

K_051

逃げる目覚まし時計の実現に向けた人体センサの検討

Development of human sensor towards a ready-to-flee alarm clock

谷田 円花†、松下 宗一郎†

Madoka Yata and Soichiro Matsushita

1. はじめに

現在多くの電化製品に状況認識を行うためのセンサが搭載され、より状況やニーズに即した処理動作が可能となっている。このとき、それらのセンサが収集する情報は温度や重量など、周囲の環境や対象物に関するものが多い。何故なら、電化製品にセンサが搭載された目的が「与えられた仕事を指定された結果になるよう処理するために、必要な情報を集める」ことであるためである。しかし、その処理結果が人間を快適にするためであるに関わらず、人間の状態を認識するためのセンサは少ないと感じられる。電化製品はロボットと違い、人間に使われることで仕事を達成する。そこで、人間の状態を理解したうえでの動作が可能となれば、状況に応じて変わる人間の求める動作を的確に行えるようになり、より快適な使い心地になると考えられる。

人間と密接な電化製品ほど、人間の状態によって仕事の手段・効率が変わるため、人間の状態を認識・理解することでより良い結果を出す可能性が高いと考えられる。そこで、本研究では、「人間を特定の状態にするよう働きかける」という仕事を与えられたアプリケーションの1つとして、人に働きかけて「覚醒状態にする」ことを目的としたアプリケーション「目覚まし時計」にて、「人間の状態認識を行うことでよりよい動作が行える」ことを目指している。このような目的のために研究が成されている例としては、マサチューセッツ工科大学による、自走して逃げる目覚まし時計、clocky (クロッキー) [1]が知られており、アラームを止めなければならぬと考える人間の手から届かない場所に目覚まし時計自らが逃げることで、使命をよりよく果たさせることを目的としているが、人間の状況を勘案しつつ逃げるにまでは至っていない。そこで我々は、人間の状態にあわせて、例えば使用者が覚醒しているならば逃げないが、再度寝てしまうようならばベルが止められないよう逃げる等の動作が行える「逃げる目覚まし時計」を提案する。

目覚まし時計が使用される寝室といった環境の周囲には人間以外の無機物が多数存在し、また、人間の動作は起床時とはいえ必ずしも緩慢とは限らない。そのため一般的に人間を含む状況認識に用いられるカメラを用いたリアルタイム画像処理では、非常に高性能なコンピュータと高度なアルゴリズムが必要とされる。目覚まし時計とは一般的に小型であり電池で動くような使いやすしいものが求められるため、もしも実際にこの機能が搭載された目覚まし時計を作成しようとなると大型で使いにくいものとなってしまい、普及が非常に困難になる可能性がある。

†東洋大学工学部コンピュータショナル工学科

Department of Computational Science & Engineering (CSE), School of Engineering, Toyo University

そのためできる限り小型で省電力の人間認識手段であることが望ましい。そこで、複雑な状況認識が行えるカメラによる画像処理ではなく、センサ反応を用いたシンプルな状況認識によって人間と人間の状態判別を行おうと考えた。

このとき、人間は、熱、音、形状や動きによって無機物と区別されると仮定する。例えば、カメラによる画像処理による認識は、画像として表示された姿と、リアルタイム処理によって時間軸方向での変化という動きによって人間と無機物を判別していると考えられる。

では、カメラを使用しない場合、何によって判別を行えば簡単に人間と判断できるのか。我々は人間と無機物の判別を、熱と熱源の動きを検出することで可能となるのではないかと考え、両方の検出が行える焦電型赤外センサを用いて実験を行うことにした。焦電型赤外センサは超小型マイクロコンピュータ (以下 PIC と呼ぶことにする) でも扱うことができるため、人間の認識処理が可能ならば装置の小型化・省電力化に繋がると考えられる。また応答速度も速いため迅速な処理・認識が可能になると考えられる。

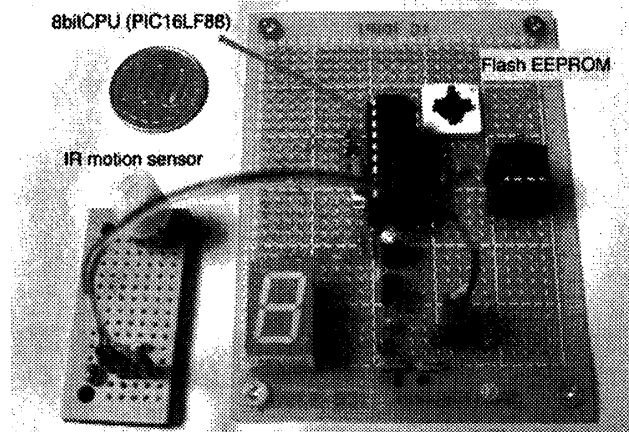


図1 赤外線検出装置の構成

2. 赤外線検出装置 (組込型超小型マイクロコントローラーと焦電型赤外センサ)

図1に赤外線検出装置を示す。焦電型赤外センサはPIC (PIC16LF88) と接続されており、周囲と温度差のある物体の移動を検出すると、電圧信号にて情報をPICに送信する。このとき、その電圧信号はPIC内のA/Dコンバータを通して数値化される。最終的には、この数値化されたデータから人体が接近していることを認識するのだが、認識アルゴリズムを検討するため、数値化された信号をフラッシュEEPROMチップに毎秒8サンプルの速度で記憶している。なお、測定時間はメモリ容量(256キロビット)から約一分間とし、測定開始と終了時には基板上の発光ダイオードアレイが点灯する。

サンプリング周波数は、センサの応答として、体感的に反応が速すぎず遅すぎなかった8 Hzを採用した。また、焦電型赤外センサは当初デジタル型を使用していたが、壁のように本来は発熱していないはずである物体に向けてセンサを動かしても反応したため、デジタル型では人間と無機物を判別することは難しいと感じた。そこで、より詳細な赤外線移動の情報を知る為に、アナログ型(松下電工社製「NaPiOn」AMN21112)に変更した。アナログ焦電型赤外センサは、デジタル型が検出結果を0/1の2値で出力するのに対して、アナログ電圧にて出力するため、熱源の移動についてより細かな判別ができる考えた。

3. アナログ型赤外センサによる計測実験と結果

逃げる目覚まし時計が判別をする必要がある人間の状態は数多くあると考えられるが、今回は「人がそこに存在しているか」、「目覚まし時計(センサ)に向けて手を伸ばしているか」について実験を行うことにした。その状態について実験する理由としては、(1)目覚まし時計が人を覚醒させる動作をする際に人間(使用者)がその場になければ動作する意味がない、(2)目覚まし時計が逃げる条件として最も単純なものが「人間の手が目覚まし時計(センサ)に迫っている」事だと考えたためである。

まず、人は就寝時に目覚まし時計を枕元に置くと仮定すると、目覚まし時計のセンサは寝ている人間の動きを頭と肩の動きから認識するのではないかと考えた。そこで、アナログ焦電型赤外センサの正面から約20 cm離れて俯せに寝ている人間の頭の動きと、約30 cm離れて俯せに寝ている人間の肩の動きを測定した。それらの測定結果を、人間がセンサに向かって手を伸ばす動きの際の結果とともに図2に示す。

図2を見ると、頭と肩の動きからは、周期、振幅ともに類似した波形が計測されていることが分かる。そして、頭、肩といった体の部位による計測信号波形の違いは、センサに向かって手を伸ばした時の信号波形との違いよりは明確ではないように見える。そこで、より明確な違いや特徴が存在するかどうかを調べるため、センサからの信号をFFT(高速フーリエ変換)によって解析した。図2の測定結果をFFTにて周波数領域に変換したものが図3である。

図3を見ると、図2では特に目立った違いが見られなかった頭と肩の動きの測定結果に明らかな違いが生じている事が分かる。更に、頭の動きは周波数約0.33Hz(約3秒に1回)付近にピークを持っており、実験では呼吸以外の動作は意識的に抑制したことから、今回の実験結果では、寝ている人間の呼吸による頭部の周期的運動がアナログ焦電型赤外センサで測定されていると思われる。これらのことから、アナログ焦電型赤外センサによって、人間の運動状況をFFTのような手法により、かなり詳細に測定できる可能性があると考えられ、異なる状況等を含め、更に実験を重ねる事で、アナログ焦電型赤外センサによる人間の状態認識が可能になるのではないかと考えている。

4. まとめと今後の展望

今回の実験を通して、焦電型赤外線センサからのアナログの電圧信号を数値化し記録できる実験装置を用いて測定を行い、その結果を周波数領域に変換する事で、測定結果の波形に含まれる特徴を認識する事が可能であると考えら

れる。しかし、人の呼吸による動きさえも検出する敏感さ故に「同一の状態」を認識するための閾値の設定が難しいことや、センサ(目覚まし時計)自身の状態情報を得る手段がないといった、焦電型赤外センサに起因する問題や、FFTという計算の性質上、リアルタイムで得られる信号から即座に特徴を見いだせるとは限らないなど、幾つかの問題点を抱えている。そこで、今後は、より多くの実験とデータ解析を行い、更に加速度センサなど他のセンサを用いた実験を行うことで状況認識の手法を新たに考案し、状況に応じて的確に行動(逃げる等)する、利用者にとって本当に役に立つ目覚まし時計の実現を目指していく。

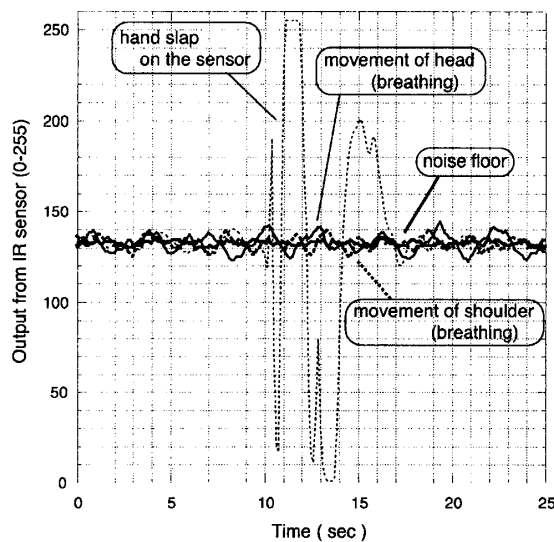


図2 人間の体の動きによる赤外センサの測定結果

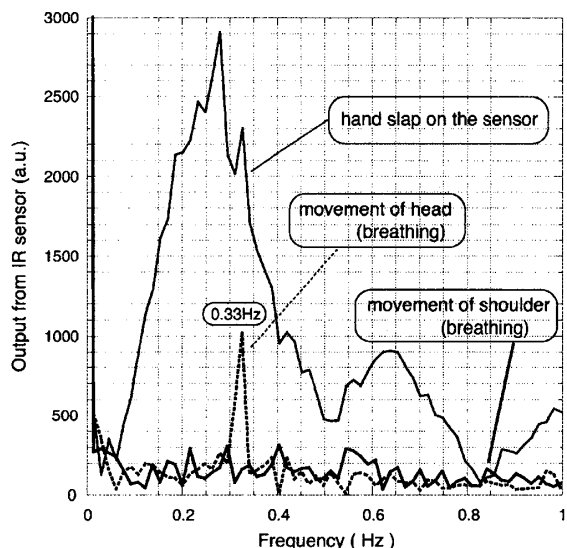


図3 赤外センサ波形のFFT変換結果

参考文献

[1]G. Nanda, <http://www.media.mit/press/clocky/>, 自走する目覚まし時計 clocky, last visited on Apr. 26, 2006