

マイクロ波ドップラーセンサを用いた 非接触による心拍検出

1122136 後関 友希
指導教員 新井 浩志 准教授

1. 背景

日本は益々高齢化社会に向かっている。内閣府「平成 22 年版高齢社会白書」^[1]によると、高齢者で一人暮らしの人は「心配ごとや悩みごとがある」人が多い。具体的な心配ごとや悩みごととしては、「自分の健康」や「生活費などの経済的なこと」、「病気のときに面倒を見てくれる人がいない」、「一人暮らしや孤独になること」などがある。実際に、誰にも助けを呼べないまま孤独に死を迎える高齢者の孤独死は社会問題となっている。そのためセンサを使用した見守り機器は、高齢者が安心して暮らせる社会を実現するための基盤として期待されており、孤独死を未然に防いだり早期発見をする見守り機器が必要とされている。

2. 概要

従来の見守り機器では、焦電型赤外線センサやカメラ、ウェアラブルデバイスを利用する方法が主流である。これらには長所もあるが、幾つか問題点も存在する。例えば、焦電型赤外線センサは、倒れている人間の健康状態を判別できない。そのため、孤独死を未然に防ぐことは難しいと考えられる。カメラは映像判断することで、生体情報の取得が可能であるが、プライバシーの侵害につながるため家の中への導入は困難である。一方、ウェアラブルデバイスは、身に着けていない状態では、生体情報を取得することができない。本研究では、見守りという見地に立ったときに、心拍の有無を早急に判断することで、孤独死を未然に防げる確率が向上するのではないかと考えている。問題を解決するセンサとして近年注目されているのが、マイクロ波ドップラーセンサである。マイクロ波ドップラーセンサは、受信信号を増幅させることで体表面の微小な動きを捉えることができる。プライバシーを守りながら非接触に心拍数を取得することを可能としている^[2]。しかしながら、着座状態についてのみしか評価されていない。そこで本研究では、より詳細な性能評価を行うことで、見守り機器としてのより実用的な使い方を模索した。

3. 心拍検出

本研究では、心拍に伴う体表面の微小な動きを、マイクロ波ドップラーセンサによって検出する。マイクロ波ドップラーセンサは、ドップラー効果による反射波の周波数変化を測定し、対象物の動きなどを検知する。

マイクロ波ドップラーセンサから得られる受信信号のスペクトルを解析する手法には、ウェーブレット変換を用いている。図 1 にウェーブレット変換を用いてスペクトル解析を行った例を示す。ウェーブレット変換は解析する周波数に応じて適用する時間窓を調整できるため、非定常信号のスペクトル解析に適している。

解析対象信号 $f(t)$ のウェーブレット変換は式 1 で定義されている。

$$W_{\psi}(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (式 1)$$

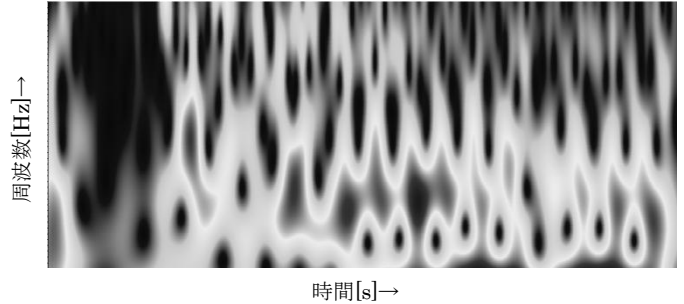


図 1 ウェーブレット変換を用いたスペクトル解析

ウェーブレット変換では、解析対象信号 $f(t)$ とウェーブレット関数の比較を行う。式 1 の $\psi(t)$ がウェーブレット関数であり、 a, b は、ウェーブレット関数の拡大率に相当するスケールファクタである。このスケールファクタを変化させるながら、ウェーブレット周波数を算出する。

心拍計などでは 1 分間当たりの心臓の鼓動の回数を心拍数としていることが多いことから、本研究ではウェーブレット周波数の逆数を、心臓の鼓動 1 回あたりの時間の長さとして捉え、ウェーブレット周波数 $\times 60$ を疑似心拍数と定義した。一般成人の心拍数の正常値は 40~110[回/分]であることから、40~110[回/分]の内、最もパワースペクトルが大きい値を示す疑似心拍数を心拍数としている。図 1 をもとに心拍数の算出を行った結果の例を図 2 に示す。

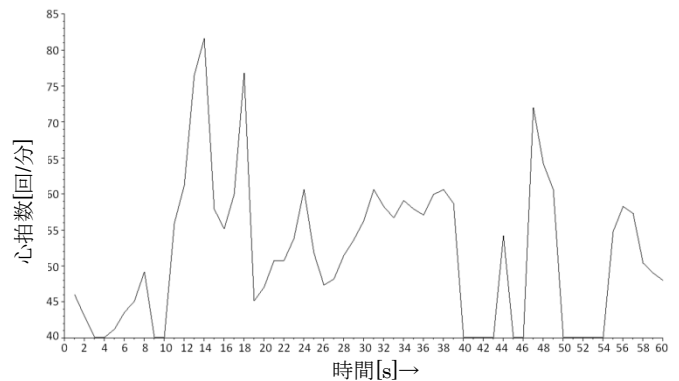


図 2 心拍数の算出を行った例

4. 実験結果と考察

評価実験として、寝室、トイレ、脱衣所の 3 ヲ所で計測を行った。心拍計が示す心拍数と本研究のシステムが示す心拍数との誤差の平均は約 30 であった。現在のシステムは誤差が大きく実用的でないため、誤差を少なくしていく必要がある。

参考文献

[1] 内閣府, “平成 22 年版高齢社会白書”, pp. 17-18, 2010.

[2] 大槻知明, “ワイヤレスヘルスマニタリング”, “電子情報通信学会誌”, vol. 97, No. 8, pp. 702-706, 2014.