

令和元年6月29日現在

機関番号：32410

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00191

研究課題名(和文) 2D画像を用いて3D的に耳介を認証する捜査支援システム

研究課題名(英文) 3D ear recognition for forensics using 2D images

研究代表者

渡部 大志 (WATABE, DAISHI)

埼玉工業大学・工学部・教授

研究者番号：80337609

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の特色は、生体認証にその有用性にもかかわらず研究が進んでいない「耳介」を用いることにある。申請者はGabor特徴や判別分析等を利用し首を左右に振る、ないしは傾けたときに生じる耳介の角度変化にロバストな耳介認証の研究を行ってきた。この研究を発展させ、「撮影角度が異なる画像の推定手法改良によるロバスト性向上の可能性」、「耳介の撮影角度を推定するアルゴリズム」、「耳介の検出・特徴点探索手法の改良によるロバスト性向上の可能性」、「耳介特徴点の発生異常や事故での欠落、髪の毛や耳介自身による遮蔽を自動的に判断するアルゴリズム」を検討し10件の学会発表と6件の国際会議論文と4件の学術論文を公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の特色は、生体認証にその有用性にもかかわらず研究が進んでいない「耳介」を用いることにある。耳介のパターンは個人により異なりかつ指紋や虹彩より大きいため、機器への接触なしに遠くからでも個人を識別できる可能性がある。申請者は首を左右に振るないしは傾けたときにおこる耳介の角度変化にロバストな耳介認証の研究を行ってきた。この研究を発展させ防犯カメラの耳介画像から捜査対象者リストを作成する捜査支援システムの実用化を研究目的とする。現在既に実用化されている顔画像を利用した捜査対象者リスト作成システムは横顔に弱いとされるので、耳介を利用した捜査支援システムが実用化されれば相補的に利用でき有益である。

研究成果の概要(英文)：The prominent feature of this research is to use "ear shape" which has not been researched despite its usefulness for biometrics. The applicant has conducted research on ear biometrics that is robust against changes in the angle of the ear that occurs when shaking or tilting the neck using Gabor Jet or discriminant analysis. Extending this research, we conducted the following research study: "Estimation method of images with different shooting angles", "Algorithms that estimate the shooting angle of the ear", "Improved ear detection and feature point detection algorithm", "Algorithms that determines the absence of ear feature points, due to accidental injury, abnormal occurrence, occlusion by hair or occlusion ear itself" Summarising above, we presented 10 domestic conference presentations and published 6 international conference papers and 4 academic papers.

研究分野：画像認識、生体認証

キーワード：生体認証 耳介認証 3D認証 犯罪操作支援システム

## 1. 研究開始当初の背景

耳介の形状による個人認証の可能性は、フランス人の犯罪学者 A. Bertillon によって 1890 年に提案された。欧米では Iannarelli らの研究を基に、壁に残る耳の跡(耳紋)が犯罪捜査の証拠として 40 年以上利用されている。日本の鑑識の現場でも防犯カメラで撮影された耳介形状だけで被疑者との異同識別の鑑定を行うことがある。耳介の個人差は軟骨の作る複雑なパターンにあらわれる。このパターンは指紋や虹彩のパターンに比較して大きいいため機器に接触しなくても自動的に識別できる可能性がある。しかし耳介は髪の毛による隠れ、角度変化、照明変動の影響をうけるため、これらにロバストに対応できる耳介の検出アルゴリズムと認証アルゴリズムが必要になる。これまで、主成分分析、force field、パターンスペクトルなどを利用した手法が提案されているものの、上記の問題への対応を試みた研究は高精度な 3 次元(3D)の入力データを利用したのみである。ところが防犯カメラ画像から得られる入力画像は通常 3D ではなく 2D である。もしも 2D の入力画像だけで 3D 的な撮影角度の変化にロバストな耳介認証ができれば、防犯カメラ画像中の耳介画像で捜査対象者のリストが作成できる捜査支援システムができることになる。現在既に実用化されている顔画像を利用したそのような捜査支援システムは横顔に弱いとされるので、耳介を利用した捜査支援システムが実用化されれば相補的に利用でき有益である。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、拙著(渡部他, 映情学誌, 65, 7, 1016-1023, 2011, Watabe et al. CCECE2008)における認証・検出アルゴリズムを改良し、以下の 4 項目を明らかにし、実用的な耳介による捜査支援システムが構築可能かどうか明らかにすることである。

### 1. 撮影角度が異なる画像推定のアルゴリズム改良によりロバスト性向上が可能か明らかにする。

拙著(渡部他, 映情学誌, 65, 7, 1016-1023, 2011)では、各特徴点の周辺を接平面で近似し奥行きをなくし、近似した接平面を回転させるアイデアで、局所的に Gabor 特徴量の平面外回転の再現を試みている。近似接平面または法線の設定は統計モデル(モデル法線)が必要となる。この法線モデルで、法線を立てる特徴点、モデルの計算方法、モデルの数などを工夫し、ロバスト性が向上できるか明らかにする。さらに、重回帰分析、主成分分析といった顔画像認証で利用される別姿勢推定手法の適用可能性を検討し、さらなるロバスト性向上ができるか明らかにする。

### 2. 耳介の撮影角度を推定するアルゴリズムが開発可能か明らかにする。

耳介の顔に対する張り出し角度は人により異なるため顔の角度だけで耳介の角度を定めることはできない。また耳介には顔の中の両目や鼻の頂点のような向き推定に役立つ指標も乏しい上、顔よりも小さいので耳介画像だけで耳介角度を決定するのは難しい。そこで顔向き推定と耳介の角度推定を組み合わせることで耳介の角度を実用化可能な精度で推定可能か明らかにする。

### 3. 耳介の検出・特徴点探索アルゴリズムを改良しロバスト性向上が可能か明らかにする。

申請当時最も有望な耳介検出手法の一つ(Barra et al. Unconstrained Ear Processing, pp. 129-190, 2014)とされている耳介検出手法(Watabe et al. CCECE2008)を改善する方針でロバスト性向上を試みる。特に耳介の位置決め後の特徴点探索は特徴点の位置関係に個人差が大きく容易でない。そこで特徴点の位置関係を主成分分析し、個人差の大きく近似効率の高い方から探索することで探索範囲に優先順位をつけ、誤りを減らし効率をあげた特徴点探索アルゴリズムを開発することで、ロバスト性向上が可能か明らかにする。

### 4. 耳介特徴点が発生異常や事故で欠落していたり、髪の毛や耳介自身によって隠れていたりを自動的に判断するアルゴリズムが開発可能か明らかにする。

特徴点の Gabor 特徴量に Support Vector Machine や Deep Learning 等のマシンラーニングの手法を利用し、利用すべきでない特徴点の有無を判断できるアルゴリズムが開発可能か明らかにする。

## 3. 研究の方法

本研究の目標は上記 4 項目の調査である。以下当初の計画していた具体的工夫を述べる。

### 1. 撮影角度が異なる画像を推定するアルゴリズムについて以下の項目を検討し改良を試みる。

1-(a) 法線を立てる特徴点の検出: 申請者らの研究(Watabe et al. CCECE2008)で、指紋認証における「マニューシャ」のように、ひだとひだが交わる点(対耳輪前脚, 対耳輪後脚, 対耳輪, 珠間切痕, 前切痕, 等)を特徴点にとると個人の識別率が高いことが明らかになった。姿勢変化後の Gabor 特徴を推定するには法線が必要だが、申請者が利用してきた耳介の特徴点周辺は凹凸が急峻で法線ベクトルが正確には定まらない。しかし凹凸が急峻な所ほど指紋のマニューシャのように識別精度が高い。このトレードオフを考え検討し法線を立てるのに適した特徴点がどこか明らかにする。

1-(b) 法線モデルの計算方法, 数の検討: 法線は統計モデル(モデル法線)で定める(渡部他, 映情学誌, 65, 7, 1016-1023, 2011)。因子分析やクラスター分析などでクラス分けを行い、クラス

ごとにモデルを作成することで複数のモデルを用意し、サンプルごとに最適なモデルの利用を試みる。モデルの計算方法、数などの検討を行い、認証精度が上がるか検討する。

1-(c) 漸近展開精度向上の検討：申請者らは Gabor jet が接平面同様に特徴点周辺に局所化されていることに着目し、回転後の Gabor jet の成分を回転前の成分で漸近展開し、異なる姿勢の Gabor jet との間の 1 次対応関係を求めている(渡部他, 映情学誌, 65, 7, 1016-1023, 2011)。この 1 次関係を利用し別姿勢の Gabor 特徴の推定を行っているが, Gabor Wavelet の完全性を利用した漸近展開の打ち切り誤差を検討し、さらに波長や方向の組み合わせを再検討する。また、重回帰などで得られる 1 次関係式と比較検討を行い、精度を向上できるか明らかにする。

1-(d) 耳介データベースの大規模化の検討：上記 1-(b) を成功させるためにはクラス分け後の各クラスのサンプル数が十分でないと困るので、多種多様なサンプルを多く集めるほうがよい。また、1-(c) で重回帰を検討する場合にサンプル数が多くないとそもそも正規方程式が退化する。そのため申請者らは昨年、耳介を撮影するシステムの作成を行い実運用に向け最終調整を行っている。この耳介撮影システムを利用し、1000 人規模のデータの取得を行う。

1-(e) 特徴量強調方法の検討：申請者らの研究(田島, 渡部他 Vol.2009-CVIM-167, No.21, (2009))において、Direct LDA, NULL LDA, Weighted LDA, Kernel DA 等、多数の判別分析の派生アルゴリズムのそれぞれの利点を組み合わせ、合計 288 種類の判別分析を一度に行うプログラムを作成し、耳介認証に適した判別分析を並列計算機で網羅的に探した。その結果 Null カーネル判別分析の一種をベクトル化画像に適用した場合に XM2VTS の画像で 97.5% の rank 1 認証率が出ることが分った。この研究を Gabor 特徴量に適用し角度変化に頑健な判別分析が何かも明らかにする。

## 2. 耳介の撮影角度を推定するアルゴリズムについて以下の項目を検討し改良を試みる。

2-(a) 入力画像中の耳介角度を推定する手法の検討：耳介の顔に対する張り出し角度は人により異なるため顔の角度だけで耳介の角度を定めることはできない。また耳介には顔の中の両目や鼻の頂点のような向き推定に役立つ指標も乏しい上に顔よりも小さいので、耳介画像だけで耳介角度を決定するのは難しい。そこで顔向き推定と耳介の角度推定を両方うまく組み合わせることで耳介の角度の推定精度を向上できないか検討する。

2-(b) 耳介の張り出し角度の統計的調査検討：申請者らは、耳介特徴点としている 7 点の 3 次元座標値をステレオ画像処理的に求め、その近似平面で定まる正面の分布をもとめた。具体的には 7 点の 3 次元座標の第 1 主成分と第 2 主成分の張る平面の法線ベクトルで定まる耳介正面の方向の分布を調査した(Watabe et al., keynote talk at SISA2013)。388 耳の正面角度分布の平均は顔正面を 0° とするとおよそ 60° (頬と耳介との角はおよそ 30°) であった。詳細な統計調査の結果、耳介の向きと耳介形状や顔のタイプにもし相関があれば、上記 2-(a) の検討がすすむものと考えられるのでその統計的調査を行う。

## 3. 耳介の検出・特徴点探索アルゴリズムについて以下の項目を検討し改良を試みる。

3-(a) 特徴点抽出の改良：耳介の位置決め後の特徴点探索は特徴点の位置関係に個人差が大きく容易でない。そこで特徴点の位置関係を主成分分析し、個人差の大きく近似効率の高い方から探索することで探索範囲に優先順位をつけ、誤りを減らし、効率的な特徴点探索アルゴリズムを開発している(Watabe et al., Kansei Eng. Intl ' J.11(4)247-257)。試行実験では好成績をあげているが適用可能性の改善を行う。

また筆者らが利用してきた特徴点と SIFT で検出されるキーポイントとはかなり重複がある。SIFT の発展版である Accelerated-KAZE のマスクを、たとえば Gabor Wavelet や banana wavelet などを利用し工夫することで精度が上げられないか、そのようにして得られたキーポイントを利用し、探索候補を絞り込むことで誤検出を減らしロバスト性を上げられないか検討する。

4. 耳介特徴点が発生異常や事故で欠落していたり、髪の毛や耳介自身によって隠れていたりしていることを自動的に判断するアルゴリズムが開発可能か明らかにする。

4-(a) 特徴点の有効性の自動判断の検討：特徴点の Gabor 特徴量に Support Vector Machine や Deep Learning 等のマシンラーニングの手法を利用し、利用すべきでない特徴点の有無を判断できるアルゴリズムが開発可能か明らかにする。

## 4. 研究成果

上記 1-(a) から 4(a) の 9 項目すべてに具体的進展があり、19 件の国内学会と 8 件の国際会議と 5 件の学術論文(査読付き)を公表した。

1-(a) 特徴点の検討：3 次元点群特徴量である SHOT による耳介認証を検討した。SHOT では特徴点(キーポイント)は 3 次元座標系において構成したボクセルグリッドの重心に定める。この点は点群の撮影角度によって変わりうる。そこで UND データベースを利用して、撮影角度の異なる耳介点群間で照合実験を行った。結果、照合精度は同じ撮影角度の点群に比べごくわずか(2%)程度しか下がらないことを確認した。

1-(a) 特徴点の検討：AKAZE や SIFT の他、深層学習を利用した特徴量を自動的に計算するフレームワークの有用性についても検討を行った。

1-(b) 統計モデルの計算方法：法科学的分類に基づく統計モデルの有用性について、線形ジェット変換だけでなく重回帰分析も含め有用性について検討を行った。

1-(c) 漸近展開精度の検討: 研究代表者らは Gabor 特徴が特徴点周辺に局所化されていることに着目し, 姿勢の異なる画像の Gabor 変換の積分核を漸近展開し, 異なる姿勢の Gabor 特徴間の 1 次対応関係を求めている(渡部他, 映像学誌, 65, 7, 1016-1023, 2011)。そこで, さらに対応関係の次数を上げると認証精度が上がるか検討した。本手法の類似手法となる重回帰において精度を比較したところ, サンプル数が Gabor 特徴の成分の数より十分多い場合は 2 次対応のほうが高精度であることが分かった。

1-(d) 耳介データベースの大規模化: 複数の横顔データベースを利用し耳介画像で認証実験を行うためには, 特徴点による耳介の正規化が必須となる。特徴点がすべてそろっていない場合にも利用可能な耳介の正規化手法を開発し, 複数のデータベースにまたがる 6732 人 11226 枚の耳介画像データベースを構築した。その結果, 深層学習のフレームワークが利用できるようになり, facenet (inception resnet ver 1) を利用した耳介認証を行うことができた。その結果,  $11 \times 16$  画素の低解像度の耳介画像を用いて, 等誤差率 4.36% の高精度で識別できることを明らかにした。

1-(e) 特徴量強調方法の検討: 特徴量の個人差を上げられれば識別精度が上がり有益である。そこで撮影角度に応じて Gabor 関数自体を変形することで識別精度が上げられることを明らかにし, 学術論文として発表した。

1-(a) ~ (e) の研究項目の目的である「撮影角度が異なる画像の推定手法改良によるロバスト性向上の可能性」に関連して, 深層学習の一つである敵対的生成ネットワーク (GAN) を利用して撮影角度の異なる耳介画像の生成を試験的に行ったところ, 大変興味深い結果が得られた。

2-(a) 入力画像中の耳介角度を推定する手法の検討: 研究代表者らはこれまで様々な撮影角度のデータをあらかじめ作成しておくことで撮影角度が未知の入力画像に対応してきた。しかし, もし撮影角度がわかれば角度の異なる数多くのデータと比較しないで済むのでより精度向上が図れ, 大量の作成データを検索しなくてよいので高速化も図れる。そこで耳介の周辺画像の Gabor 特徴を利用して耳介の撮影角度を推定する手法の開発を試み, 推定した角度を利用して認証実験をした。撮影角度の推定精度は大分検討の余地があるにも関わらず認証精度は研究代表者らの従来手法に近い精度があることが分かり, 撮影角度を推定し登録画像の撮影角度に補正する方針の有望性が確認できた。

2-(a) 入力画像中の耳介角度を推定する手法の検討: 被疑者が後ろから撮影されていて顔は判別できないが耳介は明瞭に映っている場合に, 耳介画像が犯罪捜査へ利用されることがある。しかし, これらの耳介画像の照合精度は現状ではあまり高くない。その理由は, 耳介の張り出し角度の個人差が大きく, 背後からの撮影でも明瞭に耳介が観察される人物がある一方で, 特徴点が明瞭に捉えられない人物が多く混在するためである。もし耳介角度正規化の方法が明らかになれば, 背後からでも明瞭に撮影されている耳介は照合可能になるので, 防犯上大変有益である。Gabor 特徴を利用して, 耳介の撮影角度を推定する手法の開発を試みた。PCA を利用することで撮影角度の推定精度を 20% 改善できることを明らかにし, 国際会議で発表した。

2-(b) 耳介の張り出し角度の統計的調査検討: HOIP データベースの 300 人 600 耳介中, 耳介特徴点が全て見える耳介の張り出し角度は統計的に  $60^\circ$  程度であることが研究代表者らの研究でわかっている。今回新たに UND collection J2 415 人 830 耳介で調査したところ角度はやはり約  $60^\circ$  であることが分かった。

3-(a) 特徴点抽出の改良, 4-(a) 特徴点の有効性の自動判断: 深層学習の一つである敵対的生成ネットワーク (GAN) を利用した, 耳介特徴点の発生異常や事故での欠落, 髪の毛や耳介自身による遮蔽を自動的に判断するアルゴリズムの開発を行った。サンプル数が不足しているため改善の余地はあるものの, 十分興味深い結果が得られた。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 13 件)

- [1] T. Minamidani, H. Sai, and D. Watabe, “Improving ear recognition robustness against 3D rotation using statistical modelling based on forensic classification,” *Int. J. Biom.*, Accepted for publication, 2019.
- [2] D. Watabe, T. Minamidani, and H. Sai, “Another attempt at estimating the shooting angle in ear recognition,” *Int. J. Affect. Eng.*, vol. 17, no. 2, pp. 147–153, 2017.
- [3] 南谷崇成, 崔英泰, 渡部大志, “Gabor フィルタの変形による耳介認証の撮影角度差への対策,” 日本感性工学会論文誌, vol. 15, no. 6, pp. 659–669, 2016.
- [4] D. Watabe, T. Minamidani, and H. Sai, “Manipulation of Shooting Angle using Modified Gabor Filter (in Japanese),” *Trans. Japan Soc. Kansei Eng.*, vol. 15, no. 6, pp. 645–649, 2016.
- [5] D. Watabe, T. Minamidani, W. Zhao, H. Sai, and J. Cao, “Examining Barrel Distortion, Super-resolution on Single-view-based Ear Biometrics Rotated in Depth,” *Int. J. Affect. Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 103–110, 2015.
- [6] Z. Wang and D. Watabe, “Improving Visibility of A Fast Dehazing Method An

- attempt to improve a dehazing scheme based on median dark channel prior,” in *ITS World Congress 2018*, 2018.
- [7] D. W. and J. C. Zhi Wang, “Rapid dehazing software to improve vehicle detection and imaging in countryside areas,” in *ITS World Congress 2017*, 2017, pp. SIS94-5.
- [8] T. Minamidani, H. Sai, and D. Watabe, “Improving ear recognition robustness from single-view-based images rotated in depth for forensic observations,” in *2017 International Conference on Biometrics and Kansei Engineering (ICBAKE)*, 2017, pp. 90–93.
- [9] D. Watabe, T. Minamidani, and H. Sai, “Another attempt at estimating the shooting angle in ear recognition,” in *International Symposium on Affective Science and Engineering 2017*, 2017.
- [10] D. Wang, T. Kobayashi, G. Cui, D. Watabe, and J. Cao, “BCI-Based Mobile Phone Using SSVEP Techniques,” *Advances in Cognitive Neurodynamics (V)*. 2016.
- [11] Z. Wang, D. Watabe, and J. Cao, “Improving Visibility of A Fast Dehazing Method An attempt to improve a dehazing scheme based on median dark channel prior,” in *2016 World Automation Congress (WAC)*, 2016, pp. 1–6.
- [12] D. Watabe, T. Minamidani, H. Sai, T. Maeda, T. Yamazaki, and J. Cao, “Estimating a Shooting Angle in Ear Recognition,” in *Lecture Notes in Computer Science*, K. Saeed and W. Homenda, Eds. Warsaw, Poland: Springer International Publishing, 2015, pp. 559–568.
- [13] D. Watabe, “Improving Ear Recognition Robustness from Single-View-Based Images Rotated in Depth,” in *The Third Asia-Pacific Signal and Information Processing Association (APSIPA) Workshop on the Frontier in Biomedical Signal Processing and Systems (BioSiPS 2015)*, 2015.

〔学会発表〕(計 19 件)

- [1] 南谷崇成, 渡部大志, 早坂昭裕, 今岡仁, “GANによる超解像画像を利用した深層学習に基づく耳介認証の精度比較,” *MIRU2019第 22 回画像の認識・理解シンポジウム論文集*, 2019, pp. 1–5.
- [2] 東城匡哉, 南谷崇成, 渡部大志, 早坂昭裕, 今岡仁, “耳介画像による個人認証のディープラーニングによる高精度化,” *MIRU2018 第 21 回画像の認識・理解シンポジウム論文集*, 2018, PS2-13.
- [3] 南谷崇成, 渡部大志, 早坂昭裕, 今岡仁, “GAN による超解像および劣化画像を含む深層学習に もとづく耳介認証の精度比較,” *第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム(SBRA2018)論文集*, 2018, pp. S2-6.
- [4] 福田京四朗, 渡部大志, 南谷崇成, 崔英泰, “Shot を利用した 3d 耳介認証の試み( 2 ),” *電子情報通信学会技術報告*, 2017, vol. 117, no. 42, pp. 29–34.
- [5] 東城匡哉, 南谷崇成, 渡部大志, 早坂昭裕, 今岡仁, “ディープラーニングを用いた耳介画像による法科学支援の試み,” *電子情報通信学会 2017年ソサイエティ大会*, 2017, S-13-S-14.
- [6] 東城匡哉, 渡部大志, “ディープラーニングを用いた耳介画像による法科学支援の試み,” *第15回若手研究フォーラム研究発表論文集*, 2017, p. pp.112-113.
- [7] 崔英泰, 渡部大志, 南谷崇成, “SHOTを利用した3D耳介認証の試み( 3 ),” *平成29年 電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集*, 2017, pp. 1052–1056.
- [8] 東城匡哉, 南谷崇成, 渡部大志, 早坂昭裕, 今岡仁, “敵対的生成ネットワークを用いた耳介画像の超解像処理の試み,” *第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム(SBRA2017) 論文集*, 2017, pp. 86–87.
- [9] 王治, 渡部大志, 曹建庭, “障害物の検出スコアを向上させるヘイズ除去,” *映像情報メディア学会年次大会講演予稿集*, 2016, pp. 2016-8-31,14B–2.
- [10] 南谷崇成, 渡部大志, 崔英泰, “耳介認証における撮影角度の変化への頑健性を向上させる ガボール特徴のパラメータの決定の試み,” *電子情報通信学会技術研究報告*, 2016, vol. 116, no. 107, pp. 25–28.
- [11] 伊佐山駿, 高山大地, 渡部大志, “SHOT による 3D 耳介認証の試み,” *電子情報通信学会技術報告*, 2016, vol. 115, no. 516, pp. 43–48.
- [12] 南谷崇成, 渡部大志, 崔英泰, “撮影角度の変化に頑健なガボール特徴のパラメータの決定,” *MIRU2016 第19回画像の認識・理解シンポジウム*, 2016, PS2-69.
- [13] 南谷崇成 渡部大志, “撮影角度の差を考慮したガボールフィルタの変形と識別精度への影響,” *第 44 回あいまいと感性研究部会ワークショップー感性フォーラム新宿 2016*, 2016, no. 1, pp. 1–4.
- [14] 崔英泰, 南谷崇成, 渡部大志, 小林俊稀, “耳介認証のモバイル化 : Android 端末への実装の試み,” *電子情報通信学会 2015年ソサイエティ大会講演論文集,2015-9-10,A23-1*, 2015.
- [15] 青葉奨太, 小林俊稀, 崔英泰, 南谷崇成, 渡部大志, “耳介認証のモバイル化 : Android端

末への実装の取り組み,” 第5回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA2015)論文集, 2015.

- [16] 崔英泰, 南谷崇成, 渡部大志, “耳介認証における撮影角度の推定,” 平成27年 電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, 932 - 935 (2015-09-10), OS2-2, 2015, pp. 2-4.
- [17] 渡部大志, 崔英泰, 南谷崇成, “耳介撮影角度の推定の試み(その2),” 電子情報通信学会 2016年ソサイエティ大会講演論文集, 2016-9-22, A-18-4, 2015.
- [18] 南谷崇成, 崔英泰, 渡部大志, “耳介撮影角度の推定の試み,” 電子情報通信学会技術研究報告, 2015, vol. 115, no. 117, pp. 1-3.
- [19] 王治, 渡部大志, 曹建庭, “YUV色空間に基づく単一画像の高速ヘイズ除去,” 映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集(CD-ROM), 2015, 14-4.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：崔英泰, 南谷崇成

ローマ字氏名： Hideyasu SAI, Takanri MINAMIDANI

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。