

どんな研究

私たちの周りには音や光など、様々な波形データが存在しています。そうした波形データを有効活用するためには、**波形データを変化させる原因を推定する技術**が必要です。本研究では、**心電図から、その元になっている心筋細胞の挙動に関する情報を推定すること**に取り組んでいます。

どこが凄い

医学的には心電図の波形の特徴と病気との大まかな対応は解明されていますが、細胞レベルでの状態推定は困難です。私たちは既存の心電図シミュレータによって人工的に生成した心電図を活用することで、**細胞レベルでの状態推定を可能**にしました。

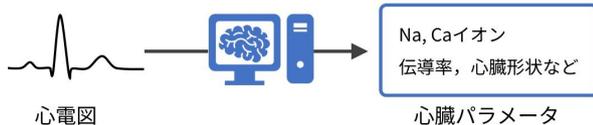
めざす未来

臨床環境での本技術の実用化をめざします。また、心電図を含む多種多様な生体データに対して、その要因や関係性の解析技術を構築することで、健康状態の予測や治療のシミュレーションを行える**バイオデジタルツインの実現**をめざします。

背景・目的

■ 心電図解析

- 心電図に基づく心臓の状態推定（異常の有無や病名）
- 従来法：心電図と異常の有無や病名などを直接結びつける
- 本研究：心電図を形づくる原因となる心筋細胞レベルのミクロなパラメータを推定し、応用の可能性を広げる
 - › 病気と心臓の状態との関連性解析・発見

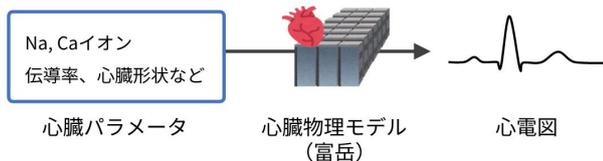


手法

■ AI（深層学習）を活用し心臓パラメータ推定器を構成

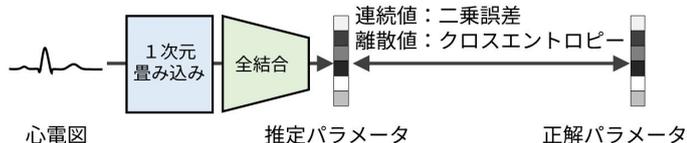
■ 学習データの収集

- 既存の心電図生成器^[1,2]を使用
- 心臓パラメータには連続値と離散値のものが複数存在



■ 推定器の構成と学習

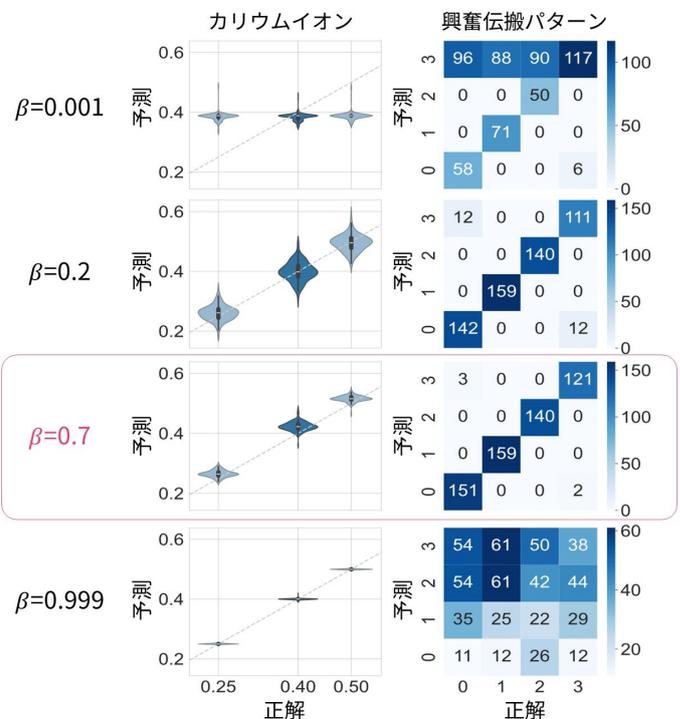
- 損失関数のバランスを調節するための重み β
 - › $\beta L_{\text{連続値}} + (1 - \beta)L_{\text{離散値}}$



実験結果

■ 目的：推定精度が安定する重み β の探索

■ 結果：連続値パラメータを重視する重みづけが安定



重み β の値に対する心臓パラメータ推定精度の可視化

左図：心臓の連続値パラメータの正解値に対する予測値の散布図

右図：心臓の離散値パラメータの正解値に対する予測値の混同行列

今後の展開

- 実際の臨床心電図に対する有効性を検討し、バイオデジタルツインに実装

関連文献

- [1] S. Sugiura, T. Washio, A. Hatano, J. Okada, H. Watanabe, T. Hisada, "Multi-scale simulations of cardiac electrophysiology and mechanics using the university of Tokyo heart simulator," *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Vol. 110, pp. 380–389, 2012.
- [2] R. Nishikimi, M. Nakano, K. Kashino, S. Tsukada, "Variational autoencoder-based neural electrocardiogram synthesis trained by FEM-based heart simulator," *Cardiovascular Digital Health Journal*, Vol. 5, Issue 1, pp. 19–28, 2024.

連絡先

錦見 亮 (Ryo Nishikimi) メディア情報研究部 生体情報処理研究グループ