

皮膚コンダクタンス測定器の開発

A Development of Instrument for Measuring Skin Conductance Change

山田健史

指導教員 富田雅史 准教授

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子制御システム研究室

キーワード：皮膚コンダクタンス・Arduino・Processing・生体信号・発汗

1. はじめに

生体活動を電気的に計測したものを一般的に生体信号と呼ぶ。この生体信号には、心拍や呼吸のように物理センサを必要とするものと、脳波や皮膚電気活動のように電気信号として直接取得できるものがある。人の生体信号にはストレスや眠気など、無意識下で変化を示す情報も含まれ、それを取得すれば集中状態やリラックス状態の指標にすることができると期待される。本論文では、人の覚醒状態を知ることができる皮膚コンダクタンス水準と、痛覚や触覚や視覚といった外部環境の変化によって現れる皮膚コンダクタンス反応を通電法によって同時に測定するための装置開発について述べる。

2. 皮膚電気活動について

精神的に緊張すると、手に汗をかく。その一方で、夏場にかく不快な発汗もある。前者は精神性発汗、後者を温熱性発汗と呼ばれている。精神性発汗が生じる部位は手掌と足底であり、温熱性発汗が生じる部位は手掌と足底を除いた全身の皮膚とされている。精神性発汗を電気的にとらえたものが、皮膚電気活動である[1]。図1に皮膚電気活動の測定方法に基づいた皮膚電気活動の分類を示す。

通電法で測定される反応には、皮膚抵抗反応と皮膚コンダクタンス反応がある。また、通電法で測定される緩徐な基線の変動には、皮膚抵抗水準と皮膚コンダクタンス水準がある。抵抗反応と抵抗水準をあわせて皮膚抵抗変化、コン

ダクタンス水準とコンダクタンス反応をあわせて皮膚コンダクタンス変化と呼ぶ。抵抗変化とコンダクタンス変化は互いに逆数の関係であり、測定対象は同じである。皮膚電位活動は電位法で測定される。

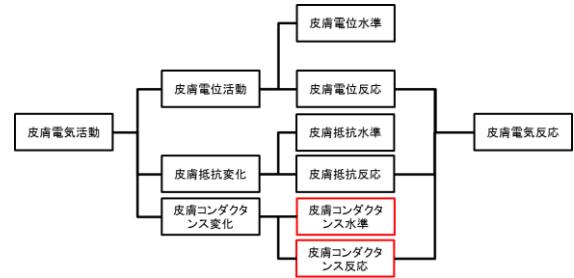


図1 皮膚電気活動の分類

3. 皮膚コンダクタンス測定器開発

3.1 システム構成

図2にシステム構成を示す。ホイートストンブリッジを用いて、皮膚からの信号の変動を取得し、LT1167による第1段階の増幅の後でフィルタ回路を用いて直流成分と交流成分に別けてLMC6468による第2段階の増幅およびレベルシフトを行った後で、Arduinoに入力する。直流成分は皮膚コンダクタンス水準、交流成分は皮膚コンダクタンス反応を示している。Arduinoは、それぞれを10回サンプリングし、その移動平均をパソコンへUSBケーブルによるシリアル通信で送信する。パソコンにおけるグラフ化と記録は、描画ソフトであるProcessing2.2.1を用いた。グラフ化と同時にExcelへの記録をするプログラムとした。また、データ取得中にマウスクリックをすると、虚偽検出実験で、カ一

ドを交換したタイミングを示すためにグラフへ縦線のマークを描くようにした。

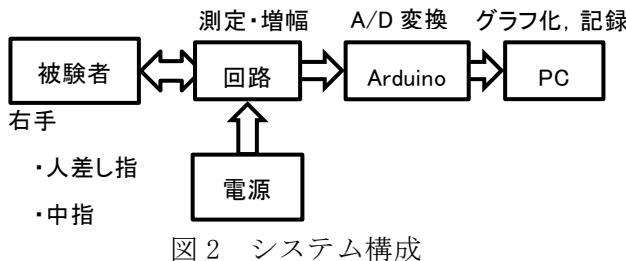


図 2 システム構成

3.2 動作確認

今回製作した回路やプログラムが正常に機能することの動作確認として、参考文献[2]の虚偽検出実験や日常的な会話による皮膚コンダクタンス変化を測定した。図3と図4に、別々の被験者の虚偽検出実験の結果を示す。上側のグラフが皮膚コンダクタンス水準、下側のグラフが皮膚コンダクタンス反応を示す。また、図5に日常的な会話による皮膚コンダクタンス変化を示す。

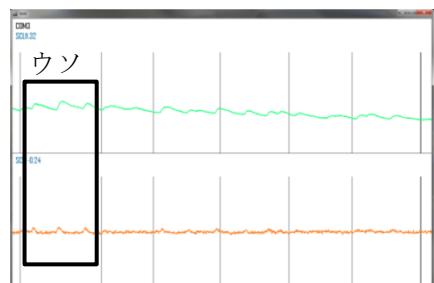


図 3 虚偽検出実験

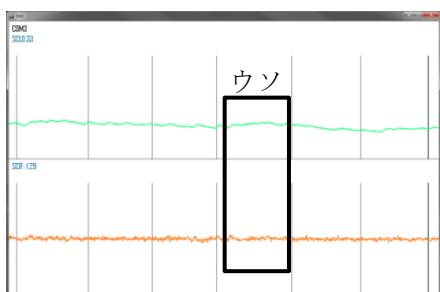


図 4 虚偽検出実験

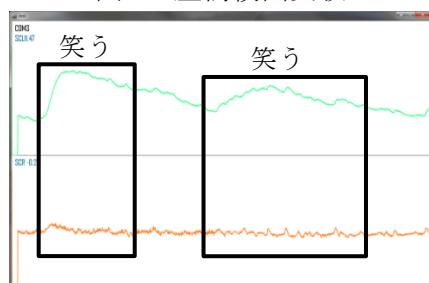


図 5 日常会話

虚偽検出実験は、被験者に6枚のカードのうち1枚を選んでもらい、出題者は1枚ずつ提示しながら選んだカードであるかを問う。被験者は「いいえ」という回答しかできることになっており、どこか1ヶ所で嘘をつくことになる。

図3の枠内で皮膚コンダクタンス反応が見られた。実際にこの被験者が選んでいたカードは1枚目であったので、嘘をついた時の皮膚コンダクタンス変化の取得ができたといえる。このことから、このシステムは成功と判断した。

しかし、図4の結果の被験者が嘘をついたのは四角枠の部分であったが皮膚コンダクタンス変化が取得できなかった。さらに、枠内だけでなく、全体的に皮膚コンダクタンス変化が小さいのが分かる。この原因として、被験者の体質の違いがあると考えた。

図5より、虚偽検出実験のような非日常的な状況より、日常的な状況のほうが、強い皮膚コンダクタンス変化が得られることが分かった。

4. まとめ

図3の結果は、数人の被験者で実験を行った上で最も変化が顕著に現れた結果を示した。一方で、図4のように、皮膚コンダクタンス変化が取得できない結果も数例あった。その原因として、被験者が汗をかきにくい体質であった、電極の接着が弱かったなどが考えられた。電極の接着力に関しては上からさらにテープングをするなどの対策を行う。

今後の展望としては、回路がまだ仮組なので基板化し、電源を直流安定化電源から乾電池に変えて持ち運びできるようにする。これによって、さまざまな状況における人の覚醒状態や緊張状態の測定が可能になる。

5. 参考文献

- [1] 櫻井雄太：皮膚コンダクタンスを検出する安価な回路の設計と虚偽検出実験への応用，愛知淑徳大学論集, pp28-34, 2017年
- [2] 沼田恵太郎・宮田洋：皮膚電気条件づけ，関西学院大学人文学会, pp57-58, 2011年