

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：15301

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17041

研究課題名（和文）AIによる画像解析技術を応用した新規咀嚼能力評価システムの構築

研究課題名（英文）Novel masticatory ability evaluation system applying image analysis technology by AI

研究代表者

杉本 皓（Sugimoto, Hikaru）

岡山大学・医歯薬学域・助教

研究者番号：10838006

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000 円

研究成果の概要（和文）：AIによる繰り返し学習により画像判別ネットワークを構築した。学習後のネットワークを用いることで良好な咀嚼状態の食塊画像と、咀嚼不良状態の食塊画像の判別を高精度で行うことが可能となった。これまでの手法を用いた画像解析方法と比較すると、学習済みネットワークを使用することで大幅な解析時間の短縮が図れた。本法は、現状では試験食品の種類に制限があるものの、実際のを用いての咀嚼機能評価が可能であり、今後使用可能な被験食品を増やすことにより、臨床現場や健康管理における有用な評価手段となることが期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

AIを用いたディープラーニングによる画像認識技術は、これまで咀嚼物の画像撮影を行った後に咀嚼能力評価を行うという長時間を有し、テクニカルセンシティブな工程の自動化を可能にした。従って、今後国民の健康増進に寄与させるための技術として、より簡便かつ汎用性の高い評価システムへと発展できる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：An image discrimination network was constructed through iterative learning by AI. By using the trained network, it is possible to accurately discriminate between images of food masses in good states of mastication and those in poor states of mastication. Compared to conventional image analysis methods, the use of the trained network significantly reduces analysis time. Although the types of test foods are currently limited, this method can evaluate masticatory function using actual test foods.

研究分野：咀嚼能力評価

キーワード：咀嚼能力 画像解析 AI

1. 研究開始当初の背景

高齢者の摂食嚥下機能の低下が、誤嚥性肺炎や低栄養のリスクとなり QoL (Quality of Life) に影響を与えることは今や広く認知されている。残存する咀嚼・嚥下機能を正しく評価する方法を確立することが、本邦を含む先進国において緊急課題になっている。本邦が抱える命題である健康寿命延伸のため高齢者の口腔関連機能の正確な診断を行い、残存する機能に応じて治療あるいはリハビリテーション等の指導を行うことは、歯科医師にとって重要な任務であり、高齢の摂食嚥下障害を有する患者にとっても重要な情報を提供できる。これまでに一般食品を用いた簡便な咀嚼能力評価法の確立を目指し、健常者を被験者として、食塊画像の粒子解析法の方法論・診断精度に関して報告を行ってきた。

近年、保険医療分野での AI 活用が活発化してきており、厚生労働省は 2020 年に AI 開発及び利活用促進に向けた会議 (保健医療分野 AI 開発加速コンソーシアム) を行い、ゲノム医療・画像診断支援・診断治療支援・医薬品開発・介護、認知症・手術支援の重点 6 領域が提言された。特に、画像診断技術は主軸に議論され、AI での技術応用がしやすい分野であると言える。こうした背景の中、これまでの開発技術、蓄積画像情報も AI による発展が可能であると考え、本研究至った。

2. 研究の目的

AI を用いたディ・ラーニングによる画像認識技術は、これまで咀嚼物の画像撮影を行った後に咀嚼能力評価を行うという長時間を有し、テクニカルセンシティブな工程の自動化を可能にし、さらに食品の種類の自動認識も可能になると考えられる。従って、今後国民の健康増進に寄与させるための技術として、より簡便かつ汎用性の高い評価システムへと発展できる可能性がある。本研究は、より簡便な咀嚼能力評価方法の開発のために、過去に実施された健常者を対象とした咀嚼能力検査に使用された食塊の画像データを収集し、AI による再解析を行う。これにより、咀嚼後の食塊画像から咀嚼能力を判定する新規評価方法の妥当性を検証することを目的とする。

3. 研究の方法

解析画像の抽出

過去に岡山大学で実施された若年健常者 20 名 (男性 10 名, 女性 10 名, 平均年齢 27.6 ± 1.9 歳), 高齢健常者 22 名 (男性 13 名, 女性 9 名, 平均年齢 75.1 ± 5.3 歳) を対象にした複数の研究から得られた咀嚼後食塊画像を用いた。それらの画像のうち、複数の食材から構成される混合食 (米飯, ソーセージ, 卵焼き, 千切りキャベツ, キュウリから構成される混合食, 約 9g) を被験食とした咀嚼後食塊画像を抽出した。

抽出画像の分類

咀嚼後食塊画像を抽出し、良好な咀嚼状態の画像と咀嚼不良状態の画像の分類を行なった。咀嚼状態の良好, 不良の判断基準として過去に報告した (Sugimoto ら, 2020) 粒子均一性係数 (HI) 及び粒子径係数 (SI) 及び中 央粒径 (X50) のカットオフ値 (表 1) を用いた。

SI (粒子径係数)	HI (粒子均一係数)	X50 (中央粒径)
1.6	0.115	5.6

表 1. 咀嚼能力のカットオフ値

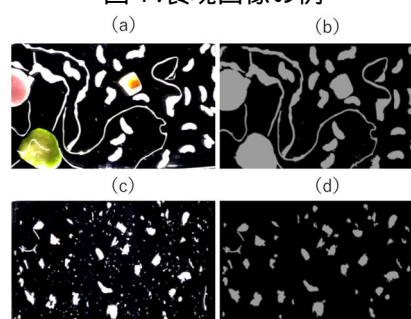
学習用画像の準備

抽出された画像を AI が特徴把握・画像分類を行いやすいようにモノクロ二値化処理し、解像度が $480\text{pixel} \times 640\text{pixel}$ になるよう調整を行なった。(図 1: a. 咀嚼不良状態の食塊画像 b. 咀嚼不良状態の食塊画像をモノクロ二値化した画像 c. 良好な咀嚼状態の画像 d. 良好な咀嚼状態の画像をモノクロ二値化した画像)。その後画像の回転・反転処理による水増し加工処理を行い、学習用画像として約 2000 枚, 学習済みネットワークの評価用画像 200 枚を準備した。

AI による繰り返し学習

学習用画像を用いて、咀嚼状態の良好・不良を判別する 2 値分類予測モデルを構築した。本研究では数層の畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を基本構造とした予測モデルを用いて検証

図 1. 食塊画像の例



を行った。学習環境としてGPUはNVIDIA RTX A6000 VRAM 48G、解析処理ソフトウェアは Neural Network Console (ソニーネットワークコミュニケーションズ) 及び MATLAB(MathWorks 社)を使用した。

評価

学習後の予測モデルを用いて評価用画像を判別し、その的中率の評価を行なった。

4．研究成果

表 2 は AI による予測モデルから得られた 2 値（良好・不良）分類結果をまとめた混同行列（Confusion Matrix）である。予測モデルを用いた判別精度は、感度 0.94、特異度 0.92 であった。また、予測モデルの有用性検証のための ROC(Receiver Operating Characteristic) 曲線から計算された AUC (Area Under the Curve) は 0.92 となっており非常に精度の高いモデルの構築が可能となった。予測モデルは 8 層の CNN を基本構造としており、バッチサイズ 64 で 100 エポックの学習を行った。学習に要した時間は約 20 分であり、学習済みネットワークから評価用画像 200 枚の判定は 5 秒以内に終了した。

これまでの手法を用いた画像解析方法は、比較すると、学習済みネットワークを使用することで大幅な解析時間の短縮が図れた。

AI を用いることにより、より効率的に咀嚼能力を評価できる可能性が示唆された。しかしながら、本法を含めた粒子の大きさ基準での咀嚼能力評価法では被験試料が限定的であるという欠点があり、今後より多くの食品に対応できるような評価法の確立が求められる。

		AIによる予測値		
正解		良好	不良	Recall
	良好	188	12	0.94
	不良	18	182	0.92
	Precision	0.95	0.91	
	F-Measures	0.94	0.92	
	Accuracy	0.93		
	Avg.Precision	0.93		
	Avg.Recall	0.93		
	Avg.F-Measures	0.93		

表 2.予測モデルから得られた混同行列

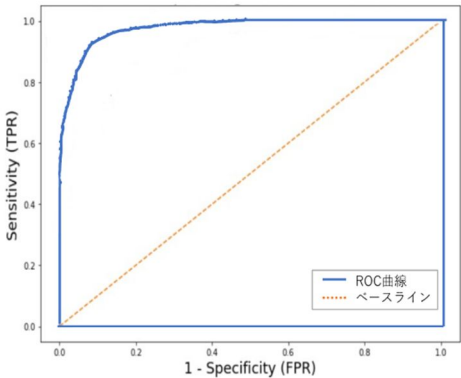


表 3. 予測モデルの ROC 曲線

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 兄玉 直紀 , 杉本 皓 , 皆木 省吾	4. 巻 133
2. 論文標題 【人工知能(AI)を活用した医療の展開】歯学領域におけるAIとAI研究開始時の障壁	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 岡山医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 181
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 杉本 皓
2. 発表標題 ニューラルネットワークを用いた画像解析による咀嚼能力評価
3. 学会等名 日本咀嚼学会第34回学術大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------