

# 心臓解剖学的部位別範囲に対する オプティカルフロー解析を用いた動態評価の一考察

Consideration of dynamic evaluation using optical flow analysis for the range of cardiac anatomical sites

† 前地 一輝 † 金井 翼 † 田邊 造 ‡ 宮城 泰雄 ‡ 青山 純也 †† 古川 利博  
Kazuki MAEJI Tubasa MANAI Nari TANABE Yasuo MIYAGI Junya AOYAMA Toshihiro FURUKAWA

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

E-mail: †{T118143@ed, S317017@ed, nari@rs}.sus.ac.jp ‡show@nms.ac.jp, ‡junya-a@nms.ac.jp, ††tofukurawa@rs.tus.ac.jp

## 1 はじめに

本論文は、先行研究 [1] の心臓解剖学的部位の動態評価において、その部位の範囲を変化させたときの動態評価について考察する。本考察は、部位毎にオプティカルフローを実行する範囲を変化させるときの動態評価の影響を確認している。このことにより、精度を犠牲にすることなく演算量を軽減する程度について明らかにしている。

## 2 先行研究 [1]

### Step 1 前処理

心臓の心基部・中央部・心尖部の3つの部位を輪切りにした超音波映像を1フレームごとの画像に分解し、各フレームにマスク処理を行う。

### 3 考察：解析範囲の変更による動態変化の判定

図1に示す各部の側壁部  $D_1$  と下壁部  $D_2$  の特徴的な解析範囲を、75%、50%、25%、12.5%、6.25%と縮小させたときの先行研究 [1] の結果について考察する。なお、各部の側壁部  $D_1$  と下壁部  $D_2$  の範囲変化させたときの特徴的な解析範囲を  $E_1$  と  $E_2$  と呼ぶことにする。

先行研究 [1] より、 $n$  時刻の範囲  $E_1$  と  $E_2$  のそれぞれ動き量の総和  $\{e_{(n)}^{(i)}\}_{i=1,2}$  としたとき、全体和  $S_{(n)}$  は次式で表される。

$$S_{(n)} = \sum_{i=1}^2 e_{(n)}^{(i)} \quad (1)$$

ここで、収縮と拡張の判断は、範囲  $E_1$  と  $E_2$  内に現れる収縮・拡張の角度  $a_i^\pm$  の頻度  $P(a_i^\pm(n))$  を pixel 面積  $R_i$  で割った  $n$  時刻の収縮・拡張の角度の占有率  $O_i^\pm(n)$  に基づき次式で表す。

$$\begin{cases} O_1^+(n) = P(a_1^+(n))/E_1 \text{ の pixel 面積 } R_1 \\ O_1^-(n) = P(a_1^-(n))/E_1 \text{ の pixel 面積 } R_1 \\ O_2^+(n) = P(a_2^+(n))/E_2 \text{ の pixel 面積 } R_2 \\ O_2^-(n) = P(a_2^-(n))/E_2 \text{ の pixel 面積 } R_2 \end{cases} \quad (2)$$

この占有率が最大値となる頻度の角度における動態  $S(n)$  によって、収縮と拡張を判別する式は次式のようにになる。

$$k(n) = \begin{cases} S_{(n)} \text{ if } Hue[\max\{O_i^\pm(n)\}] = a_i^+(n) \\ S_{(n)} * (-1) \text{ if } Hue[\max\{O_i^\pm(n)\}] = a_i^-(n) \end{cases} \quad (3)$$

ただし、 $Hue$  は HSV 色空間で表される色相である。また、 $a_i^-$  の収縮方向の角度 (HSV 色空間の色相) と  $S(n)$  が等しければ  $S(n)$  に  $-1$  をかけ、 $a_i^+$  の拡張方向の角度 (HSV 色空間の色相) と  $S(n)$  が等しければ  $S(n)$  に  $+1$  をかけている。

解析範囲縮小前  $D_i$  と解析範囲縮小後  $E_i$  のそれぞれの動態量の類似度  $r$  を次式で求める。動態量の共分散を  $c$ 、解析範囲縮小前  $D_i$  の動態量の標準偏差を  $x_1$ 、解析範囲縮小後  $E_i$  の動態量の標準偏差を  $x_2$  とすると類似度  $r$  は次式のようにになる。ただし、類似度  $r$  は百分

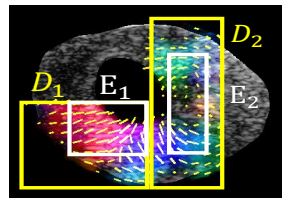


図1：解析範囲100%と25%

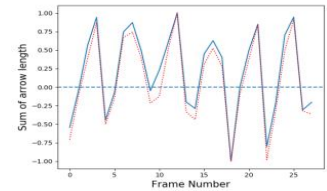


図2：解析範囲25%の動態

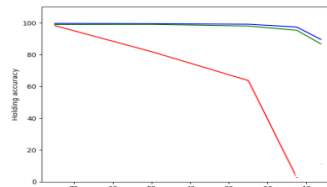


図3：各部位の解析精度

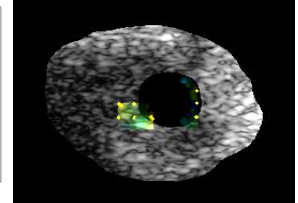


図4：心尖部解析範囲6.25%

率に直すため100倍している。中央部と心尖部でも解析を行う。

$$r = \frac{c \times 100}{x_1 \times x_2} \quad (4)$$

## 4 計算機シミュレーション

図1は、心臓の心基部の超音波映像を1フレームごとの画像に分解し解析範囲は25%でオプティカルフロー解析したものである。

図2は、縦軸が動態量で+領域が拡張、-領域は収縮時の動態量、青線は範囲縮小前による動態変化であり、赤線は解析範囲を25%にした場合の動態変化である。

図3は、各部位それぞれの範囲縮小前の動態量と範囲縮小後の動態量を比べた時の類似度を表し、青線が心基部、緑線が中央部、赤線が心尖部である。心基部の解析範囲を75%、50%、25%、12.5%と縮小した際の動態量の類似度は99.8%、99.5%、99.2%、97.4%、89.6%と変化した。中央部ほとんど同じ結果が得られた。しかし心尖部は範囲縮小前の動態量と範囲後の動態量の類似度は範囲25%の時2.77%と非常に低い結果となった。

図4は心尖部の解析範囲が6.25%のオプティカルフロー解析結果である。心基部などと比べるとあまり動いていないことがわかる。そのため拡張や縮小の判断がつきにくく少しの動態が結果に大きく影響を及ぼす。加えて、心臓を輪切りにし横の動きを測定しているため、心尖部は横よりも縦の動きが大きいと考えられる。

## 5 まとめ

本論文は、心臓解剖学的部位の動態評価において精度を犠牲にすることなく演算量を軽減することが可能かについて考察した。解析結果から、心基部オプティカルフロー解析をする範囲は縮小することができず、心基部と中央部をオプティカルフロー解析する場合は、類似度を95%保っている解析範囲12.5%以上であれば問題はないと考えられる。

### 参考文献

- [1] 金井 翼, 田邊 造, 宮城 泰雄, 青山 純也, 古川 利博, "心臓超音波画像のオプティカルフロー解析を用いた心臓解剖学的部位別動態評価", 電子情報通信学会 信越支部大会, 2020年9月 (CD-Rom).
- [2] Gunnar Farneback, "Two-Frame Motion Estimation Based on Polynomial Expansion," SCIA'03 Pro. of the 13th Scandinavian conference on Image analysis, July. 2003, pp.363-370.