

ピークボトムの落差を用いた心磁図のピーク検出方法の提案

Proposal of a Peak Detection Method for Magnetocardiograms Using the Peak-Bottom Drop

○千葉章大¹, 五味悠一郎²*Shota Chiba¹, Yuichiro Gomi²

Abstract: The purpose of this study is to determine the utility of magnetocardiogram (MCG) for personal identification. Previous studies have addressed personal identification by GAN using magnetocardiogram dummy data. However, the identification accuracy was not at the practical stage and needed to be improved. In this report, we propose a new data processing method for the identification program. The previous method was insufficient to detect peaks, and the results from the current improvements are presented.

1. はじめに

身体的な情報を用いた個人認証技術は、パスワード認証と比べセキュリティ強度が高く、複製や盗難がほぼ不可能であるという特徴を持つ。特に心電図や心磁図などの生体情報は顔や指紋とは異なり、露出していない情報として信頼性が高いため個人認証技術への実用化が進められている。第5次科学技術基本計画において提唱された society5.0 ではIoTが今まで以上に普及するとされているため、生体認証システムは今後もさらなる発展が必要である^[1]。

2. 関連研究および課題

心電図は心筋の電気的変化を体表面上に設置した電極で検出し、図形として記録したものである。正常な心電図は Figure 1 のように P, QRS, T, U から構成されている^[2]。一方、心磁図は心臓の電気的活動によって発生した磁気を計測し、図形として記録したものである。心磁図は心電図では予測できなかった事例(予後不良例の予測, 再同期療法の応答例予測など)を電気的異常から検出することが可能である。しかし、心磁図の測定には高価な超高感度な磁気センサーが必要であることに加え、地磁気の影響を受けない施設が必要なことから普及していない。

先行研究では、敵対的生成ネットワークを利用した心電図による生体個人認証手法を提案し、結果として 87.083% の認証精度を得た。認証は心電図データの R 波ピークを基準にデータを処理し、正解データを学習した敵対的生成ネットワーク(以下、GAN)の Discriminator を使用した。心磁図においても同様の手法が適用できると考え、心電図をもとに作成した心磁図のダミーデータを用いて GAN による認証精度の検証を行い、74.864% の認証精度を得た。^[3]

しかし、実際に使用されている生体個人認証の認証精度が 99.99495%(FAR : 0.0001%, FRR : 0.01%)であることから、いずれも実用化レベルではない^[4]。認証精度を向上させるには、GAN 学習の安定化と学習に用いる適切な特徴量の抽出が課題となっている。

3. 目的・目標

本研究の目的は、「心磁図の情報が個人認証に利用可能であることを明らかにする。」である。本報告では、心磁図データのピーク検出方法を変更することで得られる結果の違いを示すことを目標とする。

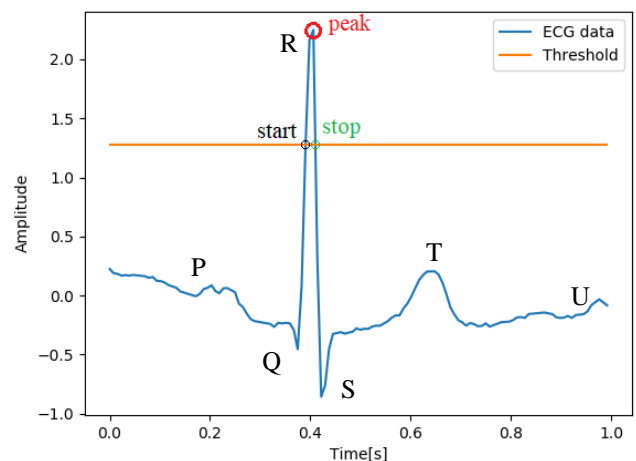


Figure 1. ECG and R peak

4. ピーク検出手順

「R 波ピーク検出法」と「ピークボトムの落差を用いた方法」の2パターンで心磁図ダミーデータの波形を検出し、方法による結果の違いを比較した。以下の手順で取得するピークとは、波形の1周期中における正方向の最大値とする。対象のダミーデータは 128Hz

のサンプリング周波数で作成し、開始から 7.8 秒分までの約 1000 個から構成される範囲の値を使用した。

R 波ピーク検出法では、対象データ範囲における最大値の 50% を閾値に設定して、閾値と閾値を超えたピークの時間成分を対象データのグラフにプロットした。

ピークボトムとの落差を用いた方法では R 波ピーク検出法と比較のため、同じ対象データを使用した。隣合う値の差を計算して、ピークとボトムの落差を求めた。落差が 0.9 以上である場合をピークと判定し、時間成分を対象データのグラフにプロットした。

5. 結果と考察

R 波ピーク検出法の結果は Figure 2 のようになった。グラフ中の青い線が心磁図の波形を示している。閾値は黄色の点を基準に決定し、赤い点線で示している。閾値を超えたピークは青い点で示している。R 波ピーク検出法で検出したピークは明確なピーク 12 個のうち 9 個となった。

ピークボトムの落差を用いた結果が Figure 3 である。グラフ中のグレーの線が心磁図の波形、赤い点が検出されたピーク、青い点が検出に使用されたボトムである。今回設定した閾値の参考として、黄色の線で 0.9 の範囲を示している。R 波ピーク検出法と同じ範囲のデータを使用したため、波形は同じであるが 12 個のピークを検出していることが確認できる。

取得したピークの数にピークボトムの落差を用いたほうが多く、明確なピークを全て取得することができた。一方、R 波ピーク検出法では適切な閾値の設定が必要である。今回のように不安定な部分を持つ波形であれば、閾値を下げすぎるとピーク以外を誤検出することもある。ピークボトムの落差を用いる方法では、波形が不安定であっても落差は安定していることから、ピークを検出することが可能であったと考えられる。

6. まとめ

ピークボトムの落差を用いた方法は、R 波ピーク検出法よりも多くのピークを取得することが可能であった。先行研究では R 波ピーク検出法によってデータ処理を行っているため、ピークボトムの落差を用いた方法に変更することで識別精度の向上が期待できる。

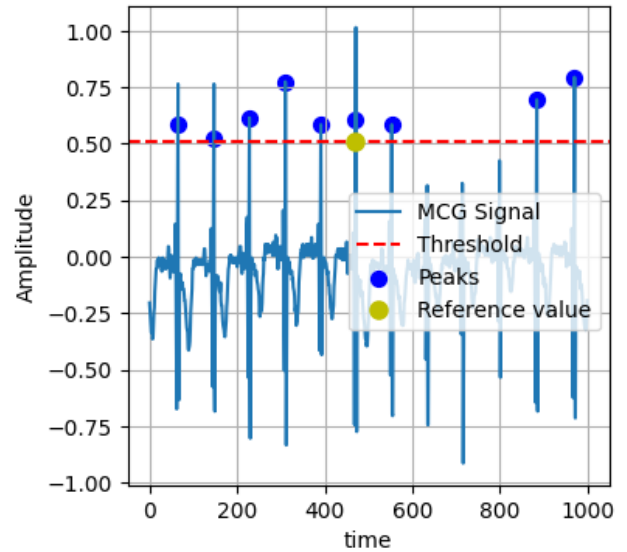


Figure 2. MCG Signal with Peaks

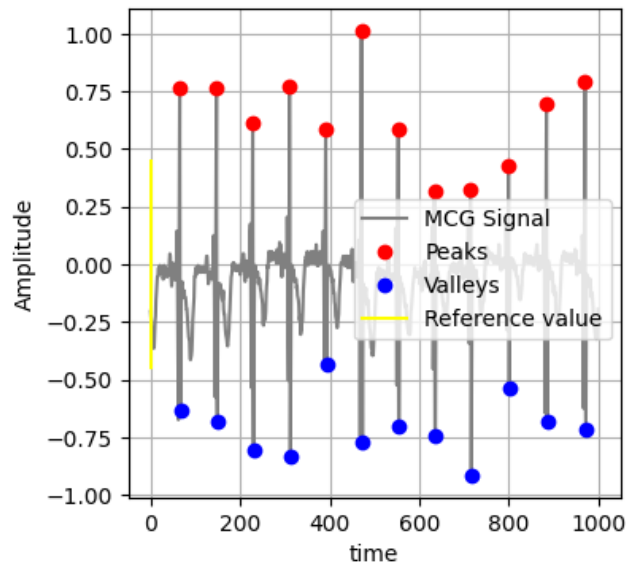


Figure 3. MCG Signal with Peaks and Valleys

7. 参考文献

- [1] 内閣府. ” Society 5.0 ” . 内閣府.
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/. (参照 2023-09-25)
- [2] 佐々木玲聡, 中里祐二. 心電図基礎編-心電図波形の成り立ち-. レジデント 4 月号.
2008.<http://www.igaku.co.jp/pdf/resident0804-4.pdf>. (参照 2023-09-25)
- [3] 芦澤好人, 今池健, 五味悠一郎. MI センサシステムによる模擬 MCG 信号の検出及び GAN を用いた生体個人識別. 日本大学理工学部理工学研究所研究ジャーナル. 2023, 2023 巻, 151 号, p.1-12.
- [4] 村上和夫. よくわかる生体認証. 一般社団法人日本自動認識システム協会編. オーム社. 2019. 280p.