

加速度センサによる疲労の検出

西村 優佳里

東洋大学院工学研究科情報システム専攻

最近、携帯電話やオーディオプレーヤーなど、加速度センサを搭載した小型デバイスが普及している。そこで、加速度センサを利用することにより、そのデバイスの状態、またそれを持つ人の動作・感情等を人に気付かせることなくデバイスに認識させることにより可能となる新しい機能を付けることで、より人にとってやさしいデバイスにすることはできないだろうか。その一環として本研究は、加速度センサにて人の疲れを検出する可能性を見出した。

Detection of tiredness with acceleration sensor

YUKARI NISHIMURA

Toyo University

Recently, a small device equipped with the acceleration sensor such as cellular phones and audio players is widespread. However, the acceleration sensor is not significantly used now. Then, cannot the acceleration sensor be used for the other? For instance, how is the device handled, and the mind etc. of the person who is using it of the acceleration sensor. Cannot you know them with the acceleration sensor? In the present study, the possibility of detecting the tiredness level was found.

1. はじめに

近年におけるデジタル技術の進歩により、携帯電話、デジタルカメラ、音楽プレーヤーなど、手のひらサイズの小型デジタル機器が日本国内のほぼ全世帯に普及した。そして、その小型デジタル機器には加速度センサが新たに搭載され、新しいサービスを進展している。しかし、利用方法としては、デバイスの向きを縦から横に変えた際に表示されている画像も縦から横に見やすいように回転したり、ブレを軽減させるために使用したり、振るなどの大きな振動を加えられたときにその信号をあるスイッチとして認識したりと、まだ加速度センサを十分に活用し

ているようには思われない。そこで、この加速度センサをいつもと同じ様に手に持つだけで何かを解析しデバイスの状態や利用者の状態、感情などを検出することができたら、人が意識して動作する以外の実行が可能となり、より進んだサービスを提供することが可能となると考えた。

これまでの実験によりデバイスの状態として、“動いている”“置かれている”“ジッと持って集中して見られている”“ジッと持たれているが見られていない”を識別することができる可能性を見出した。そこで今回は持っている利用者の状態を検出させようと試みた。そこ

で、本来ならば携帯電話ならば、メールを打っている、web サイトを見ている等の作業中に検出させたいのだが、より正確に差を検出する為、出来る限り動かないように実験機器（加速度センサ）を持ってもらい、実験を行った。まず、本研究で明らかにしようとしたのは“疲れ”である。

2. 実験機器の構成

実験機器の大きさは、媒体とする小型デジタル機器（携帯電話や iPod）によっても異なるが、現在販売されているてのひらサイズの小型デジタル機器という視点から考えると、おおむね名刺サイズよりも少し大きい程度であって、重量も数百グラムといった軽量なものが好ましい。そこで、加速度センサとそれを動かすための充電電池をセットとして合計 200 グラム程度になり、かつ、消費電力や搭載するコンピュータの処理能力に見合うセンサとして、本研究では 1 チップに集積された加速度センサモジュールの適用を考えた。図 1 は実験に使用した実験機器であり、小型の回路基板上に 3 軸加速度センサ(カイオニクス社製 KMX52-1050, $\pm 2G$, 周波数帯域 1500Hz)及び、8 ビットマイクロコントローラ (MCU: PIC16F88, クロック 4MHz)、データ記録用の 256Kbit フラッシュメモリを搭載している。電源電圧は 3V で、加速度センサ及び MCU のみで動作している場合の消費電流は約 2mA(消費電力は約 6mW)となる。更に、サンプリングデータを解析した結果を表示するために発光ダイオード(3 色)を搭載している。一方、加速度センサからデータをサンプリングする速度については、以前に実施した身体の微小運動計測に関する研究結果に基づき、秒速 100 回(10ms 周期)とし、より大きな加速度変化が生じた際に、大きな標準偏差の値が出力されていることから、運動の変化の激しさといった意味を標準偏差に持たせた。[1]

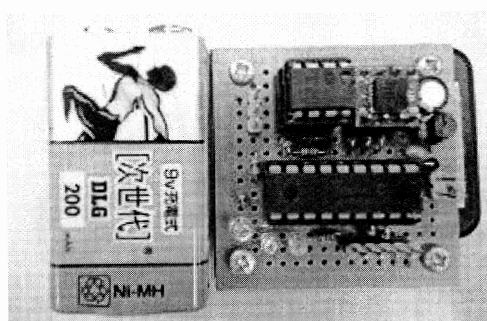


図 1. 実験機器

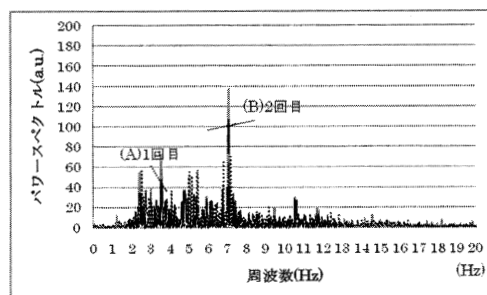


図 2. 一回目と二回目の比較

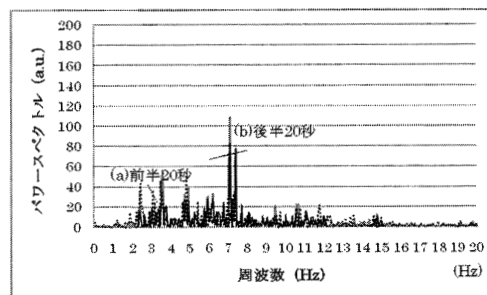


図 3. 前半 20 秒と後半 20 秒の比較

3. 実験結果及び考察

前回までの実験[1]により加速度センサを手を持つことで加速度センサが搭載されている対象が「置かれている」「ジッと持たれて見られている」「ジッと持たれているが見られていない」「動いている」の差を検出させる可能性を見出した。今回の研究では、意識して手に持った加速度センサによって人の疲労を数値として得ることが出来る可能性があるか

を検証する。加速度センサの生データは 0G 時に約 507、1G 時に約 710、誤差は 1~2 程度現れたが、誤差は 50Hz 付近に現れていて人の自然な動きは約 20Hz までであることから、センサの誤差は考慮しなかった。また運動評価手法としては、3 軸加速度センサの信号を秒速 100 回でサンプリングし、x,y,z の方向は今回関係なくかかった力の大きさを見るため x,y,z 方向の力の大きさをベクトル合成しその結果を DFT ソフト(フリーソフト DFT 君)を使って計算し、パワースペクトルと周波数を得た。

実験では、何人かの被験者に、(A)着席した状態で加速度センサを搭載した対象をしっかりと両手に持ってもらい(約 55 秒) データ採取後、約 10 秒間ほど休んでもらい、(B)再度同じ状況で持ってもらい(約 55 秒)、という依頼を行った。このとき、(い)出来る限り静止を心がけて持つ、(ろ)両肘は宙に浮かせた状態で持つ、(は)背もたれには触れない状態で座る、以上のことを守ってもらい実験を行った結果を図 2 に示した。この時、10 秒間ほど休んだのは集中したことによる疲労は残し同じ態勢で生じた腕の疲れを軽減し、痺れによる揺れを防ぐために休むよう指示した。また、(い)(ろ)(は)を守った上で意識して約 55 秒間持つて貰い(a)5 秒-25 秒間、(b)35 秒-55 秒間、と、区切り前半 20 秒間と後半 20 秒間で別け図 3 に示した。また、実験と同時に、データと実験後疲れたかどうかをアンケートとして採取した。図 2、図 3 ともに、横軸を周波数、縦軸をパワースペクトルとした。

図 2 の(A)(B)を見比べてみると、(B)の 7Hz 付近が (A) と比べて大きい値を出しているのが分かる。また、図 3 の(a)(b)を見比べてみても、(a) と比べて (b)の 7Hz 付近が大きくなっているのが分かる。これは、続けて実験を行った際に疲労が溜まったからではないかと考えられる。今回の実験では、心拍数が上が

り脈拍により揺れに影響がでるほどの運動はしておらず、考慮はしなかった。今回の実験で検出できた“疲労”は肉体的疲労より集中したことによって溜まった脳内の疲労である可能性が高く、体に残った疲れや風邪や熱による“だるさ”を検出することができるかもしれない。また、(B)(b)を比べると長い時間持っていた(B)の方が 7Hz 付近の値が大きく変化しており疲労度の過度の違いである可能性がみられる。

4. まとめ並びに今後の展望

本研究では、ただデバイスを手に持っているだけで、持っている人の“疲労”を識別することができる可能性を明らかとした。しかし、今回の実験では、より確実に“疲労”を識別するために、実験機器をできるだけ動かさないように集中して持ってもらいデータを採取した。しかし、実際に人に気づかれることなく“疲労”やその他“感情”などをはかり新しいサービスとする際には、“他の行動に集中している時”に識別できるようにしなければならない。また、今回の実験では肉体的疲労に対しての実験を行っていないので、肉体的疲労をしての実験結果をもとにさらに正確な“疲労度”を識別できるようにしていきたい。

参考文献

- [1]西村 優佳里、松下 宗一郎、“Digi-Photo Frame:ひとりにさせないデジタルフォトフレーム”、FIT2007 情報学科技術フォーラム K-042, pp.613-614, (2007)