

指尖容積脈波測定による ストレス診断支援システムに関する研究

高橋 知央[†]
釧路公立大学[†]

林 秀彦[‡]
鳴門教育大学[‡]

皆月 昭則^{††}
釧路公立大学情報センター^{††}

1. はじめに

近年、躁鬱病などの気分障害患者が大幅に増加している。厚生労働省による「患者調査」では、平成8年に43.3万人であった総患者数は平成20年には104.1万人となった。この12年間で約2.4倍と急増している[1]。このような病は「心の現代病」と呼ばれており、最大の発症要因は精神的肉体的ストレスである。ストレスの原因であるストレスラーが多岐にわたる現代社会では、常に精神的肉体的ストレスを受けており、高い発症リスクがある。このようなストレスを原因とした病には、潜在的患者が多数存在しているという報告がある。その要因は、主観的視点から評価した発症リスクと実際のそれとでは差異が発生し、医療機関への受診に至らないためであると考えられる。ストレス評価を行うチェックテストが開発されているが、このような評価方法では主観的要素や恣意的要素が介在するため、客観的に発症リスクを伝えることは困難である。

メンタルヘルスの予防段階は三つの段階がある。それはストレス除去による一次予防、早期発見・早期受診による二次予防、治療・再発防止による三次予防である。特に、二次予防は、病の重症化、治療期間の短縮につながる、重要なプロセスである。

以上の背景から、個人が日常的にストレスレベルを測定して、自身が主観的に感じているストレスレベルとのギャップ把握支援を行うことで、病の重症化予防や予防的管理行動へのインセンティブを働かせるようなシステムが必要である。本研究では、ストレスに影響を受ける生体信号、指尖容積脈波に着目した。その変動の周波数解析を行うことにより、自律神経活動を評価し、疾病リスク管理の支援を行うシステムを開発した。

2. システム概要

本研究で開発したシステムは、Visual Studio.NET フレームワークと C#言語, それに加えてオープンソースハードウェアである Arduino と A.P.Sheild を用いて開発した。A.P.Sheild とは、赤外線を発し、その反射光によって電流を変化させるフォトリフレクタを使用した Arduino 互換機向け拡張ボードである[2]。そのフォトリフレクタの上に指を置くことで、血流の変化を検出し、指尖容積脈波の測定を行う。また、本システムは、A.P.Sheild を装着した Arduino とパーソナルコンピュータを USB ケーブルで接続して使用する。体温、血圧、体重などの測定のように日常的な健康管理行動としてストレスの測定をして、内的シグナルを可視化することにより、疾病リスクに対する自己管理を支援する。

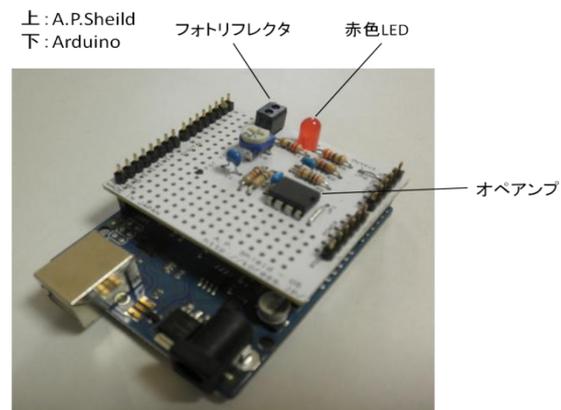


図1 Arduino と A.P. Sheild

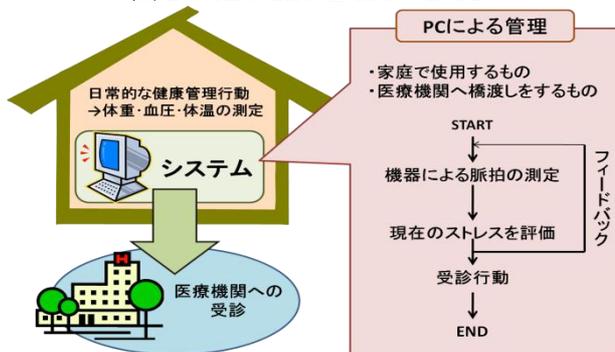


図2 システム利用の流れ

A Study of Stress Diagnosis Support System by Digital Pulse Volume Measurement

[†]Tomohiro TAKAHASHI · Kushiro Public University.

[‡]Hidehiko HAYASHI · Naruto University of Education.

^{††}Akinori MINADUKI · Center for ITS, Kushiro Public Univ..



図3 開発した SMS による測定画面

3. ストレスの評価方法

心臓などのヒトの内蔵器官は自律神経系の影響を受け、機能している。自律神経は、物理的・精神的な刺激に対する神経である交感神経と休息や体の修復時の副交感神経に分けられる。ヒトがストレスを受けた場合には交感神経が優位になり、その後、生理的情報である指尖容積脈波にも影響があらわれる。また、心拍一拍ごとの時間間隔である心拍間隔 (R-R Interval:RRI) はゆらぎを有しており、これは心拍変動 (Heart Rate Variability:HRV) と呼ばれている。心拍変動の大きさは、時系列を周波数解析することで導出できる。R-R 間隔時系列は主な周波数成分が特定されており、それは以下の三つである。

- ① 超低周波成分 (Very Low Frequency:VLF)
主に交感神経活動と一部の副交感神経活動の影響を受けており、0.00-0.05Hz の周波数帯域成分を有している。
- ② 低周波数成分 (Low Frequency:LF)
副交感神経と交感神経、両活動による影響を受けており、0.05-0.15Hz の周波数帯域成分を有している。
- ③ 高周波数成分 (High Frequency:HF)
副交感神経活動に限定した影響を受けており、0.15-0.40Hz の周波数帯域成分を有している。

周波数解析の結果から導出された交感神経と副交感神経の比率 (LF/HF) が自律神経のバランスを表す指標とされており、その数値が高いほどストレスも大きくなると推測される。本システムでは、R-R 間隔と脈波のピーク間隔 (P-P Interval:PPI) がほぼ一致し、また、コストや測定の容易性から、心拍の代替として指尖容積脈波を用いてストレスを導出する。

4. まとめと展望

本研究で開発したシステムは、体重、血圧、体温の測定と同じような、家庭で行う日常的な健康管理行動の一環としてのストレス測定を目的としたものである。ストレスの測定に加えて、その結果をフィードバックし、時系列のデータとすることによりストレスの把握を支援する。また、ストレスを客観的視点から定量的に評価することにより潜在的な患者化を防ぐことができると考える。

更なる検証を深めたい場合は、唾液アミラーゼモニターとの対照実験を行うなど、有用性の確立が必要である。また、A.P.Sheild は本来、医用の脈拍センサーとして開発されたものではないため、測定時にノイズが発生する。そのため、今後はさらに精度の高い脈拍センサーを使用するなどハード面での改良が必要である。また、家庭における健康管理システムやサービスをシームレスに扱えることを目標とした業界団体、コンティニュー・ヘルス・アライアンスのガイドラインに沿った接続規格を採用し、他の予防的管理システムとの連携を図り、より幅広い総合的な健康管理システムの構築を目指していく。

参考文献

- [1] うつ病・躁うつ病の総患者数
<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/2150.html>, 2011
- [2] Arduino 対応の心拍センサシールド「A.P.Sheild」
http://koress.jp/2010/05/arduinoap_shield.html, 2011
- [3] 高津浩彰ほか、「心拍変動による精神的ストレスの評価についての検討」, 電気学会論文誌 C, 120-C1, pp104-110, 2000
- [4] 高橋圭太ほか、「心拍変動による VDT 作業者のストレス・疲労の定量的検討」, 秋田工学資源学部研究報告 第 30 号, 2009