

セグメンテーションによるインプラント識別 Implant Identification by Segmentation Model

加納 圭翔[†],
Kano Keisho

山田 哲靖[†],
Yamada Tetsuyasu

1. はじめに

インプラント治療による問題症例の臨床的検討^[1]によると、インプラント合併症多くは他院で埋入されたインプラント症例であることが多い。そのため、インプラント治療の際にインプラントシステムの特定のために時間を要す場合がある。

こうした問題に、インプラント治療に精通した歯科医師であれば、患者のインプラントの特定、早期治療が可能となるが、経験と知識の少ない歯科医師では、システムの特定や治療を行うことが困難である。

2. 先行研究

本研究室で始まった「インプラント判別システム」^[2]は、バウンディングボックスを用いて教師データが作成され、歯科医師がインプラントを識別する際に利用することを想定したシステムとなっている。また、アンサンブル識別方式を使用し、精度向上を行っている。

3. 研究目的

本研究では、セグメンテーションを用いてインプラントシステムを識別するシステムの開発を図る。本システムの開発により、歯科医師はインプラントシステムの特定により、早期治療を行うことが可能になる。

また、バウンディングボックスとセグメンテーションの口腔情報検出の精度の比較、検証、あアンサンブル識別方式の必要性の検証を行う。

今後の目標に、インプラント合併症の識別がある。インプラント合併症の識別には口腔内の輪郭情報の識別が必要になってくる。そのため、セグメンテーションによる輪郭識別を行うことで、口腔内の輪郭情報を得ることができるのではないかと考えた。

4. 手法

4.1 2段階の識別

インプラントシステムを識別する際に X 線画像内のインプラント情報が小さいという問題がある。そのため、識別の際に入力画像に対して、インプラントの位置を検出し、検出部をトリミングする位置検出モデル、その後トリミングされたインプラントの識別を行う種類識別モデルの 2 つのモデルを作成した。

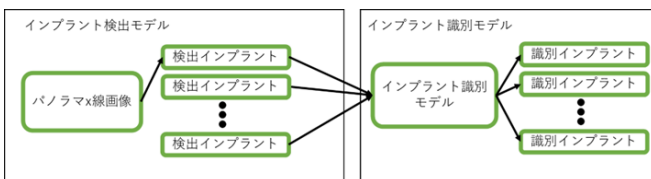


図 1 2段階の識別

[†] 公立諏訪東京理科大学
Suwa Tokyo University of Science

4.2 使用データセット

本研究で使用したデータセットを表 1 に示す。

表 1 使用データセット

インプラント検出	
総画像数	2003枚
パノラマX線画像	666枚
デンタルX線画像	1337枚
インプラント識別	
総画像数	1337枚
クラス数	83

4.3 学習方法

インプラントの検出、識別には YOLO を用いてモデル作成を行う。YOLO は畳み込みニューラルネットワークを用い、画像全体の情報から領域推定と分類を同時に行うことで、処理速度と精度を大幅に向上させたアルゴリズムである。背景誤検出の提言にも効果があり、医療、ロボット工学などの様々な分野で応用されている。

教師データはセグメンテーション、バウンディングボックスを用いてアノテーションを行い作成した。バウンディングボックスとセグメンテーションの精度比較には YOLO のモデル n、その後、YOLO のモデル x を使用しさらなる精度向上を目指した。

4.4 オートアノテーション

本研究ではセグメンテーションを使用して学習を行うため、教師データの作成に多くの時間がかかる。そのため今回はオートアノテーションシステムを作成した。まず少量の画像データに対してアノテーションを行い位置検出モデルの作成を行う。そのモデルを使用し、教師用画像に対し位置検出を行い、検出されたセグメンテーション座標を取得しアノテーションとして使用する。これにより、位置検出モデルの精度が向上することにより、アノテーション精度も向上し、教師データ作成の時間を削減した。

4.5 アンサンブル識別方式

パノラマ X 線画像やデンタル X 線画像などの歯科画像データは、インプラントが背景色と同色になっている画像、インプラントの輪郭が明確でなく、識別が困難な画像など多数ある。このような画像のインプラントシステムの識別精度を向上させるために、アンサンブル識別方式を使用する。本研究では予測時に 29 種類のデータ拡張を実施し、それぞれの画像に対しインプラントシステムの予測を行う。そして、その結果に対して多数決を取り予測を決定するのである。

これにより画像情報の異なる口腔 X 線画像においても、複数の画像処理を用いた予測を行うことで画像情報のばらつきを考慮した予測ができるのではないかと考えた。

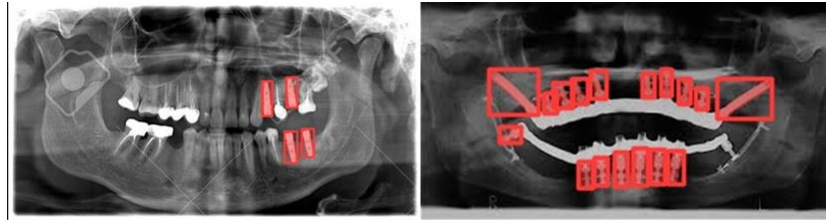


図2 インプラント位置検出・未検出事例

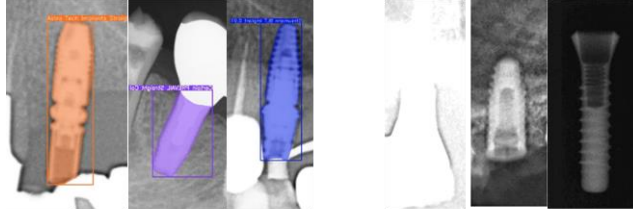


図3 インプラント種類識別・誤識別事例

5. 結果

5.1 bbox と segmentation の精度比較

実験により得られたバウンディングボックスとセグメンテーションの精度結果を表2に示す。

表2 bbox,segmentation精度比較

モデル	モデル	検出精度(%)
yolov8_seg	位置検出	95.75
	種類識別	0.900
yolov8_bbox	位置検出	81.70
	種類識別	0.806

結果としては、バウンディングボックスよりもセグメンテーションの方がよい精度となった。この理由としては、口腔内 X 線画像はインプラント、天然歯などの情報が密接に配置されているため、バウンディングボックスでは余分な領域を含んだ教師データとなってしまっている。そのため、セグメンテーションのような個の物体の輪郭情報を教師データとする方がよい結果となったのではないかと考える。

5.2 インプラント位置検出・種類識別精度

実験によって得られたインプラント位置検出、種類識別の精度について表3に示す。

表3 位置検出、種類識別精度

モデル	精度(%)
位置検出	99.45
種類識別(アンサンブル無し)	91.69
種類識別(アンサンブル有)	89.98

インプラント位置検出の結果から、検出されなかったインプラントの特徴として、インプラントの形状が特徴的である、パノラマ X 線画像の画質が荒い、文字や他の物体と被っているといったことが考えられる。

また、インプラント種類識別の結果から、誤検出のインプラントの特徴として、インプラントが斜めから撮影されており、画像処理によってアバットメントの空洞がはっきりした画像が増え、インプラントと検出できなかった可能

性がある。また、インプラントと顎骨の画像の明度、画像情報がかなり似ており、明るく、暗く、平均化した際にインプラントと背景画像との区別が難しくなり、検出が難しくなった。

先行研究で精度の向上したアンサンブル識別方式は頻出の予測値を識別結果とすると精度が落ちた。これは画像拡張手法に問題があると考えられる。本研究では29種類のデータ拡張を行っているが、X 線画像によって輝度、コントラストなどが異なるため、それぞれに適切な画像拡張が行えなかったため、精度が落ちてしまったのではないかと考える。

6. おわりに

本研究では、インプラントを含むパノラマ X 線画像、デンタル X 線画像を用いてインプラント位置検出、インプラント種類識別を行った。セグメンテーションを用いてインプラントの位置検出、インプラントシステムの識別は可能であり、歯科医師の見落としや診断補助に有効であると考えられる。また、今後の目的でもあるインプラント周囲炎、天然歯の歯周病の識別に必要な輪郭検出について、セグメンテーションの優位性を検証したことにより、可能性を見出すことができた。

本研究で作成した識別モデルの精度にはまだ改善の余地があり、画像データ数の充実や画像拡張手法の最適化による精度向上など、より正確にインプラント、インプラントシステムを識別できるような方法を探索していくことが求められる。

参考文献

- [1] 恒吉 隆奥, 佐々木 匡理, 松下 恭之, 杉 友貴, 関 勝宏 「インプラント治療による問題症例 の臨床的検討」 日口腔インプラント誌 第24巻 第3号
- [2] Sawako Kawakami and Kazuhiro Kon and Tetsuyasu Yamada and Yoshiyuki Kubota and Fumihiko Kimura and Masashi Yamamuro and Eriko Marukawa, " Construction of AI system to identify the dental implant system from radiographic images", EAO 2022
- [3] インプラント判別システム <https://implant.yamada.jo.sus.ac.jp/>