

論文内容要旨

A Clinical Trial Evaluating the Efficacy of Deep
Learning-Based Facial Recognition for Patient
Identification in Diverse Hospital Settings

(多様な病院環境における患者識別のためのディープラーニン
グに基づく顔認識の有効性を評価する臨床試験)

Bioengineering (Basel),11(4):384.2024.

主指導教員：竹野 幸夫 教授

(医系科学研究科 耳鼻咽喉科学・頭頸部外科学)

副指導教員：近間 泰一郎 准教授

(医系科学研究科 視覚病態学)

副指導教員：伊藤 英樹 教授

(広島大学病院 医療安全管理部)

定秀 文子

(医系科学研究科 医歯薬学専攻)

要旨

【背景】ディープラーニング技術を利用した顔認証システムは、認識精度が高いだけでなく利便性にも優れているため、さまざまな社会環境で実装されている。しかし、このようなシステムが病院のさまざまな状況下で実装可能かは検討されていない。

【目的】ディープラーニングを活用した顔認証システムと iPad 内蔵カメラを利用し、病院内のさまざまな状況下で患者を安全かつ有用に識別可能かを評価した。

【方法】対象は本研究への参加に同意した眼科病棟入院中の患者 100 名（男性 66 名、年齢 68 ± 13 歳）であった。iPad Air を使用し、各患者において標準条件の写真（参照写真）とさまざまな条件下の写真 18 パターンを含め、合計 1900 枚の顔写真を撮影した。参照写真は、マスクなし、開瞼、座位、十分な照明とした。18 パターンのうち、16 パターンはマスクの有無、開瞼もしくは閉瞼、座位もしくは仰臥位、十分な照明もしくは低照明の組み合わせで、2 パターンはマスクなしの左右側臥位であった。検査室内の十分な照明の平均照度は座位で $656 \pm 74 \text{ lx}$ 、仰臥位で $536 \pm 60 \text{ lx}$ であった。低照明での平均照度は $3 \sim 4 \text{ lx}$ になるように調整した。

ディープラーニングを用いた最新の顔認証システムを用いて、参照写真に対して正しい人物を特定する 1:1 認証方式を採用し、認証スコアを算出した。顔認証は、グローリー社の顔認証エンジン V5-5 により生成されたスコア値を用いて行った。この顔認証エンジンは 1,000 万以上のデータセットから教師あり学習モデルとしてニューラルネットワークが訓練されている。認証スコアが高いほど、2 つの顔画像が同一人物である確からしが増すことを意味した。

患者本人であるかの閾値設定には、他人受入れ率（False Acceptance Rate: FAR）が 0 になる最小スコアを下限閾値として用いた。この閾値時の本人拒否率（False Rejection Rate: FRR）から顔認証率を $(1 - \text{FRR})$ で求め、患者誤認なくかつ患者を正しく認証できる率を算出した。顔認証においては他人受入れ率が低いほど、患者認識の安全性に優れていることを示す。一方、本人拒否率が低いほど、適切な患者をより正確に識別していることを示す。

【結果】認証スコアは、標準条件（マスクなし、開瞼、座位、十分な照明）よりも悪条件（マスク着用、閉瞼、仰臥位、低照明）の方が有意に低かった。認証スコアは、これらの因子が増加するにつれて減少した。マスクなしでの認証率は 99.7%（798/800 人）で、マスクありでの認証率 90.8%（727/800 人）を有意に上回った（ $p < 0.0001$ ）。標準条件以外の悪条件で、マスクなしでの条件であれば認証率は 99.7%（698/700）、マスクありでは 89.5%（627/700）であり、マスクありでは有意に低かった（ $p < 0.0001$ ）。

夜間睡眠条件（マスクなし、閉瞼、低照明、3 つの条件（仰臥位、右側側臥位、左側側臥位）のいずれか）における認証率は、仰臥位、左右側臥位あわせて 99.3%（298/300 人）であった。

【議論】本研究では、病院における顔認証アルゴリズムの有用性を検証し、3 つの重要な知見を得た。(1) マスクなしでの認証率はマスク着用の認証率より有意に良好であり、99.7%の認証率を示した。(2) マスクなしの夜間睡眠条件（閉瞼、低照明、仰臥位または側臥位）における認証率は 99.3%と良好な結果であった。(3) マスクをしている患者の場合、開瞼で仰臥位でなければ、100%の認証率を示した。これまでの顔認証に関する研究で、医療現場の外来患者や入院患者を

対象とした研究はなく、本研究は夜間の病棟も想定し、座位、仰臥位、低照明下、閉瞼など、様々な条件を組み合わせ顔認識を行った初めての研究である。

本研究では、すでに一般社会に導入され普及しているこのシステムが、病院内の患者を取り巻くさまざまな状況下で機能するかどうかに関心をもち、焦点を当てた。その結果、マスクなしのあらゆる状況下だけでなく、夜間の睡眠時という悪条件下でさえも認証率は 99%をこえて良好であった。夜間の睡眠条件に関して満足いく結果が得られたことは、病院での夜間就寝時間帯における患者確認時にこのシステムが活用できることを意味する。顔認証は、患者と直接接する必要がないため、夜間に患者を起こすことなく患者確認が可能であり、従来のリストバンドを利用した患者確認にはない利点がある。また、夜間帯は看護師の数が少ないことから、迅速に患者確認が可能な本システムの実装価値は高いと考えられる。本研究の結果から、この顔認証システムは、特にマスクをしていない患者や夜間就寝中の患者など、病院の様々な状況で利用できる可能性がある。

【結語】病院でのさまざまな状況下で、顔認証システムが安全かつ有用に活用できることが示唆された。