

口腔内画像撮影支援システムの提案

片山 洋平^{1,a)} 松井 智一¹ 佐藤 佑磨¹ 中岡 黎¹ Chang Xin¹ Dang Chenyu¹ 松田 裕貴¹

概要: 口腔ケアは健康寿命の延伸に重要である。一方で、自身で口腔内の衛生状態を管理するのは難しく、専門の医師の支援が必要である。近年のリモート診療の普及に伴いオンラインでの口腔内診断に関する研究がなされている。これらの研究では、ユーザがスマートフォンで自身の口腔内を撮影した画像から診断を行っている。撮影に慣れていないユーザにとって診断利用可能な画像かを判断することは困難であり撮り直しが多発する。そこで本稿では口腔内画像撮影支援システムについての提案を行う。予備調査として9名の被験者に対し支援が無い場合に5枚撮影法の各角度の撮り直し回数や、ユーザの主観による撮影困難な角度について調査した。アンケートから最も撮影が困難な角度は上顎咬合面間であり上下咬合面では4名の被験者が5回以上の撮り直しを行ったとの回答を得た。この結果により本提案システムの必要性が確認された。そこで、本稿では5枚撮影法によるスマートフォンでの撮影を想定し、「1. 歯領域の有無判定」、「2. 診断利用の可否判定」、「3. アシスト」の3ステップの支援フローからなるシステムを提案する。

1. はじめに

近年、オンラインによるリモート診療が盛んである。日本でも COVID-19 の影響で政府が時限的に初診からのオンライン診療を解禁している [1]。また、第44回国家戦略特別諮問会議ではコロナ禍の収束後もオンライン診療を積極的に活用する検討がされた [2]。オンライン診療の普及により患者が医師の診断を受ける機会が増えることが予測される。健康寿命の延伸において口腔ケアが重要であることが近年わかってきている。また、厚生労働省の提唱する「健康21」では歯科疾患は自覚症状が伴わず発生することが多く、早期診断・定期的な検診をすることが必要と記されている [3]。このように健康であるために口腔内を清潔に維持することは重要である一方で、自身で衛生状態を管理するのは難しく、専門の医師の支援が必要である。以上より、遠隔で歯科医師が患者の口腔診断が可能なシステムが求められている。

本研究では、オンライン診断を実施する上で診断に利用可能な画像の撮影を支援するシステムを提案する。予備調査の結果、遠隔診療のためにユーザが自身の口腔内がスマートフォンの画面に収まっているかを確認しながら、撮影を行うことは難しいことが明らかとなった。特に撮影に不慣れな利用者の場合、写真の撮り直しが多発するため、撮影時にはアシストが必要であると考えられる。本提案シ

ステムでは、そうした撮影に不慣れな利用者の撮影時の負担を軽減するとともに、歯科医師の手元に診断可能な画像を正確に提供することを目指す。

2. 関連研究

Liang らの OralCam [4] ではスマートフォンのインカメラで口腔内を撮影し、疾患の有無や場所を画像認識しユーザに認識させるシステムを提案している。しかし、スマートフォンで口腔内を撮影する際にアシストする機能がないためユーザの負担が大きい。またインカメラで撮影されるため低画質により診断に影響する可能性が考えられる。

口腔内疾患の画像認識についての研究は多数あり、東北大学と NTT ドコモが共同でスマホの口腔画像から歯周病の自動検知の研究を行なっている [5]。また、ライオン株式会社が口腔内の舌画像に映る舌苔から口臭のリスク判定を行なっている [6]。これらの研究はスマートフォンで撮影された画像からの自動診断を行っており、システムの利用者が撮影する際の負担については考慮されていない。

熊谷ら [7] は口腔内画像の撮影方法として5枚撮影法や12枚撮影法など複数の角度から撮影する方法を提案している。提案システムではユーザの負担を最小限にするため5枚撮影法を採用する。この手法により実際に撮影されるそれぞれの画像を図1に示す。被撮影者のプライバシーの保護のため一部トリミングを行っている。正面と左右側面の撮影にはマウスオープナーを使用する。この利用により撮影に不慣れな利用者でも十分に口を広げることが可能となる。

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology
^{a)} katayama.yohei.kr7@is.naist.jp



図 1 5枚撮影法により得られる画像群



図 2 予備調査における写真撮影中の被験者例

本研究では、熊谷らの5枚撮影法に基づき口腔内画像を撮影することを想定し、ユーザが各角度の撮影を行う際にリアルタイムな撮影アシストを行う口腔内画像撮影支援システムを構築する。

3. 予備調査

予備調査として、撮影アシストが無い状態での口腔画像の撮影がどの程度難しいのかを、20代の男女9名を対象とした実験により調査した。実験の際にはあらかじめ1時間程度のインストラクションを被験者に対して実施し、5枚撮影法の各角度の撮影方法と診断利用可能な画像がどのようなものかについて教示した。被験者はスマートフォンのビデオモードを用いて各角度の写真を撮影する。図2に撮影中の被験者例を示す。正面観、左側（右側）側方面観の撮影時にはマウスオープナーを使用し撮影するが、上顎（下顎）咬合面観の撮影時にはマウスオープナーは使用せずに撮影を行う。

アシストがない状態での撮影がどの程度難しかったかのフィードバックを得るため、実験終了後に被験者アンケートを行った。アンケート項目には「最も撮影が簡単な角度」、「最も撮影が困難な角度」とそれぞれの角度について「撮り直し回数」を設定した。

アンケートの結果、「最も撮影が簡単な角度」については8名が正面観と回答し、1名が左側側方面観と回答した。これは目の前にスマートフォンをかざすため、微調整が容易であったためであると考えられる。一方で「最も撮影が困難な角度」については、7名が上顎咬合面観と回答し、2名が左側側方面観と回答した。この要因として、上顎咬合

表 1 5枚撮影法における各角度の撮り直し回数

撮り直し回数	0回	1回	2回	3回	4回	5回以上
正面観	2人	3人	2人	0人	0人	2人
右側側方面観	0人	4人	2人	1人	1人	1人
左側側方面観	0人	3人	3人	2人	0人	1人
上顎咬合面観	0人	2人	0人	2人	1人	4人
下顎咬合面観	0人	3人	1人	1人	0人	4人

面観では口を広げた状態で後頭部を下げた姿勢で撮影するためスマートフォンのディスプレイを鏡越しに確認することが難しいことが考えられる。また、左側側方面観が挙げられた要因として、利き手が右手のユーザでは画面を見ながらの微調整が難しいためであると考えられる。表1に各角度での「撮り直し回数」を示す。最も撮影が困難であると回答された上顎咬合面観について7名が3回以上と回答した。また、上顎咬合面観と下顎咬合面観について4名が5回以上の撮り直しを行ったと回答した。この結果より、主観的に困難と感じられる角度は正しく撮影できず再撮影の回数が増加した。ユーザの撮り直しを減らし、負担を軽減させるためにも提案システムによる撮影支援が必要であると考えられる。

4. 口腔内画像撮影支援システム

予備調査から、不慣れなユーザにとって口腔内の撮影を正確に行うことは難しいことが明らかとなったため、本章では撮影に用いるスマートフォンを用いてユーザをアシストする口腔内画像撮影支援システムを提案する。

4.1 システム要件

提案システムの要件は次の2点である。1点目は歯科医師が口腔内を診断するのに必要十分な画像群を撮影できることである。2点目はユーザに対する撮影中のリアルタイムな支援を提供できることである。まず、医師が診断を行うのに必要十分な画像群について説明する。熊谷らは診断を行う際に口腔内画像の多様性と品質が重要であるとしている。ここで多様性がある画像は口腔内の状態について複数の角度から捉えており、診断する上で十分な情報量を持つものを示す。また、品質が高い画像とは鮮明で判断に支障がない画像であることを示す。提案システムでは、多様性のある画像を取得するため熊谷らの提案する5枚撮影法

を利用する。また、画像の品質を高めるため深層学習により診断利用の可否を自動判定を行う。

4.2 口腔内画像撮影支援フロー

口腔内画像撮影支援システムの構成を図3に示す。撮影はユーザがフラッシュを起動したスマートフォンの外カメラを自身の口に向け、鏡越しにディスプレイを確認することで画角を調整することを想定する。5枚撮影法のそれぞれの角度について、診断利用可能な画像が捉えられた際に撮影を終了する。診断利用が不可能な画像が続く場合はユーザに対してアシストを行う。以下ではリアルタイムアシストのための「1. 歯領域の有無判定」、「2. 診断利用の可否判定」、「3. アシスト」の3ステップを説明する。

リアルタイムな処理を実現するため、「1. 歯領域の有無判定」をスマートフォン上で行う。提案システムでは、オブジェクト検出のタスクで高速かつ高精度なモデルであるYOLOv3[8]をファインチューニングしたモデルベースの検出手法とマーカーによるルールベースの検出手法を検討する。ここでモデルの学習には予備調査により得られた歯のBounding Boxを利用する。5枚撮影法のそれぞれの角度に対して個別の検出モデルを構築する。ユーザに対しては検出された歯のBounding Boxをスマートフォンのディスプレイに表示することでフィードバックを行う。

「2. 診断利用の可否判定」は歯や歯茎の見え方により決定される。そこで画像に対する歯の有無だけでなくより詳細な識別が可能なモデルが求められる。提案システムでは「1. 歯領域の有無判定」により歯が検出された画像に対して、サーバ側でCNNを利用し判定を行う。画像に加えてYOLOv5で検出されたBounding Boxの情報も特徴量として利用する。正解データには実際の歯科医師が判定したラベルを利用する。

診断利用可能な画像が捉えられない場合は「3. アシスト」が必要となる。ユーザは鏡越しにスマートフォンのディスプレイを確認するため、動かす向きが反転し通常よりも口を画像内に収めることが困難となる。提案システムでは「ディスプレイ表示」、「音声ガイド」、「バイブレーション」の3種類のアシスト方法を検討する。ここで指示内容としては顔に対する平行移動、顔に対する垂直移動（近づける）、回転が考えられる。「ディスプレイ表示」では端的に正確な情報が伝えられる一方で、上顎咬合面観や下顎咬合面観を撮影している場合はユーザが鏡越しに画面を確認しにくい問題がある。「音声ガイド」ではユーザが画面を見る必要なくアシスト内容を伝えることができる一方で、ガイドの読み上げが開始した際に、他の情報を割り込ませることができないためリアルタイムなアシストができない可能性がある。「バイブレーション」ではユーザに対し直感的に画像が診断利用不可であることを伝えられる一方で、詳細な情報を伝達するのに適していないと考えられる。こ

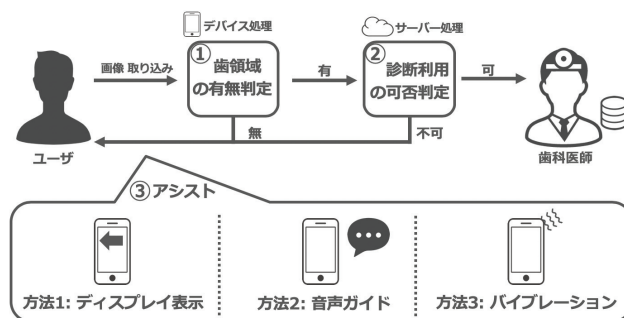


図3 口腔画像撮影支援システムの構成図

これらの3種類の方法についてユーザ評価を用いて最適な方法を検討する。

提案システムではこれらの3ステップをリアルタイムに処理することで短時間にユーザが診断利用可能な画像を取得する支援を行う。

5. おわりに

本稿ではオンライン診断のための口腔内画像撮影支援システムについての提案を行った。予備調査として、撮影アシストが無い状態での口腔画像の撮影を9名の被験者で実施した。調査では5枚撮影法での各角度についての撮り直し回数やユーザの主観による困難な角度について回答を取得した。アンケート結果から最も撮影が困難な角度は上顎咬合面観であり、上下咬合面観では4名の被験者が5回以上の撮り直しを行ったとの回答を得た。これらからユーザに対してリアルタイムな撮影アシストが必要とされることが示された。そこで、本稿では5枚撮影法によるスマートフォンでの撮影を想定し、「1. 歯領域の有無判定」、「2. 診断利用の可否判定」、「3. アシスト」の3ステップの支援フローからなる提案システムを提案した。

オンラインでの口腔診断はまだ一般的ではなく、現状では利用者と医師の双方の負担が大きい。本提案システムでは、リアルタイムアシストにより利用者の撮影の負担を減らし、診断利用の可否判定により医師の負担を軽減することができるため、今後のオンライン口腔診断の基礎になると考える。今後は本稿で提案した様々なアシスト方法について、実際に構築したシステムによる被験者実験により効果を調査する。

参考文献

- [1] 厚生労働省医政局医事課. 事務連絡「新型コロナウイルス感染症の拡大に際しての電話や情報通信機器を用いた診療等の時限的・特例的な取扱いについて」. 2020.
- [2] 国家戦略特区. 第44回 国家戦略特別諮問会議. 2020.
- [3] 厚生労働省. 健康日本21(歯の健康). 2000.
- [4] Yuan Liang, Hsuan Wei Fan, Zhujun Fang, Leiyang Miao, Wen Li, Xuan Zhang, Weibin Sun, Kun Wang, Lei He, and Xiang'Anthony' Chen. Oralcam: Enabling self-examination and awareness of oral health using a smartphone camera. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference*

ence on Human Factors in Computing Systems, pp. 1–13, 2020.

- [5] 東北大学大学院歯学研究科プレスリリース. 東北大学とドコモ、歯周病発見AIの共同研究を開始, 2019. <https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2019/02/press-20190221-02-docomo.html>.
- [6] ライオン株式会社. Repero, 2018. <https://repero.lion.co.jp/>.
- [7] 熊谷崇, 熊谷ふじ子, 鈴木昇一. 新口腔内写真の撮り方. 東京医歯薬出版, 2007.
- [8] Joseph Redmon and Ali Farhadi. Yolov3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*, 2018.