

正規化光電脈波間距離を用いた生体認証

中村 誠[†] 大塚友彦[†]
[†]東京工業高等専門学校電子工学科

1. はじめに

近年、光電脈波は医療検査時など様々な場面で活用されている。医療事故防止の観点から、医療現場においても生体認証を用いた個人認証の必要性が高まっている。そこで、本研究では、光電脈波の特徴量を抽出し、生体認証する手法を提案する。

2. 提案手法の概要

2.1 光電脈波の性質

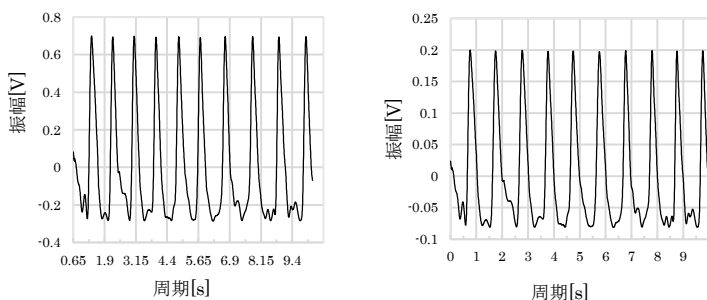
指先などに光を照射し、散乱光強度を測定すると、光吸収特性を持つ酸化ヘモグロビンにより、動脈の拍動に応じた光電脈波信号が得られる。これは、体内の身体的特徴に関する情報を含むため、個人により異なる波形となる。一方、同一人物であってもセンサと指の接触状態、運動直後の測定、心理的緊張の影響などの検査時の物理的・身体的・心理的状态により光電脈波は変動する[1]という課題がある。

2.2 光電脈波測定

指先に照射した光の散乱光をフォトリフレクタにより測定する。光電脈波は測定状況により変動するため、ここでは指を置くためのガイドを用いて指の接触位置を一定にし、測定環境をできるだけ一定に保つ。アナログ加算回路により増幅させた信号をLabVIEWにより15秒間の電圧測定を行う。

2.3 光電脈波の正規化

特徴抽出精度を向上するため、光電脈波の正規化を行う。ここでは、光電脈波(図1)から10周期分の波形を抽出し、波形の振幅、周期の変動を抑えるため、ピーク値を1[V]とした光電脈波と周期を1[s]とした光電脈波に変換する。



(a) ピーク値 1[V]の光電脈波 (b) 周期 1[s]の光電脈波

図1 光電脈波の正規化

2.4 光電脈波間距離

まず、正規化した光電脈波を照合するため、(1)、(2)式の相互相関関数 $R_{xy}(\tau)$ を用いて、二つの光電脈波が最も一致する位置 τ_0 を求める。相互相関関数は相関の程度を定量化した指標[2]であり、最大となる位置 τ_0 が、最も類似する位置となる。一方を τ_0 だけシフトさせて平均二乗誤差 μ を算出する。同一人物の周期、振幅は近い値となるため、周期を 1[s] に正規化した光電脈波の平均二乗誤差 μ_1 とピーク値を 1[V] に正規化した光電脈波の平均二乗誤差 μ_2 を求め、その積を照合する 2 つの光電脈波の光電脈波間距離 ($\mu^2 = \mu_1 \mu_2$) と定義する。

$$C_{xy}(\tau) = \overline{x(t)y(t+\tau)} = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} x(t)y(t+\tau) \quad (1)$$

$$R_{xy}(\tau) = \frac{C_{xy}(\tau)}{C_x(0)C_y(0)} = \frac{x(t)y(t+\tau)}{\sqrt{x^2} \sqrt{y^2}} \quad (2)$$

$$\mu_1, \mu_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=0}^{N-1} (x(t) - y(t+\tau))^2} \quad (3)$$

ここで t は時間[s]、 x と y は光電脈波、 τ は時間シフト量[s]を表す。

3. 評価結果

提案手法の有効性を確認するため、照合実験を行った。図2に照合結果を示す。本人同士は50通り、他人同士は300通りの照合を行い、等価エラー率(EER)21[%]を得た。

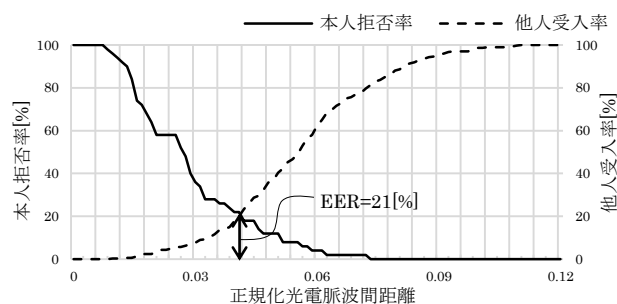


図2 正規化光電脈波間距離に基づく照合結果

4. まとめ

正規化光電脈波間の光電脈波間距離より生体認証する手法を提案した。今後の課題として、さらに EER を低減するため、照合手法の改善が挙げられる。

参考文献

- [1] 鎗田, “パルスオキシメータ信号の雑音除去に関する研究”, 千葉大学博士(学術)論文, 甲第3986号, 2009.
 [2] J. Plasma Fusion Res., vol. 85, no.9, pp.623-626, 2009