

学位論文審査の要旨

論文提出者	服部 景太
論文審査委員	(主査) 朝日大学歯学部 教授 藤原 周 (副査) 朝日大学歯学部 教授 友藤 孝明 (副査) 朝日大学歯学部 教授 勝又 明敏
論文題目	舌の写真撮影を用いたディープラーニングによる口腔衛生状態の客観的評価
<p><u>論文審査の要旨</u></p> <p>高齢化の進行にともない口腔ケアの重要性が注目されている。歯科医療従事者以外の家族や介護職員がホームケアを実施する際、ホームケアにより口腔内環境がどの程度改善したかを客観的に評価する必要がある。そこで、スマートフォンやタブレット端末のような情報機器で撮影した口腔内の画像を用いて、人工知能が客観的に口腔衛生状態を評価する手法を開発した。</p> <p>本研究は、口腔衛生管理を向上させるため、口腔衛生状態の指標としての舌の汚れに注目し、舌の画像から口腔ケアの達成度を客観的に評価するシステム構築を目的とした。最初の研究として、舌の色調を再現する写真撮影法と画像補正方法を検討した。次の研究として、画像による舌の汚れの評価へのディープラーニングの応用を試みた。</p> <p>口腔と舌の解剖学的構造を再現した口腔ケアモデル（セイケツ君、京都科学）を被写体とし、画像の色調と拡大率の補正のため画像補正チャートを貼付し、スマートフォン（iPhone 6s, Apple）および口腔内撮影用デジタルカメラ（オーラルショット、モリタ）で舌を撮影した。舌の状態を色調の変化で定量的に評価のするため、口腔ケアに熟練した歯科医師の経験を基に、汚れていない舌の色を再現した6段階の「舌色チャート」を考案した。</p> <p>画像上で舌全体の面積を計測し、舌色チャートと同じ色域の面積が舌全体の何パーセントを占めるかを表す舌面積抽出割合（以後、舌抽出率と略す）を計算した。訪問診療の臨床現場における撮影を想定して、スマートフォンと口腔内撮影用デジタルカメラ、画像補正チャートの貼付位置、フラッシュライト使用の有無で舌抽出率を比較した。</p> <p>高齢者施設および居宅で定期的な口腔ケアを受けている患者114人（男性52人、女性62人、平均年齢82.4歳）の口腔ケア施行前、および施行後の舌画像587枚を材料とした。撮影にはスマートフォンを用い、1の方法に基づき、研究者自身が撮影をおこなった。撮影された舌画像の舌中央部を切り出して、Tongue Coating Index (TCI)に基づき、口腔衛生状態が良好なもの、および不良なものに分類した。人工知能環境はNeural Network Console (SONY)を、ディープラーニングの学習・識別器はLeNetを用いた。TCIスコアで2分類した舌の画像を、学習402枚、バリデーション84枚、テスト101枚に無作為に分け、学習データでディープラーニングに学習させてテストデータで評価し、正解率を検討した。</p>	

撮影機材に関して、スマートフォンと口腔内撮影用デジタルカメラによる撮影で舌抽出率に有意差を認めなかった。どちらの撮影機材においても、フラッシュライトを使用した時の舌抽出率が、フラッシュライトを使用しなかった場合と比べて有意に高かった。画像補正チャートの貼付部位に関しては、顔面あるいは口腔内のどの位置に貼付しても舌抽出率に影響を与えないことがわかった。

101枚のテスト画像で評価した結果、歯科医師の判定とディープラーニングの判定が一致したのは、口腔衛生状態が良好な画像 59 枚中 59 枚、不良な画像 42 枚中 41 枚であった。ディープラーニングによる「口腔衛生状態良好」の診断能力として、感度 1.00、特異度 0.98、正確度 0.99 が得られた。

舌の色や形には個人差が大きく、どの色が正常あるいは異常であるかを特定することは困難であった。舌の色として妥当と思われる色の範囲を示す「舌色チャート」を用い、舌の写真でどのくらいの面積が舌色チャートの範囲内にあるかを示す舌抽出率を求める提案手法は、写真撮影法の評価に有用である。また、画像補正チャートを貼付して撮影することで、撮影条件による影や色、明るさのずれを補正可能なことがわかった。

ディープラーニングを用いた口腔衛生状態の客観的評価は 100 % 近い精度を示した。本研究では、舌の画像の中央部を切り出して評価に用いたが、口腔ケアを必要とする要介護者には舌運動に障害があったり意思疎通が困難で舌中央部の写真撮影が困難だったりするケースも多い。今後、症例の舌画像をさらに収集し、舌中央部以外の口腔内写真でも口腔衛生状態の評価が可能か検討を進める予定である。

舌の写真撮影を用いたディープラーニングによる口腔衛生状態の客観的について検討し、以下の結論を得た。

1. 口腔内写真の撮影機材として、スマートフォンは口腔内撮影用デジタルカメラと同等の性能である。
2. 画像の色調と拡大率の補正のための画像補正チャートは舌画像の標準化に有効である。
3. ディープラーニングを用いて口腔衛生状態を評価することが可能である。

よって審査委員は、本論文を博士（歯学）の学位を授与するに値すると判定した。