

PD1-104 深層学習を用いた食塊画像認識に基づく咀嚼能力評価

(¹ 大阪大, ² 三栄源エフ・エフ・アイ(株))

○清水大夢¹, 池上聡², 石原清香², 中馬誠², 東森充¹

【目的】超高齢化社会に向け、咀嚼機能が低下した咀嚼困難者の増加が予想されており、治療・リハビリ効果を把握するため、咀嚼能力の定量的評価手法の確立が切望されている。従来、ヒトが吐出した食塊を評価することで咀嚼能力を間接的に評価する、篩分法、色素法、画像処理法、などが開発されているが、食塊を押し広げたり洗浄したりする接触操作を伴い、食塊の破損や手順の複雑化が懸念されている。これに対し、本研究では、非接触による食塊評価を念頭に置き、深層学習を用いた食塊画像認識に基づく咀嚼能力評価手法を提案する。ヒトが咀嚼した食塊画像を深層学習によって解析し、基準被験者を想定した場合の被咀嚼回数を推定する。そのデータから咀嚼能力を定量的に評価する。

【方法】被験者 1 名が、2 色から成るゲル状食品を規定回数咀嚼して食塊を形成し、吐出する。規定咀嚼回数は $n=\{1, 2, 3, 4, 6, 8, 10\}$ とし、メトロノームに合わせて一定の周波数 $f=0.5[\text{Hz}]$ で咀嚼を行う。吐出された食塊を撮影し、食塊画像を取得する。各咀嚼回数につき 30 個の食塊形成と画像取得を行い、食塊画像を入力、咀嚼回数を出力とする畳み込みニューラルネットワーク(CNN)モデルを構築する。また、疑似的に咀嚼能力を変更するため、同一被験者が周波数 $f=\{1, 2\}[\text{Hz}]$ として咀嚼を行う。このときの食塊画像から、前述のモデルを用いて咀嚼回数を推定し、その分布から咀嚼能力評価が可能か検証する。

【結果】 $f=0.5[\text{Hz}]$ における実際の咀嚼回数と推定値との間の決定係数は $R^2=0.94$ 、平均標準偏差は $SD=0.68$ 、回帰直線の傾きは $a=0.97$ であり、高精度に推定できる可能性が示唆された。次に、この $f=0.5[\text{Hz}]$ の推定モデルを用いた $f=1 [\text{Hz}]$ の食塊の推定結果において $SD=0.85$ 、 $a=0.66$ 、 $f=2[\text{Hz}]$ の食塊の推定結果において $SD=0.90$ 、 $a=0.69$ であった。周波数が増加すると、傾き a が小さくなり、これは咀嚼回数に対する食塊形成の進行が遅くなることを意味する。また、平均標準偏差 SD は大きくなり、これは食塊状態のばらつきが大きく、食塊形成が不安定な傾向にあることを意味する。以上から、提案手法を、咀嚼能力評価(食塊形成の進行や安定性)に適用できる可能性が示唆された。