

令和元年6月27日現在

機関番号：53101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00182

研究課題名(和文)非協力的なユーザでも可能な外耳道の音響特性を用いた生体認証

研究課題名(英文)Biometric authentication using acoustic characteristics of the ear canal that applicable to the non-cooperative user

研究代表者

矢野 昌平 (YANO, SHOUHEI)

長岡工業高等専門学校・電気電子システム工学科・准教授

研究者番号：90332006

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)：我々は外耳道の音響特性を用いて常時認証を行う画期的な認証法を提案した。本研究においてロバストな音響信号の観測手法、認証制度の高い音響特徴量を算出する手法の検討を行った。我々は周波数誤差拡散法を提案し検討を行った。その結果、誤差と共に識別精度が劣化することおよび、誤差周波数拡散法により騒音レベルが同等であっても、識別精度を向上させる手法を提案することができた。また、認証精度の高い音響特徴算出手段の確立を目指し、両耳から得られるバイオメトリクス情報から最適な特徴量設計方法を検討した。その結果、時系列データを連結させる手法が有効であることを実験的および理論的に検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では急成長が予測されるバイオメトリクス市場に注目した技術開発を実施した。本研究は従来のバイオメトリクス認証の問題点を解決し、ネット社会におけるトラストを確立することが可能な画期的なバイオメトリクス認証である。イノベーションを引き起こす可能性が高く、社会的に大きな意義のある研究である。

研究成果の概要(英文)：We have proposed an innovative authentication method that uses the acoustic characteristics of the ear canal for constant authentication. In this research, we examined a robust sound signal observation method and a method to calculate sound features with high authentication system. We proposed and examined the frequency error diffusion method. As a result, it has been possible to propose a method for improving the discrimination accuracy even if the noise level is equal due to the degradation of the discrimination accuracy together with the error and the error frequency diffusion method. In addition, with the aim of establishing acoustic feature calculation means with high authentication accuracy, we examined an optimal feature quantity design method from biometrics information obtained from both ears. As a result, we verified experimentally and theoretically that the method of linking time series data is effective.

研究分野：バイオメトリクス

キーワード：バイオメトリクス 耳音響認証 機械学習 等誤り率 インパルス応答

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究開発当初は携帯電話やノートパソコンに指紋でのログインやロック解除の導入が始まった時期である。またバイオメトリクスと呼ばれる技術は浸透しきっておらず、携帯電話のロック解除などは4桁の番号や指でマークを描き解除を行う方法が主流であった。この背景のなか本研究では急成長が予測されるバイオメトリクス市場に注目した技術開発を開始した。バイオメトリクス市場は急成長すると予想され、2024年までに149億ドル規模に成長するとの予想がなされている。しかし、バイオメトリクス技術にはいくつかの課題が残されている。本研究は従来のバイオメトリクス認証の問題点を解決し、ネット社会におけるトラストを確立することが可能な画期的なバイオメトリクス認証である。イノベーションを引き起こす可能性が高く、社会的に大きな意義のある研究である。

2. 研究の目的

生体の個人差に基づいたバイオメトリクス認証は、パスワード等に比べ漏えいや盗難の危険性が低く、安全な認証方法と考えられている。しかし多くのシステムでは、認証のタイミングはサービス開始時の一度きりであり、認証後に他人に成り代る等の不正を検知し、サービスを利用する全期間を認証し続ける常時認証が求められている。我々は外耳道の音響特性である外耳道伝達関数 (Ear Canal Transfer Function: ECTF) を用いて常時認証を行う画期的な認証法を提案し、この認証法の社会実装を目指し観測データのばらつきを抑制しロバストな音響信号の観測手法、判定能力の高い音響特徴量を算出する手法の検討を行う。更に外耳道形状の特徴量取得を行う。これより、音響特性と外耳道形状との関係の解明を目的とした。

3. 研究の方法

次の3項目について検討を行った。項目1) ロバストネス音響信号観測手段の確立: 外部雑音によるロバストネスとの関係についての検討および、特徴量が含まれる周波数帯域について周波数誤差拡散法を提案し検討を行った。その結果、誤差と共に識別精度が劣化することおよび、誤差周波数拡散法により騒音レベルが同等であっても、識別精度を向上させる手法を提案することができた。項目2) 判定能力の高い音響特徴算出手段の確立: 項目3. 外耳道の形状特徴量算出: 3D 外耳道スキャナーを用いて外耳道内の3D計測を行い、形状類似度と音響特性との関係について検討を行った。その結果より、音響特性には形状によらない要因が含まれていることが推測された。この結果を次の研究項目とし基盤Bの研究へと続く新たな研究提案を行った。

4. 研究成果

項目1) ロバストネス音響信号観測手段の確立: CSN-TSP法で分類誤差 Error = 3.33%を得た。TSP法と比較して約1%の改善が見られ、伝達特性の変動に対してCSN-TSP法はロバスト性をもつことがわかった。音響特性には形状によらない要因が含まれていることが推測された。

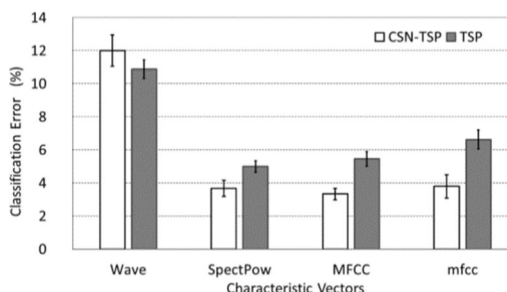


Fig.1 Classification errors of the Proposer method(CSN-TSP) and TSP method.

項目2) 判定能力の高い音響特徴算出手段の確立: 両耳から得られるバイオメトリクス情報から最適な特徴量設計方法を設計した。片方の耳のみを用いる方法、右左の特徴量を加算したもの、左右の耳の特徴量を結合したものを作成しその特徴量の有効性を、分離度と認証精度である等誤り率 EER から検討を行った。その結果、良い特徴量の設計方法と認証精度の向上に至った。

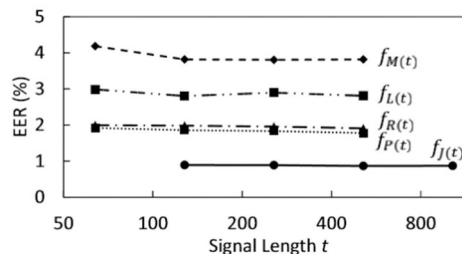


Fig.2 The advantage of features combining both ears on EER

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

(1) "Reinforcement-Learning-Based Personalization of Head-Related Transfer Functions," I. Nambu, M. Washizu, S. Morioka, Y. Hasegawa, W. Sakuma, S. Yano, H. Hokari and Y. Wada, J. Audio Eng. Soc. 66(5) 317-326.

(2) 誤差の周波数拡散と加算平均処理による耳音紋認証の精度向上
矢野 昌平, 荒川 隆行, 越仲 孝文, 今岡 仁, 今岡 仁
電子情報通信学会論文誌 A J100-A(4) 161-168. 2017 年 4 月.

(3) Masaki Yasuhara, Shohei Yano, Takayuki Arakawa, and Takafumi Koshinaka “Feature selection and its evaluation in binaural ear acoustic authentication,” Audio Engineering Society Convention Paper Presented at the 146th Convention 2019 March 20 – 23, Dublin, Ireland.

〔学会発表〕(計 17 件)

(1) 両耳での耳音響認証の特徴量設計

安原雅貴, 矢野昌平(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(2) 温度補間法を用いた耳音響認証の精度向上

若山明裕, 矢野昌平(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(3) 外耳道形状の類似度導出における形状範囲の検討

木村里輝, 矢野昌平(長岡高専), 青木大知(北見工大), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(4) IoT 技術を用いた低価格な水位センサの開発

安原雅貴, 中田亘, 矢野昌平(長岡高専), 樋口泰浩(新潟県農総研), 山崎克之(長岡技科大)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(5) 耳音響認証における音響経路と認証精度との関係

茨木康佑, 矢野昌平(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(6) 楽音を用いた耳音響認証の一検討

増田拓人, 矢野昌平(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(7) 複数マイクロフォンを用いたリレー音識別に関する検討

鋸持広太, 矢野昌平(長岡高専)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(8) 耳音響認証における雑音混入時の性能評価

結城 遼, 矢野昌平(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC)

電子情報通信学会信越支部大会 2018 年 9 月 29 日

(9) 気圧変動による耳音響認証の認証精度に関する検討

The Thao Pham, 矢野昌平(長岡高専), 荒川隆行, 越中孝文(NEC)

2018 年 9 月 29 日

(10) Ear Acoustic Biometrics Using Inaudible Signals and Its Application to Continuous User Authentication

マハト シワング, 荒川 隆行, 矢野 昌平, 越仲 孝文

日本音響学会春期研究発表会 2018 年 3 月 13 日

(11) Stacked AutoEncoder を用いた HRTF モデル化の検討,

佐久間渉, 南部功夫, 矢野昌平, 和田安弘

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

(12) 聴覚 BCI における推定意図方向の拡張

高橋賢吾, 杉美帆, 南部功夫, 矢野昌平, 和田安弘

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

(13) オートエンコーダを用いた耳音響特性の特徴量の抽出の検討

藤田啓吾, 佐久間歩, 矢野昌平, 荒川隆行, 越仲孝文

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

(14) 外耳道スキャナーを用いた外耳道形状の個人毎の違いの測定

青木大知, 矢野昌平, 荒川隆行, 越仲孝文

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

(15) 温度変化が耳音響認証に与える影響の検討

若山明裕, 矢野昌平, 荒川隆行, 越仲孝文

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

(16) 複数マイクロホンを用いた耳音響認証の認証精度向上の検討,

小林毅範, 矢野昌平, 荒川隆行, 越仲孝文,

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

(17) 耳音響認証の特徴量抽出手法に関する研究

安原雅貴, 藤橋達志, 矢野昌平, 荒川隆行, 越仲孝文,

電子情報通信学会信越支部大会 2017 年 10 月 6 日

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称：PERSONAL AUTHENTICATION DEVICE, PERSONAL AUTHENTICATION METHOD, AND PERSONAL AUTHENTICATION PROGRAM

発明者：Shouhei Yano at el

権利者：Shouhei Yano at el

種類：特許

番号：15/769,967

出願年：2018

国内外の別：外国

取得状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：南部功夫

ローマ字氏名：Namubu Isao

所属研究機関名：長岡技術科学大学

部局名：工学研究科

職名：准教授

研究者番号(8桁): 40553235

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。