

## 論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（口腔健康科学）	氏名	岡崎 昌太
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項 2 項該当		
論文題目 Analysis of the feasibility of using deep learning for multiclass classification of dental anomalies on panoramic radiographs (深層学習によるパノラマエックス線画像からの歯数異常の多値分類)			
論文審査担当者			
主査	教授	加来 真人	印
審査委員	教授	二川 浩樹	
審査委員	准教授	田地 豪	
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p><b>【研究背景および目的】</b>  小児期における過剰歯は，永久歯の正常な萌出を妨げる可能性があり，合併症を予防するための早期診断と適切な治療が望まれる。同様に，歯牙腫も歯数の発育異常と関連が知られており，過剰歯と同じ治療アプローチが必要とされることがある。これらの異常を検出するには一般的にパノラマエックス線画像が用いられるが，異常の確実な検出は困難となる場合がある。特に混合歯列期では未萌出永久歯の存在や歯数の個人差のため，詳細な観察を要求されることが多い。  近年，歯科領域において人工知能の応用可能性が検討されており，特に人工知能の一手法である深層学習は，画像認識分野において優れた性能を示している。  本論文では，この深層学習技術によりパノラマエックス線画像から，複数の歯数異常を分類する人工知能の実現可能性を検討している。</p> <p><b>【研究方法】</b>  本研究は広島大学疫学研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号:E-1357-2）。広島大学病院を受診した小児患者の歯数異常なし（n=50），過剰歯（n=50）および歯牙腫（n=50）を含む計 150 枚のパノラマエックス線画像を用いて，3 つのデータセットを作成した。データセット 1 は，歯数異常なし（n=50）を対照群とし，歯牙腫（n=50）を症例群とした計 100 枚の画像が含まれる。データセット 2 は歯数異常なし（n=50）を対照群とし，異常あり（過剰歯，歯牙腫）（n=100）を症例群とした計 150 枚の画像が含まれる。さらに，データセット 3 は，歯数異常なし（n=50）を対照群とし，過剰歯（n=50）を症例群 1，歯牙腫（n=50）を症例群 2 とした計 150 枚の画像が含まれる。  パノラマエックス線画像から症例群を分類する深層学習アルゴリズムとして，畳み込みニューラルネットワーク（CNN）の代表的なモデルの一つである AlexNet を採用した。AlexNet は人工知能構築用ソフトウェアライブラリとして Keras，フレームワークとして TensorFlow を用いて構築した。  各データセットはランダムに 2 つに分割し，全体の 60%のデータを訓練データとして，残り 40%のデータを検証データとして使用した。訓練データを使用して AlexNet を学習した後，検証データを用いて精度を評価した。データセット 1 および 2 は 2 値分類に対する評価を行い，評価指標として正解率，適合率，再現率，F 値，および受信者動作特性曲線下面積（AUC）を使用した。データセット 3 は 3 値分類に対する評価を行い，評価指標として正解率，適合率，再現率および F 値の各マクロ平均を使用した。</p> <p><b>【結果】</b>  各データセットにおいて，AlexNet の学習状況を確認するため，エポック毎の学習損失と検証損失を計測した。学習損失と検証損失はエポックが進むにつれて減少し，精度はエポックが進むにつれて向上する傾向が見られた。その後，各データセットで採用された最大エポック数における精度を評価した。各データセットでの検証の結果，正解率，適合率，再現率，F 値，および AUC はデータセット 1 では</p>			

80%, 87.5%, 70%, 77.8%および0.86, データセット2では83.3%, 87.5%, 87.5%, 87.5%および0.85であった。また, データセット3における正解率, 適合率, 再現率およびF値の各マクロ平均は70%, 70.8%, 70%, および69.7%であった。

**【考察】**

近年, 優れた画像認識性能を示す深層学習技術を, 歯科画像診断に活用しようとする試みが注目されている。特に, デンタルエックス線写真, コーンビーム CT 画像および頭部エックス線規格写真等に深層学習技術の導入が検討されている他, 本研究と同様にパノラマエックス線画像を用いた研究も報告されている。これまでに YOLOv3 をベースとした物体検出 CNN モデルにより, 乳歯列, 混合歯列, 永久歯列のパノラマエックス線画像から, 正中過剰歯の検出が報告されている。本研究では, 過剰歯に加え, 歯牙腫の検出を試みた。

本研究における CNN は他の物体検出や画像分類の研究と同等の性能を有している。今後, 学習に用いるデータ数を増やし, 画像分類 CNN と物体検出 CNN を組み合わせることにより, より高い性能を得られる可能性が考えられる。

以上の結果から, 本論文ではパノラマエックス線画像からの歯数異常の多値分類に深層学習技術が応用できることが示された。

よって審査委員会委員全員は, 本論文が岡崎 昌太に博士(口腔健康科学)の学位を授与するに十分な価値があるものと認めた。