

# 心臓リモデリングのための動態解析とCNN型診断

Dynamics analysis and CNN-type diagnosis for cardiac remodeling

† 井上 翔 † 田邊 造 ‡ 青山 純也 ‡ 宮城 泰雄  
Kakeru INOUE Nari TANABE Junya AOYAMA Yasuo MIYAGI

公立諏訪東京理科大学† Suwa University of Science  
日本医科大学‡ Nippon Medical School

E-mail:† {T118018@ed,nari@rs}.sus.ac.jp ‡ junya-a@nms.ac.jp, † show@nms.ac.jp

## 1 はじめに

心疾患は、日本の主な死因の1つである。このような疾患の診断には、心エコー図(EchoCG)が広く用いられているが診断には高いスキルと経験が必要であり、心臓の正確な状態を判定することは非常に困難となっている。加えて、高齢化により心疾患患者の増加が予測されているため、従来よりも効果的な治療法の確立、医師の負担軽減が求められている。一方で、心筋梗塞後の心臓の変化(心臓リモデリング)[1]は複雑であり未だに不明な点が多い。本論文は、心エコー動画から心臓動態の可視化と心筋梗塞による心臓の動態変化の明確化、CNNによる心筋梗塞の判定を実現している。

## 2 提案手法

### Step 1 前処理

図1の伸長運動を心筋の微細な動きから解析をするために、ノイズや背景を除去する。心エコー動画を1フレーム毎に分割した後、事前に医師の助言に基づいた心臓の外壁と内腔部の輪郭情報を用いてマスク画像を作成し、心エコー動画の各フレームに対してマスク処理をする。

### Step 2 オプティカルフローによる心筋動態の抽出と可視化

心エコー動画画像にGunner Farneback法[2]に基づくオプティカルフロー解析を用いて、心筋動態の移動量と方向を矢印とHSV色空間で可視化した結果を図2に示す。

### Step 3 心臓動態平均グラフと伸長運動量の解析

各部位の動態方向の頻度 $P(\theta)$ に対する移動量の和 $D_t$ としたとき、周期判定 $result_t$ は

$$result_t = \begin{cases} D_t & P(110^\circ \leq \theta < 290^\circ) \\ -D_t & P(290^\circ \leq \theta < 360^\circ, 0^\circ \leq \theta < 110^\circ) \end{cases} \quad (1)$$

と定義され、横軸と縦軸を動態方向と心筋動態量平均とした図3が得られる。図3は、健康時と心筋梗塞4週間後の心臓における健康部位と心筋梗塞部位の動態変化を明確にしている。

医師の助言に基づいた心臓の輪郭情報から、伸長運動の変化を分析した結果を図4に示す。

### Step 4 心筋梗塞の判定

図5は、Step2で得られた図2のオプティカルフロー解析結果を入力画像とした畳み込みニューラルネットワークにより、心筋梗塞の判定をした結果である。なお、学習モデルは交差検証を用いている。

## 3 計算機シミュレーション

図3は、健康部位と梗塞部位に分けて動態解析を行った結果を示している。図3の健康部位のグラフから、心筋梗塞後の方が健康時の心臓よりも動態量が大きくなっていることがわかる。このことから、心筋梗塞により動かなくなった部位の代わりに健康部位が補う動きをしていることが確認できる。図3の梗塞部位のグラフから、健康部位と梗塞部位で動態量があまり変化していないことが確認できる。梗塞部位は心破裂を防ぐために線維化して動かなくなるため、解析結果より、周辺の健康部位により梗塞部位の心筋が引っ張られていると考えられる。

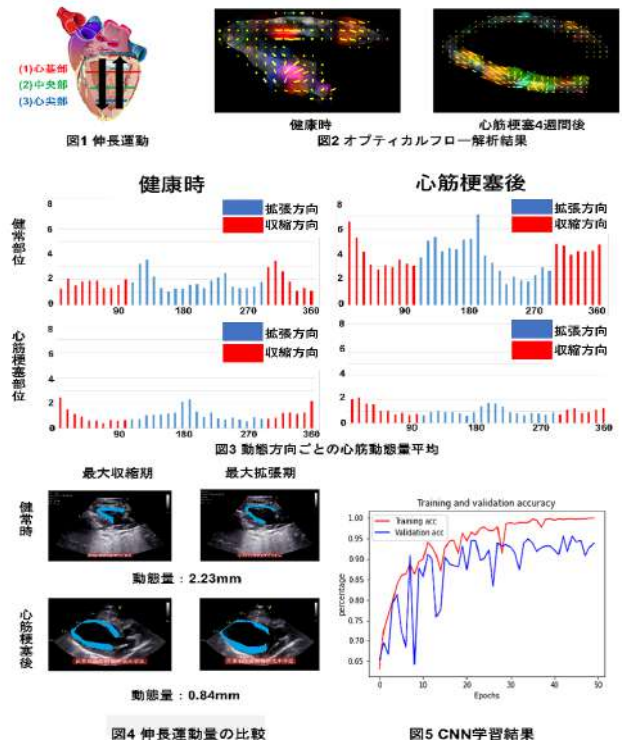


図4は、最大収縮期と最大拡張期の輪郭情報に基づいて、心尖部の座標から算出した伸長運動による動態量を示している。図4より、心筋梗塞による伸長運動量の大きな減少が確認できる。

従って図3と図4より、健康部の補う動きや梗塞部位の動態量が減少していないことに加えて、伸長運動量の低下などから、心臓リモデリングによる心臓の動態変化を詳細に明確化が可能であることを確認できる。

図5は、CNNの学習結果である。提案手法は訓練データの正答率が100%に近い結果となっている。また、バリデーションデータの正答率は90%を超える結果となったことから、心筋梗塞の予測判定にCNNが有効といえる。

動態解析の結果を基に診断することで、提案手法は従来よりも詳細に心臓リモデリングの進行度推定が可能となる。また、可視化結果を特徴量にしたCNNによる心筋梗塞の診断が可能であることも確認している。

以上より、心臓の詳細な状態を高速かつ自動で診断する手段として、本手法が有効であるといえる。

## 4 まとめ

本論文は、心エコー動画から心臓の動態解析を行うことで、心臓動態の可視化と心筋梗塞による心臓の動態変化の明確化とCNNによる心筋梗塞判定を行った。今後は、梗塞部位の自動推定と心筋梗塞の予測を行うシステムを作成したい。

### 参考文献

- [1] Sharpe N. Left ventricular remodeling: pathophysiology and treatment. Heart Fail Monit. 2003;4(2):55-61. PMID: 14724719.
- [2] G. Farneback Cg Two-Frame Motion Estimation Based on Polynomial Expansion ChLecture Notes in Computer Science ; 2749C2003Dpp. 363-370.