

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

| | |
|--|---|
| 論文提出者 | 山田 直紀 |
| 論文審査委員 | (主 査) 朝日大学歯学部 教授 北井 則行 (副 査) 朝日大学歯学部 教授 勝又 明敏 (副 査) 朝日大学歯学部 教授 中本 哲自 |
| 論文題目 | |
| 画像処理がディープラーニングによる頸椎形態分類に与える影響 | |
| <p>【目 的】</p> <p>頸椎の形態的特徴は下顎骨の成長と関連していることが報告されており、頸椎形態から下顎骨の成長が予想できれば、矯正歯科治療計画の立案に役立つと考えられる。近年、ディープラーニングを応用した人工知能（Artificial Intelligence, AI）の発展により、歯科矯正領域において、ディープラーニングにより頸椎形態を6分類する報告が多く認められる。しかし、頸椎内部と外部へ画像処理を施して、頸椎形態を6分類する精度を検討した報告は認められない。本研究の目的は、側面頭部X線規格画像の頸椎形態について、頸椎内部と外部に施した画像処理が、ディープラーニングによる頸椎形態分類に影響を与えるかどうかについて検討することである。</p> <p>【材料および方法】</p> <p>2015年から2022年の間に、朝日大学医科歯科医療センター口腔診断放射線科にて、矯正歯科治療の診断のために撮影した799枚の側面頭部X線規格画像を研究対象として使用した。臨床経験4年の矯正歯科医が、Baccettiらによる方法に基づいて、第二頸椎、第三頸椎、第四頸椎の形態的特徴を抽出し、頸椎形態をCS1からCS6の6群に分類した。頸椎形態について、ディープラーニングにより自動分類させる前に、以下のような画像処理を施した。第二頸椎から第四頸椎を含む範囲を長方形に切り出し、画像処理を行わない画像、低濃度画像処理を施した画像を、それぞれ標準画像、低濃度画像とした。また、第二頸椎、第三頸椎、第四頸椎内部を黄色で塗りつぶしたラベルを作成し、標準画像と合成した画像を標準ラベリング画像、低濃度画像と合成した画像を低濃度ラベリング画像とした。さらに、頸椎内部を黄色のラベルに、外部を黒色に塗りつぶした画像を作成し、二色ラベリング画像とした。これらの画像を用いて、頸椎形態をCS1からCS6の6群に分類するディープラーニングプログラムを構築した。ディープラーニング環境は、Neural Network Console (NNC, ソニーネットワークコミュニケーションズ) にテンプレートとして用意されている AlexNet を使用し、分類クラスは6、畳み込み層は5層、全結合層は3層、エポック数の最大値は50、バッチサイズは25であった。対象799画像のうち、学習データ（訓練データ+検証データ）は641画像、テストデータは158画像とし、学習データとテストデータの比率は80:20、訓練データと検証データは68:12となるように自動生成した。学習データを用いて、自動識別・分類するディープラーニングプログラムの構築を行い、繰り返して学習を行わせ、学習曲線を作成した。学習システムを評価するために、テストデータを用いて、矯正歯科医がCS1からCS6に分</p> | |

類した結果を正解として、正解率を算出した。

【結果】

標準画像、低濃度画像の学習曲線について、訓練誤差率、検証誤差率は高い値を示し、標準ラベリング画像、低濃度ラベリング画像および二色ラベリング画像の学習曲線については、標準画像、低濃度画像と比較して、訓練誤差率、検証誤差率は低くなり、二色ラベリング画像がもっとも低い値を示した。

標準画像、低濃度画像の正解率について、それぞれ分類精度は46.8%、48.7%で、50.0%を下回る低い結果となった。標準ラベリング画像、低濃度ラベリング画像および二色ラベリング画像の正解率について、それぞれ82.3%、81.0%、88.0%で、標準画像、低濃度画像と比較して高い分類精度を示し、二色ラベリング画像がもっとも高い分類精度であった。

【考察】

本研究では、ディープラーニングにより頸椎形態を6分類させた結果、分類精度は、標準画像、低濃度画像で50.0%を下回り、標準ラベリング画像、低濃度ラベリング画像および二色ラベリング画像で、それぞれ82.3%、81.0%、88.0%であり、二色ラベリング画像がもっとも高い分類精度を示した。第二頸椎、第三頸椎、第四頸椎内部を黄色で塗りつぶしてラベル付けを行った画像の濃度を調整し、外部の色を変えることによって、AIの分類精度が向上することが確認された。すなわち、頸椎内部のラベル付けを行うことで、ディープラーニングプログラムによる頸椎形態の認識が容易になり、学習が効率的に行われたと考えられる。

【結論】

側面頭部X線規格写真上の頸椎成熟度について、第二頸椎、第三頸椎、第四頸椎の画像をディープラーニングによる6分類を行ったところ、以下のことが明らかになった。

1. 標準画像と低濃度画像では、低い分類精度を示した。
2. 標準ラベリング画像、低濃度ラベリング画像および二色ラベリング画像では、標準画像および低濃度画像と比較して、高い分類精度を示し、二色ラベリング画像において、もっとも高い分類精度を示した。

本研究結果により、頸椎内部と外部に画像処理を施すことで、頸椎形態のディープラーニングによる分類精度が向上し、頸椎形態が認識しやすくなり、頸椎成熟度を高精度で分類できることが示唆された。