

K-069

加速度センサを用いた装着位置を選ばない運動強度評価システムの提案

長島 寛、松下 宗一郎

東洋大学大学院工学研究科機能システム専攻

Email: {kan@cse.eng.toyo.ac.jp, gmatsu@acm.org}

1、はじめに

現代社会において人々の生活習慣はさまざまであり、健康管理は日常生活において大きな課題となっている。また、運動不足による肥満や、飛行機など乗り物での長時間着席状態やVDT連続作業などによる肺血栓が問題となっている。そこで我々は日常生活において手軽に使用でき、なおかつ携帯性に優れ、いつでもどこでも簡単に利用者の運動状況を評価できる装置の開発を行った。運動を計測するには加速度を用いることが考えられるが、従来の方法では、測定場所や取り付け位置などに制約条件があり、使用するにあたって利用者の負担が大きかった[1][2]。本研究では、新しい計算方法を用いることにより、使用環境に対しロバストな評価を行えるデバイスを開発している。

2、携帯型運動状況モニタ

本来、人の動作は三次元であるため、運動計測には少なくとも3軸が必要であると考えられるが、本研究では、多軸と1軸の評価実験を行う意図から、図1のような2軸加速度センサ、8ビットマイクロコントローラを中心とする加速度計測回路を製作した。さらに携帯性や利用しているその場での結果出力を考慮し、評価を5段階でLEDに表示するタイプと、評価アルゴリズムの正当性検証を行うため加速度をフラッシュメモリに記憶させるデータロガータイプの2種類のデバイスを開発した。

加速度という点では、重力の影響により人間が少し姿勢を変えただけで大きな加速度が計測されることが知られている。また人間の自発的な運動と、乗り物に乗った時のゆれが明確に区別できるかどうかを考えるため、実験に先立ち人間の通常の動作の加速度を知るため、着席状態、歩行状態、そして、ゆれの激しいと思われる電車乗車中という3つのシ

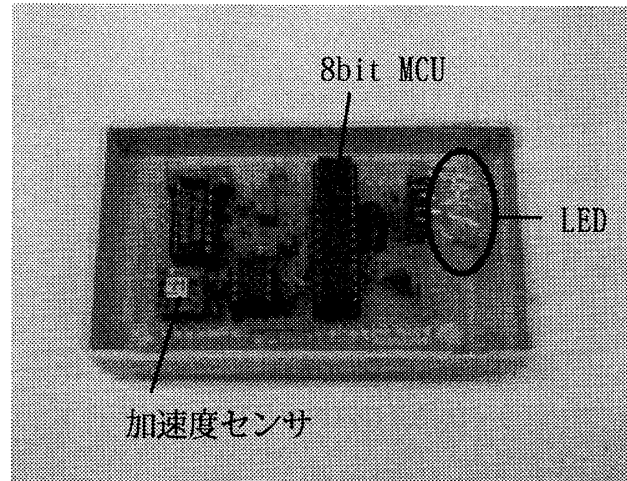


図1 携帯型運動状況モニタ (試作機)

チュエーションで加速度のデータ記録を行った。その結果、図2に示すように大きな加速度が計測されている。また、着席状態では姿勢による影響が大きいため、加速度に大きな異方向性が見られた。そこで、加速度の時間差分の絶対値を時間積分することにより図3のように自発的な運動とそうでない運動を切り分けることができた。また、この評価アルゴリズムを用いた場合、図3からわかるように2軸ともほぼ同じ評価を示しているため、運動評価には、1軸のみですむことがわかった。さらに、装着場所を腰、足、衣服のポケット、持ち歩いているカバン

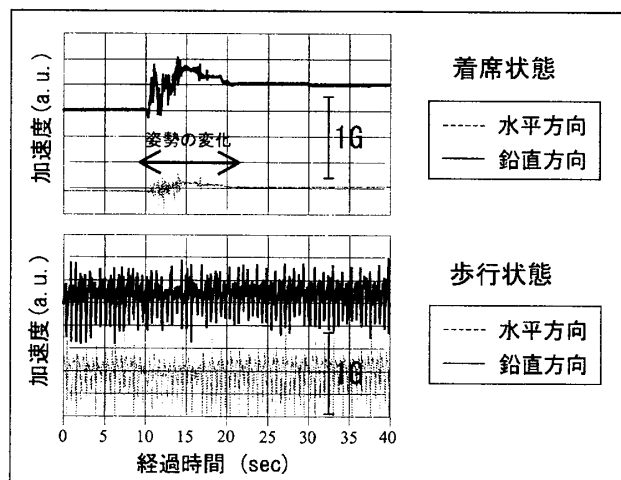


図2 人間の動作による加速度

A Wearable Physical Exercise Strength Evaluation System
Regardless of Attached Place by Using Accelerometers:

Kan Nagashima and Soichiro. Matsushita

Graduate School of Engineering, Toyo University

Email: kan@cse.eng.toyo.ac.jp

の中と様々な場所で行ったところ、これらもほぼ同じ評価を示していることから、装着場所の制約条件も緩和されると考えられる。

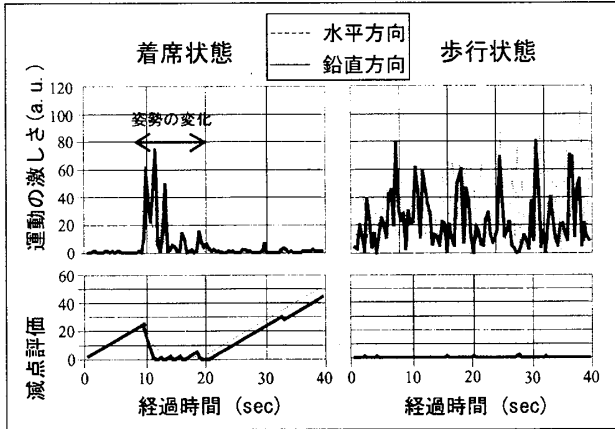


図3 加速度の時間差分を用いた評価

3、評価実験

評価を5段階でLEDに表示するデバイスを利用者に30分装着し以下の2つの実験を行った。評価は5段階評価とし、一番動いていない状態を「1」、一番動いている状態を「5」とする。30分の中で、表1、表2のようなイベントを行い評価を行った。

(1) 屋内でのイベントにおける運動評価

結果は、表1に示すように着席状態における人間のゆれなど、瞬間的な運動は評価されず、歩行や体操などの継続的な運動をしている場合のみ、継続時間も含めて評価されていることがわかる。

(2) 電車での運動評価

#9は電車で座席に着席してから、#10ではつり革につかまり起立位置についてから測定を開始し、その状態のまま30分測定、#12では乗車、下車の移動動作も測定に含まれている。結果は、表2にしめすように乗車、下車といった実際に歩いて移動するなどの運動に関しては感度を有していることが評価からわかる。しかし、電車によるゆれなど利用者の自発的ではない運動に関しては感度を有せず、その区別が明確にできていることがわかった。

4、まとめと将来の展望

今回、加速度時間差分積分方式を評価アルゴリズムに採用したことによって、急激な加速度変化には感度を有せず、継続的な運動のみをロバストに評価するシステムを開発できた。また、ポケットに

No	評価	イベント説明	No	評価	イベント説明
#1	5	10 (VDT)/20 (歩行)	#5	2	29 (VDT)/1 (歩行)
#2	5	25 (VDT)/5 (体操)	#6	1	29.5 (VDT)/0.5 (歩行)
#3	4	27 (VDT)/3 (体操)	#7	1	30 (VDT)/0
#4	3	28 (VDT)/2 (歩行)	#8	1	30 (食事)/0

- 評価は1(静)~5(動)の5段階とする。
- イベントは30分間中の「着席時間(内容)/離席時間(内容)」とする

表1 屋外での運動強度評価

No	評価	イベント説明 (電車での測定条件)
#9	1	30 (常に着席状態で測定)/0
#10	1	30 (常に起立状態で測定)/0
#11	2	26 (常に着席状態で測定)/4 (乗車下車)

- 評価は1(静)~5(動)の5段階とする。

表2 電車内での運動強度評価

収まる大きさであることや加速度を1軸のみ測定すれば良いこと、さらには、装着場所に関する制約条件が緩いという利点が見い出された。なお評価については、装着位置、装着状態により、また個人差により同じような動きをしても、閾値の設定により多少評価が違ふことが考えられるが、利用者が毎日同じ位置に装着することを想定しているの、この点については、利用者の普段の評価を個々に認識して使用することを目的としているのでそれに従い判断してもらいたい。また加速度センサ検知している数値は、人間の質点運動の移り変わりではなく、人間の体に掛かる衝撃を数値化しているものと考えられる。これらのことから我々はいつでもどこでも利用者の運動状況を教えてくれるデバイスとしての可能性を見出した。将来的には、さらに小型化し、財布の中や携帯電話のストラップといった身近な場所で適応可能かを調べ、運動不足解消に役立つデバイスとして考えていきたい。

参考文献

- [1] S. Matsushita, T. Oba, K. Otsuki, M. Toji, J. Otsuki and K. Ogawa: A Wearable Sense of Balance Monitoring System towards Daily Health Care Monitoring, Proc. of ISWC2003, IEEE Computer Society Press, pp. 176 - 183, 2003.
- [2] J. Farrington et al.: Wearable Sensor Badge and Sensor Jacket for Context Awareness, Proc. of ISWC 1999, IEEE Computer Soc. Press, pp. 107-113, 1999.