**撮影人数及び撮影順序**

1人目:山口

2人目:石井

3人目:江波戸

4人目:新井

5人目:渡辺

6人目:徳山

7人目:斎藤りょうが

8人目:佐久間

9人目:田中

10人目:相澤

11人目:坂井

12人目:田中たいき

13人目:田中みゆ

14人目:中村

15人目:樋口

16人目:大野

17人目:高橋

18人目:小島

19人目:島田

20人目:清水

21人目:関根

22人目:長谷川

23人目:斉藤ひであき

24人目:田中ひろき

プログラムは2023年度用のコメントがあれば対応済み

**論文調査**

**注視すべき点**

**・画像の扱い方や解像度、画素といった言葉を用いているか？**

**・データベースに登録されているデータの種類や人数**

**・FRRやFARの評価の判定基準となっている箇所**

**データセット**

[2003.13266.pdf (arxiv.org)](https://arxiv.org/pdf/2003.13266.pdf)

[Hands and palm images dataset | Kaggle](https://www.kaggle.com/datasets/shyambhu/hands-and-palm-images-dataset)

**・全方位イメージセンサを用いた掌形バイオメトリック認証**

ドアのぶを握った掌(てのひら)を使った認証

バイオメトリック認証と記載

1人につき8枚ずつカメラで撮影×23人分＝184枚の画像を用いる(200×200ピクセルにリサイズし、24ビットカラー（RGB）で1枚あたり約120KBのデータサイズとなる)

データベースに登録された画像と、入力画像の画像全体の相関を求めることで、入力画像が登録者の掌であるかどうかを判定する

データベースには被験者の名前、掌の面積と輪郭線の長さが記録されている（8枚の画像それぞれから抽出した数値の平均値をその人の特徴量としている）

解像度が低くてもがボールフィルタリングによってエッジを抽出してコード化する手法がある

**・指間の線を利用した掌紋認証の提案**

バイオメトリクスと記載

顔、指紋、虹彩、網膜、手や指の幾何学的模様などの身体的特徴とある

身体的特徴と行動的特徴を2つ以上組み合わせて使用するのがマルチモーダルスキーム

**手のひら**を使った個人認証は、デジタルカメラやスマートフォンがあれば簡単に手のひらの画像を撮影できるため、特別な装置を用意する必要がないという利点がある

スマートフォンのカメラで撮影した手のひら画像から掌紋領域を抽出する前処理においてキーポイントと呼ばれる指と指の間のくぼみを自動的に検出することが難しいという課題がある

関連研究として

手の輪郭の形を個人的特徴として認証を行っている研究では、手のひら画像に対して主成分分析を行い、重心位置及び主軸角度を算出することで、掌を正規化している文献3

撮影環境が一定でない場所で手のひらを抽出するための方法を提案している文献4

照明環境を抑える、さまざまな大きさのウィンドウで画像を操作し、検出ウィンドウ内の画像に対して手のひらの識別処理を行う文献5がある

画像は160画像×160画素のように画素を基準にしている

全体数は532名の両手データ

認証ではなく手のひら画像から掌紋領域を正しく検出できるかを目的とした研究である

**・掌紋認証における生体検知手法に関する一検討**

**指間の指を利用した掌紋認証の提案を参考文献に入れている**

SNSなどに掲載されている写真から不正に掌紋情報を取得できるのではないか？⇒そこで掌紋画像を用いてどの程度生体検知が可能なのか調査する

センサーに何らかの情報を提示してなりすましを試みる攻撃を入力データ攻撃（プレゼンテーション攻撃）と呼ぶ、本稿では身近な媒体を用いたプレゼンテーション攻撃を想定して**普通紙、光沢紙、ディスプレイ**を考える

掌紋はスマートフォンなどのデジタルカメラを用いて非接触での特徴の取得が可能である

そこでスマートフォンで撮影した掌紋画像を用いた生体認証における生体検知手法について検討する

攻撃画像のサイズは**300×300pixel**としている（表記はpixel）

**・複数個の画像特徴量の重みづけ統合による人工指紋画像の検出**

人工指紋による認証機器の突破が容易である問題点は以前より指摘されている

⇒本画像に対してCNNを施して、識別制度の向上を目指す研究が近年行われている

⇒既存研究としてサポートベクターマシン（機械学習）によって識別機を決定し、識別機から得られた識別結果の多数決を取る手法を提案したが、同じ画像データに対してCNN－VGGを施して得られた識別誤差よりも劣っている（**同じ画像データすなわち指紋認証における画像データが存在するのではないか？**）理由として適切な重みづけがなされていないためであると考える

そこで、識別誤差の低減を目指して複数個の画像特徴量に最適な重みを設定して、これらの検出結果を統合して判定する手法を提案する

本研究では**256×256pixels**の画像を使用し、1枚の画像から抽出される各画像特徴量のデータ数はすべて1×256に統一される（pixcels表記）

GH,FT,2DFT,LBP,LCP,LPQ,BSIFの手法を用いて画像特徴量を決定する、本研究ではLBP,LCP.LPQ,BSIFを用いる

本画像データの画像サイズは680×480pixels,解像度は500dpi,**Italdata**には学習用データ、テスト用データそれぞれ2000枚ずつ存在する（italdataは指紋認証研究用のデータセット[指紋スプーフィングバスター|の注釈付き結果を含む紙の表コード付き論文 (paperswithcode.com)](https://paperswithcode.com/paper/fingerprint-spoof-buster/review/)　 [LivDet 2013 Database — bob.db.livdet2013 2.1.5 documentation (idiap.ch)](https://www.idiap.ch/software/bob/docs/bob/bob.db.livdet2013/stable/)）

生体指紋画像と人工指紋画像がそれぞれ1000枚ずつ存在する

学習用データ2000枚で各画像特徴量を抽出し、それにSVMを用いて各画像特徴量の識別機を決定する。その後テスト用画像データ2000枚が生体指紋画像であるか人工指紋画像であるかを、学習プロセスで決定された識別機により得る

SVMを用いた識別はCNNなどの深層学習を用いた識別よりも学習プロセスにおける学習時間が短いことが知られている

**・畳み込みニューラルネットワークを用いた生体検知手法**

一般的な顔認証システムではカメラで撮影された顔画像を入力として個人認証を行う、そのため登録されているユーザの顔写真が印刷されている紙をカメラに向けて入力させたとしても誤って認証してしまう可能性がある⇒生体検知する必要がある(入力画像に含まれている様々な劣化を検知することに等価と考えられる)

顔認証における生体検知手法の多くはLBP(local binary pattern)を用いている⇒複数個の画像特徴量の重みづけ統合による人工指紋画像の検出でも用いられていたので、顔認証検知及び指紋認証検知に有効)

Chigovskaらは、顔認証におけるなりすまし攻撃の対策手法の評価のための顔画像データベースであるREPLAY-ATTACKデータベースを作成している([Replay-Attack Dataset | Papers With Code](https://paperswithcode.com/dataset/replay-attack))

LeCunらが考案したCNNを利用することで、高性能な画像識別が行えることが実証されている

そこでCNNを用いた生体検知手法について検討するしREPLAY-ATTACKデータベースを用いた性能評価実験を通して従来手法に対する提案手法の有効性を実証する

⇒従来は顔領域を抽出してから生体検知を行っていたが、CNNモデルとしてCIFAR-10及びAlexNetを用いた場合は、顔検出をせずに画像全体を使った方が高精度である

⇒十分な数の学習データが用意できない場合は、浅いネットワークアーキテクチャの方が高精度な結果となる

⇒CNNの畳み込み層の最終装の出力を特徴量とし、SVMで分類することで高精度な生体検知が可能となる

本研究では、学習時に**320×240画素(画素記載)のカラー画像に対してランダムな位置から240×180画素を抽出し、水増し処理を行ってデータ拡張を行う**

**また、テスト画像時は320×240画素のカラー画像に対して、画像中心とする240画素×180画素の領域を抽出して入力画像とする(学習時とテスト時の画素は同じ=自分の研究も同じ)**

REPLAY-ATTACKデータベースは50人に対して実際に認証した場合となりすました場合の動画像で構成されている、またこのデータベースには実験プロトコルがあり同データベースを用いて同様な実験を行っている論文との公正な比較が可能である

動画像は320×240画素であり 25fpsで15秒間(375フレーム)撮影されたものである

本研究では動画像から取り出した各フレームを静止画像として用いる(自分の研究と同じ)

CNNの学習では繰り返し回数(epoch)を100000回、学習係数を0.1、バッチサイズを100、荷重減衰のパラメータλを0.004とする

写真やディスプレイなどによるなりすましは、背景も含めて劣化要因の有無を調べる必要がある。そのため、顔のみを対象とするのではなく撮影された画像全体を用いて学習した方が誤差が小さくなったと考えられる⇒背景を削除するのはなりすましを考慮するとよくない

**・動画像を用いた指関節紋認証システムとその性能評価**

近年、ドアレバーを握っただけで認証できる個人認証手法が提案されている

80人の被験者からそれぞれ5回ずつ撮影した左右の手の動画像(800シーケンス)を使用してシステムの性能を評価する

ROC曲線(横軸を他人受入率、縦軸を本人拒否率で評価する図)を用いて評価

**・深層学習を用いた手の姿勢推定と生体認証への応用に関する研究**

掌紋認証は非接触かつ非拘束な状態で撮影された手のひら画像を用いて認証が可能であることから利便性や受容性に優れる⇒撮影のたびに撮影環境や手の姿勢が変化することから正確な掌紋領域の抽出が難しく、認証性能が低下する問題がある

**従来の掌紋領域抽出手法は、(1)画像の二値化(2)手の輪郭抽出(3)指の谷間のキーポイント抽出(4)座標系の導入(5)関心領域の抽出の5つの処理によって構成される**

**本論文では、(1)深層学習を用いた手のひら画像の二値化⇒提案手法では、CNNを用いて入力された手のひら画像に対して、手のひら領域に属する確率を画素単位で推定する。推定された確率に基づいて手のひら画像の二値化を行い、手のひら領域と背景領域に分離する**

**(2)深層学習を用いた指の谷間のキーポイント検出手法⇒CNNを用いて3つの指の谷間のキーポイントに対応するヒートマップを推定し、ヒートマップ中の最大値の座標をキーポイントとして検出する**

**性能評価実験にはPolyU-IITD（**[PolyU-IITD Contactless Palmprint Images Database (Version 3.0)](https://www4.comp.polyu.edu.hk/~csajaykr/palmprint3.htm)）**とNTU-CP-v1(**[matkowski-voy/Palmprint-Recognition-in-the-Wild (github.com)](https://github.com/matkowski-voy/Palmprint-Recognition-in-the-Wild)ただし誓約書？をコピーして送付しないと使えない))**の2つの手のひら画像データセットを使用する**

**PolyU-IITDの背景にADE20Kを合成したSynthesizedPolyU-IITDをCNNの学習とテストに使用する、NTU-CP-v1はテストのみに用いる**

**照合アルゴリズムとしてItoらの手法を用いる(パターンマッチング手法か？)**

**を提案する**

**・表情特徴を用いた読唇**

深層学習が普及する以前、多くの画像ベースの特徴はグレースケール画像を使用し、特徴ベクトルとして直接使用されるか、主成分分析や離散コサイン変換などの画像処理を適用し使用されていた

手のひら伝播信号による個人認証の試み

ほとんどの生体特徴は人体の表面に現れているため、本人が知らない間に他人に盗み取られて悪用される危険性がある。実際偽造指を使って指紋認証装置で認証を行えたという研究報告も存在する

人体伝播信号とは人体表面において任意に発生させた電磁波の伝播する際の特性が個人ごとに異なることを利用している⇒体内情報であるため、他人に盗まれる危険性は少ない

**手のひら伝播信号による個人認証の試み**

データ⇒10人分(1日2回、30日間測定したもの)を使用した(60個の伝播信号)。学習データは各被験者40個、テストデータは学習に用いたもの以外の本人20個、他人20個×9人とした

**・指紋スキャナによる指紋認証系と相互運用可能なカメラ画像指紋認証法に関する研究**

グレースケール画像の作成方法が、R+G＋B/3としていることから自分の研究内容と異なる(2種類のグレースケール画像での研究も視野に入れたい)

指紋スキャナの指紋画像に対して隆線と谷線が黒白反転しているため階調反転処理を施す

カメラ指紋画像では、照明の不均一性や皮膚の色味の局所的な違いなどで、グレースケール化した際の輝度値が局所的に異なる問題がある⇒そのため各画素の輝度値に中間輝度値と周辺画素の平均輝度値との差を加えることで、濃度を指紋領域全体で均一化し局所的な濃度不均一性による影響を低減する

照合実験に使用する指紋画像として被験者10名の人差し指、中指、薬指の3指(計30指)を各10回(計300枚)、指紋スキャナとディジタルカメラの双方で採取した

**・掌紋認証システムにおける掌紋領域推定の改善**

掌紋認証(手のひらの掌紋を利用した生体認証)はスマートフォン搭載のカメラを用いて非接触で認証情報を取得できることができ、利便性が高い

カメラで手のひらを撮影する際、様々な環境の変動が予想されるため、安定した掌紋認証を実現するには、撮影された手のひら画像から掌紋領域を正しく推定するための前処理が肝要となる

機械学習を用いて手のひらの骨格情報を推定し、骨格情報から掌紋領域を推定する手法が提案されたが良質な掌紋領域を抽出できるかという「領域良質性」の検討については十分になされていない⇒本研究ではこの手法をベースとして良質な掌紋領域を抽出することを検討する

手のひら画像に対してグレースケール化、セグメンテーション、ノイズ除去、エッジ検出の順に前処理を行う⇒前処理の検討も自分の研究の視野に入れたい

523名のユーザから各10名の手のひら画像を取得し、評価画像とした

評価画像全体に対して、各ユーザの10枚の手のひら画像からランダムに1枚ずつ登録用手のひら画像と認証用手のひら画像を選択する

**・山田先生に頂いたISO文書**

Identification transaction: 登録データにて1人以上の探索思考と生体検索によって1人の生体参照識別子を見つけて返す操作

Caputure subject: 生体情報の取得対象者

Prove: 検索したい人物

FPIR: 別人を本人だと間違えてしまう失敗

FNIR: 本人を他人だと間違えてしまう失敗

認証システムエラー率測定法は動作特性に依存し、比較システム/アルゴリズムの設定に使われてきた。それらは3つの主要なパラメタよって定義される

-N: N人の登録データ

-R: ランク指数で、ランク1〜Rの候補のみを生体情報の取得対象者識別子の候補とする(R は通常、検査された識別システムによって返される候補リストの長さである値 L によって制限される)

-T: 候補者が生体情報の取得対象者に一致する可能性があるかどうかを判断するために使用される比較スコア閾値

※RがNに設定されている場合、候補者のスコアが閾値Tを超えた場合のみ、候補者が返される.同様にTが0に設定されている場合(を最小の類似性スコアと仮定する)、候補は候補順位のみに基づいて返されます。

N=16 R=1 T=0.999

False negative identification rate

FNIRはシステムに登録された生体情報の取得対象者による特定の識別トランザクションのうち、返された候補リストに対象者の正しい識別子が含まれていない割合⇒候補リストに登録された中でテスト対象者の正しい生体情報がない割合(他人受入率)

Mrは参照データベースRとの一致(ペアとなる)する識別トランザクションの集合である

Miはトランザクションiのための一致する参照

Ciは識別トランザクションiのための候補者リスト

|.|基数の集合を表す

識別用トランザクションプローブと十分に類似している生体参照のために候補者リストは識別者と比較する

十分な類似性は一般的に1からRまでの範囲の候補者ランクもしくは、閾値Tを超える候補者スコアに基づく。そのときFNIRは一致しない識別トランザクションで、一致するリファレンス(参照)がRより大きいランクを持つか、一致したリファレンス(参照)がT以下の候補スコアを持つものの割合である

Rankiは識別トランザクションiにて参照する候補者ランクを与える

Scoreiは識別トランザクションiにて参照する候補者スコアを与える

実験者は、N、R、T の適切な範囲において、FNIR を計算することができる

**16px バッチサイズ128による各画像項目の研究**

**RGB　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 12 s

閾値以上で識別したテスト数54

閾値未満で識別したテスト数86

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数47

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数39

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合61%

未学習の手を閾値以上で識別した割合39%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合67%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合33%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合56%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合44%

閾値以上の最大値は99.99994039535522

閾値以上の最小値は99.90409016609192

[99.99998807907104, 100.0, 99.99998807907104, 99.99991655349731, 99.99995231628418, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 100.0, 99.99997615814209, 100.0, 99.99889135360718, 99.99673366546631, 99.99243021011353, 99.989914894104, 99.99784231185913, 99.99754428863525, 99.99614953994751, 99.99222755432129, 99.99333620071411, 99.97547268867493, 99.9980092048645, 99.99817609786987, 99.99922513961792, 99.9904990196228, 99.99992847442627, 99.99995231628418, 99.99974966049194, 99.9991774559021, 99.99992847442627, 99.95884299278259, 99.97864365577698, 99.97283816337585, 99.97095465660095, 99.97565150260925, 99.90230798721313, 99.95379447937012, 99.96427297592163, 99.96863603591919, 99.9693512916565, 99.96428489685059, 99.9911904335022, 99.98972415924072, 99.9921202659607, 99.98574256896973, 99.9810516834259, 99.98317956924438, 99.99419450759888, 99.93128776550293, 99.96829032897949, 99.99967813491821, 99.99926090240479, 99.99622106552124, 99.9936580657959, 99.9998688697815, 99.9997615814209, 99.99818801879883, 99.99991655349731, 99.99984502792358, 99.99923706054688, 99.99997615814209, 99.99997615814209, 99.99994039535522, 99.9996542930603, 99.99905824661255, 99.99983310699463, 99.99994039535522, 99.99983310699463, 99.99662637710571, 99.99995231628418, 99.96845722198486, 99.99871253967285, 99.99808073043823, 99.99991655349731, 99.99984502792358, 99.99957084655762, 99.99988079071045, 99.99492168426514, 99.99984502792358, 99.99974966049194, 99.98394250869751, 99.99274015426636, 99.9800980091095, 99.98470544815063, 99.98111128807068, 99.99529123306274, 99.99366998672485, 99.99529123306274, 99.99738931655884, 99.99634027481079, 99.99474287033081, 99.9800980091095, 99.96731281280518, 99.99381303787231, 99.98981952667236, 99.99692440032959, 99.99955892562866, 99.99772310256958, 99.99666213989258, 99.99866485595703, 99.98229146003723, 99.9926209449768, 99.95753169059753, 99.99747276306152, 99.99388456344604, 99.99589920043945, 99.99825954437256, 99.99935626983643, 99.92173910140991, 99.99217987060547, 99.92239475250244, 99.96364116668701, 99.99053478240967, 99.97134804725647, 99.9661922454834, 99.97532963752747, 99.9576985836029, 99.97054934501648, 99.90573525428772, 99.99998807907104, 100.0, 100.0, 99.99997615814209, 100.0, 100.0, 99.99998807907104, 100.0, 99.99995231628418, 99.99990463256836, 99.99963045120239, 99.99626874923706, 99.99985694885254, 99.99946355819702, 99.99971389770508, 99.99970197677612, 99.99984502792358, 99.99991655349731, 99.99964237213135, 99.99951124191284, 99.99992847442627, 99.99961853027344, 99.9962329864502, 99.99834299087524, 99.9954342842102, 99.99886751174927, 99.99908208847046, 99.99935626983643, 99.99997615814209, 99.99916553497314, 99.99635219573975, 99.99920129776001, 99.98830556869507, 99.96403455734253, 99.98893737792969, 99.97122883796692, 99.99536275863647, 99.99935626983643, 99.99191761016846]

[79.18300032615662, 99.84703660011292, 99.87730383872986]

閾値以上で識別したテスト数157

閾値未満で識別したテスト数3

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数1

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数2

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合2%

未学習の手を閾値以上で識別した割合98%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合1%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合99%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合2%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合98%

閾値以上の最大値は99.99998807907104

閾値以上の最小値は99.90230798721313

テーブル

自動的に生成された説明グラフ

自動的に生成された説明

**グレイスケール　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 16.1 s

閾値以上で識別したテスト数30

閾値未満で識別したテスト数110

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数58

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数52

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合79%

未学習の手を閾値以上で識別した割合21%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合83%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合17%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合74%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合26%

閾値以上の最大値は99.99984502792358

閾値以上の最小値は99.90044236183167

[99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 100.0, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.99998807907104, 99.9998927116394, 99.99990463256836, 99.99978542327881, 99.99991655349731, 99.9998927116394, 99.99980926513672, 99.99988079071045, 99.9998927116394, 99.99960660934448, 99.99974966049194, 99.94240999221802, 99.95092153549194, 99.98767375946045, 99.99549388885498, 99.99877214431763, 99.99080896377563, 99.99531507492065, 99.97783303260803, 99.99995231628418, 99.99974966049194, 99.9927282333374, 99.96553659439087, 99.99972581863403, 99.99994039535522, 99.99978542327881, 99.99338388442993, 99.99897480010986, 99.99997615814209, 99.99948740005493, 99.97490048408508, 99.99959468841553, 99.99622106552124, 99.97212290763855, 99.99960660934448, 99.9990463256836, 99.9735176563263, 99.9990701675415, 99.99842643737793, 99.98096823692322, 99.93564486503601, 99.9859094619751, 99.97851252555847, 99.99289512634277, 99.99721050262451, 99.99086856842041, 99.99295473098755, 99.99016523361206, 99.91421699523926, 99.9936580657959, 99.95028972625732, 99.94112253189087, 99.9693512916565, 99.98675584793091, 99.98082518577576, 99.9858021736145, 99.98942613601685, 99.9180257320404, 99.96005892753601, 99.97667670249939, 99.99771118164062, 99.99744892120361, 99.9984860420227, 99.9974250793457, 99.9963641166687, 99.98220801353455, 99.98946189880371, 99.95611310005188, 99.99399185180664, 99.9940037727356, 99.90707635879517, 99.99967813491821, 99.99961853027344, 99.99924898147583, 99.99850988388062, 99.99964237213135, 99.99957084655762, 99.99953508377075, 99.99932050704956, 99.99994039535522, 99.99982118606567, 99.98490810394287, 99.99130964279175, 99.9819815158844, 99.96254444122314, 99.99089241027832, 99.99161958694458, 99.98052716255188, 99.99158382415771, 99.92075562477112, 99.99406337738037, 99.9984860420227, 99.99991655349731, 99.99710321426392, 99.99961853027344, 99.99802112579346, 99.99758005142212, 99.99759197235107, 99.99778270721436, 99.9976396560669]

[79.43405508995056, 99.83797073364258, 97.42364287376404, 98.60512018203735, 95.36516666412354, 96.41612768173218, 97.80104756355286, 90.75507521629333, 98.83184432983398, 97.13616371154785, 97.51993417739868, 98.32335114479065, 98.8074004650116, 99.20588731765747, 98.1463074684143, 99.83776807785034, 99.33806657791138, 97.66780734062195, 99.7619092464447, 99.77601766586304, 99.55215454101562, 99.53340888023376, 98.41359853744507, 99.78498220443726, 98.71941208839417, 99.66210126876831, 98.71037602424622, 99.27977919578552, 99.39727187156677, 99.5821475982666, 99.59207773208618, 99.43944215774536, 74.4606614112854, 99.8630166053772, 99.86543655395508, 99.41710829734802, 99.71277117729187, 83.99713039398193, 96.08622193336487, 96.94851636886597, 99.88849759101868, 99.86587762832642, 99.37503933906555, 99.0781843662262, 99.64922070503235, 99.80625510215759, 99.65212345123291, 99.86742734909058, 99.6553897857666, 99.57000017166138, 99.82660412788391]

閾値以上で識別したテスト数109

閾値未満で識別したテスト数51

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数23

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数28

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合32%

未学習の手を閾値以上で識別した割合68%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合29%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合71%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合35%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合65%

閾値以上の最大値は99.99998807907104

閾値以上の最小値は99.90707635879517

テーブル

自動的に生成された説明 グラフ

自動的に生成された説明

**エッジ画像カーネル3　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 12.7 s

閾値以上で識別したテスト数0

閾値未満で識別したテスト数140

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

閾値以上の最大値は0.0

[99.92411136627197, 99.95291233062744]

[80.08251786231995, 92.30794310569763, 99.79506134986877, 99.78596568107605, 21.80345058441162, 17.233747243881226, 98.45715761184692, 99.03106093406677, 99.35626983642578, 50.170862674713135, 71.7313826084137, 27.521398663520813, 29.723110795021057, 35.8449250459671, 71.57888412475586, 38.930293917655945, 15.421512722969055, 17.295511066913605, 27.626284956932068, 86.07853651046753, 55.33543825149536, 14.879463613033295, 28.679144382476807, 27.77002453804016, 27.727487683296204, 51.27120018005371, 30.413320660591125, 59.383273124694824, 25.62081813812256, 60.20359992980957, 77.1798312664032, 60.39744019508362, 24.12247508764267, 19.656163454055786, 51.60108208656311, 28.892600536346436, 41.804325580596924, 83.02498459815979, 47.26695418357849, 72.27713465690613, 32.06537961959839, 25.00883638858795, 24.532684683799744, 27.70998179912567, 22.563394904136658, 36.06415390968323, 34.57197546958923, 26.40019953250885, 20.237208902835846, 27.391448616981506, 27.784565091133118, 25.123906135559082, 28.640300035476685, 17.687419056892395, 25.18826425075531, 28.374335169792175, 53.99627685546875, 33.863651752471924, 25.33436417579651, 25.558140873908997, 55.73806166648865, 46.81196212768555, 30.758890509605408, 58.148014545440674, 14.651043713092804, 28.62086296081543, 44.80434060096741, 27.156615257263184, 37.50426769256592, 29.490873217582703, 32.274046540260315, 33.68740379810333, 20.5161914229393, 74.86863732337952, 65.24611115455627, 37.26758360862732, 47.03451097011566, 28.231653571128845, 32.91619420051575, 23.30646961927414, 24.56560581922531, 43.79824697971344, 29.06137704849243, 26.631540060043335, 34.079620242118835, 93.92133951187134, 70.59466242790222, 77.75837182998657, 48.06760847568512, 51.030802726745605, 39.291128516197205, 26.122179627418518, 45.95938324928284, 33.47553312778473, 66.95678234100342, 42.478665709495544, 49.33200180530548, 86.80167198181152, 21.594271063804626, 23.4214186668396, 56.60466551780701, 41.00066423416138, 66.97298884391785, 90.52261710166931, 63.25692534446716, 28.91503870487213, 76.34482979774475, 45.733579993247986, 29.32024896144867, 53.69071960449219, 43.51250231266022, 26.514393091201782, 23.096466064453125, 18.96321177482605, 46.141573786735535, 18.350708484649658, 68.4788703918457, 36.49308979511261, 43.38832199573517, 29.902854561805725, 22.560563683509827, 26.311269402503967, 17.74415373802185, 52.71150469779968, 22.601017355918884, 45.05336582660675, 84.8397970199585, 44.46859359741211, 16.2153959274292, 20.912450551986694, 82.82694816589355, 50.41688680648804, 98.1602132320404, 84.74582433700562, 95.28740048408508, 99.84476566314697, 88.6102557182312, 98.11772108078003, 45.529428124427795, 69.08202767372131, 22.542177140712738, 27.089068293571472, 56.22273087501526, 34.3413382768631, 27.753940224647522, 33.025917410850525, 47.11061120033264, 29.99061346054077, 27.88931131362915, 45.05707025527954, 23.54452908039093, 16.16036146879196, 65.31292796134949, 38.84683549404144, 30.50752580165863, 64.86111879348755, 33.64686071872711, 76.61917209625244]

閾値以上で識別したテスト数2

閾値未満で識別したテスト数158

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数80

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数78

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合99%

未学習の手を閾値以上で識別した割合1%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合98%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合2%

閾値以上の最大値は99.95291233062744

閾値以上の最小値は99.92411136627197

テーブル

自動的に生成された説明グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

**エッジ画像カーネル5　16ピクセル　バッチサイズ128**

Wall time: 12.7 s

閾値以上で識別したテスト数0

閾値未満で識別したテスト数140

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数70

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

閾値以上の最大値は0.0

[]

[95.09310722351074, 98.42499494552612, 72.68466353416443, 66.56981110572815, 35.32979190349579, 36.23570799827576, 83.1775426864624, 75.74284076690674, 65.86183309555054, 71.14521861076355, 41.29447042942047, 30.64800202846527, 76.52263045310974, 76.11402869224548, 39.595186710357666, 50.48884153366089, 62.34577298164368, 43.19317936897278, 29.536688327789307, 20.080050826072693, 35.121795535087585, 33.947694301605225, 75.39977431297302, 26.505061984062195, 37.616127729415894, 22.82491624355316, 66.15312695503235, 37.72733509540558, 18.459273874759674, 80.07649779319763, 11.879374831914902, 75.5525529384613, 31.528720259666443, 29.331058263778687, 23.564548790454865, 68.56842041015625, 23.475176095962524, 62.71821856498718, 51.50248408317566, 30.431941151618958, 45.48310339450836, 22.762975096702576, 37.66743242740631, 44.6774035692215, 30.23810386657715, 24.205106496810913, 44.04423534870148, 39.26416337490082, 22.487381100654602, 36.38191223144531, 35.340508818626404, 47.09019064903259, 57.64015316963196, 45.34446895122528, 33.36377739906311, 22.310711443424225, 30.856361985206604, 77.01482772827148, 66.2413477897644, 33.05792212486267, 37.15275228023529, 41.31895899772644, 46.24890983104706, 38.161930441856384, 60.86181998252869, 68.25780868530273, 68.74104142189026, 36.057549715042114, 52.05441117286682, 43.655237555503845, 90.77443480491638, 91.01566672325134, 63.68585824966431, 36.13294064998627, 70.93707323074341, 35.12088060379028, 71.84703350067139, 68.99756193161011, 26.608970761299133, 84.62716937065125, 23.870086669921875, 35.62326729297638, 31.643739342689514, 77.86853313446045, 53.67741584777832, 69.19807195663452, 93.82962584495544, 48.585155606269836, 87.99862265586853, 73.56563806533813, 43.592673540115356, 49.04605150222778, 24.717020988464355, 75.00271201133728, 68.65672469139099, 60.29096245765686, 29.420262575149536, 23.50640296936035, 82.48961567878723, 33.643534779548645, 80.68686127662659, 31.011512875556946, 31.29451870918274, 27.99622416496277, 75.77266693115234, 60.267019271850586, 79.38119173049927, 32.82807171344757, 53.512752056121826, 20.730240643024445, 50.446122884750366, 22.16796725988388, 47.084710001945496, 21.485869586467743, 25.548914074897766, 25.560852885246277, 19.190281629562378, 43.28462481498718, 45.94176411628723, 35.9429657459259, 53.09359431266785, 64.57021236419678, 24.974675476551056, 76.2137770652771, 67.96436309814453, 60.91986298561096, 67.12948083877563, 85.68285703659058, 78.11105847358704, 53.42860817909241, 23.032456636428833, 79.45781350135803, 73.39872717857361, 30.865871906280518, 98.99477958679199, 96.59568667411804, 99.85164999961853, 89.6725594997406, 98.88041615486145, 64.10806775093079, 81.85101747512817, 90.49292206764221, 31.217294931411743, 93.90052556991577, 87.41272687911987, 93.49284172058105, 75.50771832466125, 28.16474735736847, 68.1642234325409, 93.62124800682068, 51.62360072135925, 41.348597407341, 87.55978345870972, 97.73241877555847, 16.820380091667175, 22.65070080757141, 78.1380295753479, 96.80904150009155, 80.59543967247009, 70.25168538093567]

閾値以上で識別したテスト数0

閾値未満で識別したテスト数160

表の手だけで閾値未満で識別したテスト数80

裏の手だけで閾値未満で識別したテスト数80

================================================

未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

表の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

表の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

裏の手だけで未学習の手を閾値未満で識別した割合100%

裏の手だけで未学習の手を閾値以上で識別した割合0%

閾値以上の最大値は0.0

テーブル

自動的に生成された説明グラフ, 折れ線グラフ

自動的に生成された説明

**512pxによる研究**

利用できるメモリが十分でないエラーが発生

グラフィカル ユーザー インターフェイス, テキスト, アプリケーション, メール

自動的に生成された説明