

2D および 3D Morphable Models を用いた乳児顔ランドマーク検出に関する研究

A Study on Infant Face Landmark Detection Using 2D and 3D Morphable Models

○吉田梨乃¹, 坂上直也², 関弘翔³, 細野裕行³*Rino Yoshida¹, Naoya Sakagami², Hiroto Seki³, Hiroyuki Hosono³

Abstract: Infant face detection for medical AI is limited by data. We propose a method that generates pseudo-infant images with Longitudinal Age Transformation for Synthesis (LATS), annotated them using 3D Morphable Models (3DMMs), and fine-tuned a 2D Morphable Model (2DMM).

1. まえがき

乳児顔検出は、顔情報を活用する医療 AI の実現に不可欠の要素である。しかし、この分野は十分に研究されておらず、また研究のための大規模なデータセットの不足が指摘されている^[1]。

本研究では、既存の 2D Morphable Model (2DMM) を乳児向けに調整することで顔検出精度を高め、臨床現場における医療 AI 応用の基盤技術の確立を目指す。本稿では、成人顔画像を AI によって乳児顔画像に変換し、3D Morphable Model (3DMM) を用いてランドマークアノテーションを付与し、複数の 3DMM を比較して最適なモデルの選択を行う。その後、2DMM を乳児向けに調整し、乳児顔ランドマーク検出精度の向上を試みる。

2. 方法

2DMM を乳児向けに調整するには、大規模なデータセットと、各画像に対応するアノテーション情報が必要となる。しかし、乳児顔画像の公開データセットは極めて少ない。そこで、成人顔画像を Longitudinal Age Transformation for Synthesis (LATS)^[2]により乳児顔画像へ変換し、疑似的な乳児顔データセットを構築した。また、乳児顔画像に対応した高精度なアノテーション情報を得るため、3DMM である MICA^[3], DAD-3DHeads^[4], DECA^[5], 3DDFA-V3^[6]を用いてランドマーク位置を推定し、それを 2DMM 用の疑似アノテーションとして利用する方法を提案する。

本稿では、成人顔画像と乳児顔画像を含む画像に対してアノテーションをし、各 3DMM での推論結果とのランドマーク誤差を算出して比較を行った。比較結果から、高精度なモデルを選定し、得られたアノテーション情報を教師ラベルとして、2DMM の基礎となるランドマーク推定機能の調整に利用した。

Table 1. Landmark Errors on Adult and Infant Faces

3DMM	Adults	Infant_1	Infant_2	Average
MICA	0.7033	0.7448	1.0183	0.8221
DAD-3DHeads	0.7836	0.3517	0.6442	0.5932
DECA	0.6673	0.6312	0.8817	0.7267
3DDFA-V3	0.7749	0.3602	0.6719	0.6023

3. 結果

Table 1 に成人および乳児顔画像に対する手動アノテーションと、各 3DMM 手法でのランドマーク推定の誤差を示す。平均値では、DAD-3DHeads がわずかに小さいが、乳児顔 2 種類での誤差の安定性を考慮すると、3DDFA-V3 が最も安定して乳児顔のランドマークを推定できることが分かる。したがって、3DDFA-V3 を選定し、2DMM の調整を行い、乳児顔画像におけるランドマーク検出精度の向上を図ることとした。

4. まとめ

本稿では、AI により疑似乳児画像を作成し、3DMM でアノテーションを付与した上で 2DMM を調整する、新しい乳児顔のランドマーク検出精度向上手法を提案した。

参考文献

- [1] Y. Zhao et al.: "Towards a Deeper Insight Into Face Detection in Neonatal Wards," Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 15005, pp. 702–712, 2024.
- [2] R. Or-EI et al.: "Lifespan Age Transformation Synthesis," arXiv, No.2003.09764, 2020.
- [3] W. Zielonka et al.: "Towards Metrical Reconstruction of Human Faces," arXiv, No.2204.06607, 2022.
- [4] Y. Feng et al.: "Learning an Animatable Detailed 3D Face Model from In-The-Wild Images," arXiv, No.2012.04012, 2020.
- [5] T. Martyniuk et al.: "DAD-3DHeads: A Large-scale Dense, Accurate and Diverse Dataset for 3D Head Alignment from a Single Image," arXiv, No.2204.03688, 2022.
- [6] Z. Wang et al.: "3D Face Reconstruction with the Geometric Guidance of Facial Part Segmentation," arXiv, No.2312.00311, 2023.