生理心理学", 北大路書房, 京都, (2009)
- (3) 浅沼和志, 蛭川祐樹, 伊東一典, 橋本昌巳, 香山瑞恵, 為末隆弘: "光学的手法による呼吸検出情報計測の基礎的検討", 日本生体医工学会甲信越支部第6回長野地区シンポジウム(2008)
- (4) 浅沼和志, 砂押聖三, 吉田亮平, 伊東一典, 香山瑞恵, 中澤達夫, 橋本昌巳, 為末隆弘: "歌唱評価のための光学式呼吸計測手法に関する検討", 信学技報(2008)
- (5) 李凱, 熊崎忠, 三枝正彦: "モーションセンサを用いた学習活動の状態推定手法の開発", 教育システム情報学会誌, 第33巻, 2号, pp110-113(2016)
- (6) InvenSense: <http://www.invensense.com/products/motion-tracking/9-axis/mpu-9150/> (2016年5月確認)