

G-16

ディープラーニング技術による画像判定を用いた人間の歯種分類システムの開発  
Development of a Human Tooth Type Classification System Using Deep Learning Technology for Image Determination

○貴田宇宙<sup>1</sup>, 塚原晴彦<sup>2</sup>, 栗飯原萌<sup>3</sup>, 金子美泉<sup>3</sup>, 五十嵐由里子<sup>4</sup>, 近藤信太郎<sup>4</sup>, 内木場文男<sup>3</sup>  
\*Sora Kida<sup>1</sup>, Haruhiko Tukahara<sup>2</sup>, Megumi Aibara<sup>3</sup>, Minami Kaneko<sup>3</sup>, Yuriko Igarashi<sup>4</sup>, Shintaro Kondo<sup>4</sup>, Fumio Uchikoba<sup>3</sup>

Abstract: Human teeth are useful for individual identification. However, the identification process relies on human hands and requires an enormous amount of time and manpower, and no research has been conducted to identify tooth from individual teeth using Deep Learning. Therefore, in this study, we made new duplicate models with adjacent teeth removed, built a system to efficiently create images, and then created a model trained only on the images with adjacent teeth removed. As a result, the discrimination accuracy was improved, and a model that could identify the teeth with 44% accuracy was completed.

1. 緒言

人間の歯は、人体の中で高度に石灰化した最も硬い組織であり、事故や災害時にも原形をとどめて残っていることが多く、遺体の個人識別に大きく役立つ。しかし、現在は遺体の歯の記録、生前資料との照合等すべてが人の手に頼っており、膨大な時間と人手を要することが難点である。<sup>[1]</sup>この問題に対して、現在、デンタルチャートや3次元画像、X線写真のデータベース化が進められており、歯列内の位置や形状から歯の鑑別を行う研究もされている。これらの研究により、個人識別の迅速化、簡便化が期待されている。しかし、個々の歯から歯種の鑑別を行う研究は行われておらず、歯列として残っている状態でないとは鑑別ができない。

そこで我々は、ディープラーニング技術を用いて個々の歯から歯種の鑑別を行うAIの作成を行っている。サンプル画像の収集には、実際の歯を型取った石膏の複模型を使用する (Figure1)。

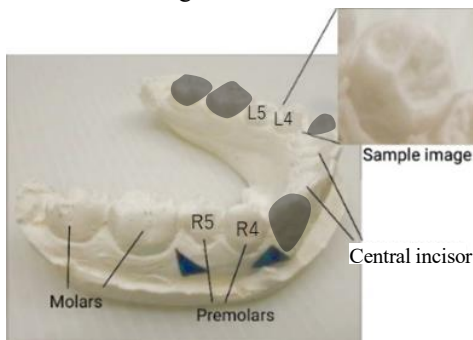


Figure 1. Teeth model

これまでの研究で、形状が大きく異なり鑑別が容易な下顎左側中切歯(Central incisor)と下顎左側第一大臼歯(Molars)の鑑別を行うモデルを作成し、100%の精度で鑑別できた<sup>[2]</sup>。一方、形状がとても似ており鑑別の最も

難しい下顎左右側第一第二小臼歯(Premolars)の鑑別を行うモデルは、鑑別精度が低く完成に至っていない<sup>[3]</sup>。この原因として、隣接歯(学習させる歯と隣り合う歯)が映り込んでいることが考えられる。そこで、本年度は、隣接歯を除去した複模型を新しく作成し、画像を効率よく作成するシステムを構築した後、隣接歯を除去した画像のみを学習させたモデルを作成した。本稿では、新たに作成した複模型と撮影システムについて説明し、学習モデルのテスト結果から隣接歯の鑑別への影響について述べる。

2. 隣接歯除去複模型

これまでは Figure1 に示した歯列複模型から動画を撮影していたが、隣接歯の映り込みを防ぐことができなかった。そこで、新たに隣接歯のない複模型を作成した (Figure2)。



Figure 2. Tooth model

3. 撮影システム

これまでは手でカメラを持って動画の撮影を行っていた。しかし、この方法では手の動かし方によって動画時間や被写体との距離が変わってしまう。また、背景や撮影者の影なども含まれてしまう。歯の学習において、このような歯の形態以外の特徴が学習データに含まれているのは悪影響になると考えられる。そこで、

1 : 日大理工・院 (前)・精機 2 : 日大理工・学部・精機 3 : 日大理工・教員・精機 4 : 日大松戸歯・教員・歯

これらの影響を減らすためにスマートターンテーブル Foldio360 にグリーンバックと固定台を設置した撮影システムを構築した (Figure3).

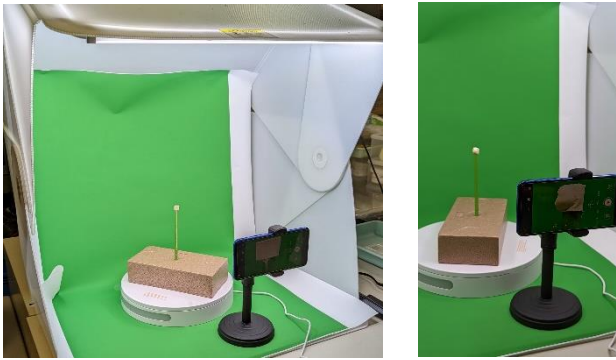


Figure 3. Shooting system

ターンテーブルを設置したことで被写体を等速で回転させることが可能である。また、被写体の位置とスマートフォンを固定することで被写体との距離は常に一定になる。加えて、被写体を支持する棒と背景を緑色で統一することで、クロマキー処理により動画内の複模型以外の箇所を容易に除去することができる。以上のように、撮影における課題を解決した。

#### 4. 使用ソフト

AIの学習には、「Caffe」および「DIGITS」を使用する。DIGITSでは、訓練データやモデルの管理が容易であるほか、CNNの各レイヤでどのような識別がなされているかを可視化することができる。

#### 5. 学習モデルの作成・評価方法

作成した撮影システムを用いて隣接歯除去複模型の動画を撮影する。次に、撮影した動画にクロマキー処理を行い、フレームごとに画像に切り出したものを学習データあるいはテストデータとした。このデータを用いて Digits にて学習モデルの作成、テストによる鑑別精度の評価を行った。

#### 6. テスト結果

作成したモデルのテスト結果の表を Table1 に示す。Table2 には正しい歯との一致率の平均 (Coincidence rate), 左右を考慮しない場合の一致率の平均 (Type coincidence rate) を示す。

Table 1. Coincidence rate

|                  |    | Types of teeth |        |        |        |
|------------------|----|----------------|--------|--------|--------|
|                  |    | 4              | 5      | p1     | p2     |
| Coincidence rate | 4  | 47.10%         | 14.97% | 37.38% | 20.15% |
|                  | 5  | 22.68%         | 53.35% | 18.19% | 16.39% |
|                  | p1 | 8.86%          | 3.28%  | 32.09% | 18.30% |
|                  | p2 | 21.37%         | 28.39% | 12.33% | 45.16% |

Table 2. Average of coincidence rate

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Coincidence rate      | 44.43% |
| Type coincidence rate | 67.18% |

これまでのモデルでは、Coincidence rate が 31%, Type coincidence rate が 62%であった。したがって、隣接歯を除去することで正しい歯との一致率が少し上昇したことが分かる。しかし、このモデルはまだ、学習の回数などを指定するハイパーパラメータの調整を行っていない。これまでの研究から、ハイパーパラメータの調整により鑑別精度が 10%程度変化することが確認されているため、さらなる精度向上が期待できる。

また、本実験ではテストデータも隣在歯のないものに変更した。そこで、今回作成したモデルで隣在歯の映り込んでいるテストデータでのテストも行った。その結果、正確率が低かった。このことから、隣在歯のない個々の歯から種類の鑑別を行うには、隣在歯のない画像を学習させる必要があることが明らかになった。

#### 7. 結言

本稿では、隣接歯のないデータを学習させた結果、鑑別精度の向上に有効であること、隣在歯のない個々の歯の鑑別モデルの作成には隣在歯のない画像が必要であることを明らかにした。

今後は、ハイパーパラメータの調整を行い、鑑別精度を向上させる。また、本実験と同様の方法で大白歯の画像収集を行い、小白歯だけでなく大白歯も含めた鑑別モデルを作成する。

#### 8. 謝辞

本稿の研究の一部は、科学研究費 (基盤研究 C) (22K06415)「歯の形態識別方法の開発:ディープラーニングと幾何学的形態測定学との協働」の助成を受けたものである。

#### 9. 参考文献

- [1] 日本歯科医師会副会長 柳川忠廣:「警察歯科医」
- [2] Yuriko Igarashi, Shintaro Kondo, Minami Kaneko, Megumi Aibara, Fumio Uchikoba: “Application of a Deep Learning Artificial Intelligence System for Individual Tooth Identification”, Int J Oral-Med Sci, Vol.20, Issue2, pp98-108,2021
- [3] Yuriko Igarashi, Shintaro Kondo, Sora Kida, Minami Kaneko, Megumi Aibara, Fumio Uchikoba: “Mandibular premolar identification system based on a deep learning model”, Journal of Oral Biosciences, Vol.64, Issue2, 2022