

論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

| | | | | |
|--------------|--|-----|--------|------|
| 報告番号 | 甲 乙 | 第 号 | 論文提出者名 | 村田 淳 |
| 論文審査 委員氏名 | 主査 有地 榮一郎 教授 副査 長尾 徹 教授 河合 達志 教授 | | | |
| 論文題名 | パノラマ X 線画像における上顎洞炎診断のための深層学習システム | | | |

インターネットの利用による公表用

上顎洞炎はしばしば根尖性歯周炎や辺縁性歯周炎に関連して引き起こされ、歯科医師がパノラマ X 線画像を用いて上顎洞炎の有無を判定する必要に迫られることもしばしばある。臨床研修歯科医などの読影経験の浅い観察者にとって、パノラマ X 線画像で上顎洞内やその周囲に発生した病変を正しく診断することは困難なことも多い。これに対して経験の浅い観察者の画像診断支援のために、コンピュータ支援検出 (CAD) システムの開発がなされてきた。また近年では深層学習システムの歯科領域での応用も試みられている。このような状況において、申請者は研究の目的を、深層学習システムをパノラマ X 線画像における上顎洞炎の診断に適用し、その診断能を明らかにすることとしている。

対象は画像データベースに保管された画像から抽出し、CT あるいは CBCT 画像で粘膜肥厚あるいは液体貯留の所見が上顎洞全体の 3 分の 1 以上にみられるものを上顎洞疾患ありとし、以下上顎洞炎群としている。大きな粘液貯留嚢胞も上顎洞炎群に含めた。対照は他の疾患のために CT あるいは CBCT 検査が施行され、上顎洞全域が十分に含まれ、粘膜肥厚が 4 mm 以下のものを健常な上顎洞とし、以下健常群としている。

訓練データのためにそれぞれ 100 例からなる 4 グループ、すなわち両側上顎洞が健常なもの、左側上顎洞に病変を有するもの、右側上顎洞に病変を有するもの、両側上顎洞に病変を有するものが抽出された。テストデータのためには、両側上顎洞が健常な 30 例と片側上顎洞に病変を有する 60

例の 2 グループが抽出された。訓練—テスト症例間および各グループ間で男女比や平均年齢に差はなかった。訓練用の画像パッチを作成するために、片側上顎洞を含むように 200 x 200 ピクセルの矩形の関心領域をパノラマ X 線画像上に設定し、健常な上顎洞と炎症性の上顎洞それぞれについて 400 の画像パッチを作成している。学習モデルの信頼性を高めるために、データ拡張が行われ訓練データの数を、健常および炎症性の上顎洞それぞれについて 6000 の画像パッチに増強している。テストデータ用の画像パッチも同様に作成された。健常群と両側に健常な上顎洞を有する 30 例の患者のパノラマ X 線画像から左右側それぞれの上顎洞を切り取り 60 の画像パッチが、また上顎洞炎群として片側に炎症性の上顎洞を有する 60 例の患者のパノラマ X 線画像から炎症側の上顎洞を切り取り 60 の画像パッチが作成されている。深層学習システムは NVIDIA GeForce GTX 1080Ti の GPU を使用して構築された。深層学習トレーニングシステムは DIGITS (NVIDIA) を使用し、フレームワークとして Café を、ネットワークとして AlexNet を採用している。200 エポックの学習を行い、作成された学習モデルにテスト用の画像パッチを適用して、正診率、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率を求めている。さらに ROC 曲線を描いて曲線下の面積 (AUC) を求めている。

20 年以上の経験を有する歯科放射線専門医 2 名と卒後 1 年未満の臨床研修歯科医師 2 名にパノラマ X 線画像上で上顎洞炎の有無を判定させている。深層学習の評価に使用したテストデータ用画像と同じ 120 の上顎洞をモニ

ター上で観察し、上顎洞炎の有無を4段階で評価させ、その判定結果に基づいて、正診率、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率およびAUCを決定し、深層学習の診断能と比較している。

結果として以下を得ている。

1. 深層学習システムによる正診率、感度、特異度はそれぞれ87.5%、86.7%および88.3%であった。
2. 歯科放射線専門医による診断ではそれぞれ、89.6%、90.0%および89.2%であったが、臨床研修歯科医師では76.7%、78.3%および75.0%であった。深層学習による診断能は歯科放射線専門医と同等であった。
3. AUCは深層学習システムで0.875、歯科放射線専門医で0.896、臨床研修歯科医師で0.767であった。深層学習システムのAUCは歯科放射線専門医と同等で、臨床研修歯科医師よりも高く有意差を認めた(深層学習システム vs 歯科放射線専門医: $p=0.4670$ 、深層学習システム vs 臨床研修歯科医師: $p=0.0018$ 、歯科放射線専門医 vs 臨床研修歯科医師: $p=0.0001$ 、 χ^2 検定)。
4. 2名の歯科放射線専門医における判定は κ 値0.733と十分な一致度であったが、臨床研修歯科医師における一致度は0.508と中等度の値を示した。

以上より、以下の結論を得ている。

パノラマ X 線画像による上顎洞炎の診断に深層学習システムを適用した

(論文審査の要旨)

No. 4

(2000字以内のこと)

愛知学院大学

ところ、正診率 87.5%、感度 86.7%、特異度 88.3%、ROC 解析における AUC は 0.875 と高い診断能を示した。この診断能は臨床研修歯科医師よりも高く歯科放射線専門医と同等であった。パノラマ X 線画像による上顎洞炎の診断には、深層学習による診断支援が十分に可能であることが示された。

以上、この研究は歯科放射線学、歯科理工学、口腔外科学ならびに関連諸学科に寄与するところが大きいと考えられ、博士（歯学）の学位授与に値するものと判定した。