

令和 4 年 9 月 12 日現在

機関番号：53101

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22851

研究課題名（和文）ネットワーク社会のトラストを確保するノンコンタクト耳音響認証への挑戦

研究課題名（英文）Challenge to build non-contact ear acoustics authentication trusted from cyber society

研究代表者

矢野 昌平（Shouhei, Yano）

長岡工業高等専門学校・電気電子システム工学科・教授

研究者番号：90332006

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：イヤホンから音を送出し、耳からの反響音で常時認証を行う耳音響認証を考案した。イヤホンを装着することは、若い世代において違和感なく受け入れられることが予想される一方、イヤホンの装着により外部からの音が遮断されることにより、会話を困難としや外部からの警告音を聞き取りにくいなどの弊害が予想される。本研究では、耳を塞がずに個人認証を行う可能性について、音響透過型イヤホン装置を提案し、本装置による耳音響認証精度について被験者を用いて実験的に検討を行った。その結果、認証精度を示す等誤り率（EER）2.53%となり、実用レベルの認証精度を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コロナ禍での働き方の大きな変化として、ネットワーク越しの会議や決算が増加した。インターネット社会において、本人を証明するための方法としてバイオメトリクス認証技術は今後ますます発展していくことが予想される。その中でも、常時認証を可能とする耳音響認証への注目はさらに増大すると予測される。耳音響認証の弱点であった耳をイヤホンによりブロックすることに対して本研究では、透過型イヤホンを用いることで解決した。本研究のあたえる社会的意義は大きいと言える。

研究成果の概要（英文）：We devised an otoacoustic authentication system that sends out sound from earphones and always authenticates by the echo sound from the ear. While wearing earphones is expected to be accepted by the younger generation without discomfort, it is also expected to have adverse effects such as making conversation difficult and making it difficult to hear external warning sounds due to the blockage of external sounds by wearing earphones. In this study, we proposed an acoustic transmissive earphone device for personal authentication without blocking the ears, and experimentally examined the accuracy of otoacoustic authentication using this device on a subject. As a result, an equal error rate (EER) of 2.53%, which indicates the authentication accuracy, was obtained, which is a practical level of authentication accuracy.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

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 インパルス応答 識別器 サポートベクトル

1. 研究開始当初の背景

インターネットでの遠隔会議や、ネット上での商取引が本格的に広がり始めており、中国最大のネット市場であるアリババに独身の日の売買金額は一日で楽天市場の年間打ち上げを超えると言われた時代である。この時、決済の70%は顔認証で決済がなされており海外においてバイオメトリクス認証は、安全でかつ迅速な手法としての地位を確立していた。対して日本では生体認証での決済サービスは遅れており現金が多用されている時代であった。この時期に、我々の研究グループでは耳音響認証を世に送り出していた。従来のバイオメトリクス認証技術では難しい常時認証を可能とする技術であった。

2. 研究の目的

大変画期的なバイオメトリクス認証技術である耳音響認証であるが、認証には耳にイヤホンを装着することが求められる。当時、若い人の中ではイヤホンを付けることに違和感がなかったが、有線イヤホンが主流であり、無線Bluetoothイヤホンはほとんど普及していなかった。我々は、そのような背景の中、耳に装着していても違和感のないノンコンタクトな耳音響認証手法について検討しその実現を目指した。

3. 研究の方法

耳を塞がずに個人認証を行う可能性について、音響透過型イヤホン装置を提案し、本装置による耳音響認証精度について被験者を用いて実験的に検討を行った。図1に左耳用の音響透過型耳

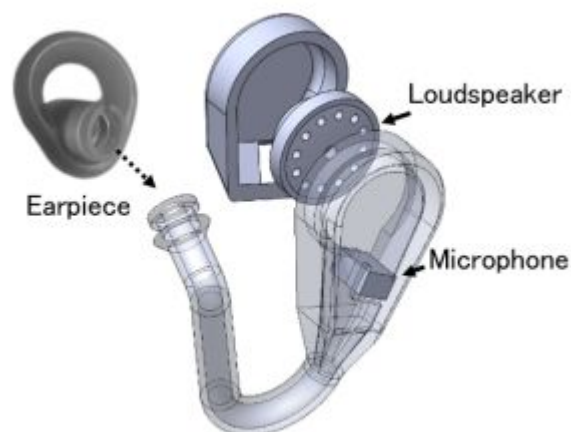


図 1: 音響透過型耳音響認証イヤホンの構造

音響認証イヤホンの構造を示す．音響透過型耳音響認証イヤホンは，マイクロホンとラウドスピーカーが装着時に耳たぶの裏に配置され，耳の珠間切痕に向けてパイプを通す形状に設計を行った．筐体は光造形 3D プリンター(ANYCUBIC Photon) で造形を行い，素材はアクリルベースの標準レジンを用いた．造形時の設定は，一層の積層につき，厚みは **0.05mm**，紫外線露光時間は **8 秒**とした．また，外部の音を透過する特殊なイヤピースとして，**SONY-STH-40D** の開放型イヤピースを搭載した．実際に作成した音響透過型耳音響認証イヤホンの写真を図 2 に示す．



図 2 実際に作成した音響透過型耳音響認証イヤホンの写真

4．研究成果

密閉型耳音響認証イヤホンと音響透過型耳音響認証イヤホンの音響透過特性を測定し，比較を行う密閉型耳音響認証イヤホンを装着すると，ダミーヘッドマイクに伝わる音圧レベルが約 **45.2 dB(A)** となり音圧レベルが基準値から約 **14.8 dB(A)** 低下した．音響透過型耳音響認証イヤホンを装着した場合は，ダミーヘッドマイクに伝わる音圧レベルが約 **59.5 dB(A)** となり，音響透過型耳音響認証イヤホンが外音を透過しやすい耳音響認証イヤホンであることが確認できた．

次に音響透過型耳音響認証イヤホンの識別精度を算出する識別精度の算出には被験者 **18 名**の左耳で測定したデータを用いる．信号長 **214**，サンプリングレート **44100 Hz** の **MLS** 信号を用いて測定を行い，1 回の測定につき **3 回**の同期加算を行った．1 名につき，**30 回**の測定を行い，**15 回**分の測定データを学習データとした．本実験では，**30 回**の測定中に耳音響認証イヤホンを装着し続けた場合の識別精度，測定毎に耳音響認証イヤホンの着脱を行った場合の識別精度の **2 種類**を算出した．密閉型耳音響認証イヤホンの **EER** は着脱なしの測定で約 **1.7%**，着脱ありの測定で約 **1.46%**となり，音響透過型耳音響認証イヤホンの **EER** は着脱なしの測定で約 **2.53%**，着脱ありの測定で約 **3.67%**となった．この結果から音響透過型耳音響認証イヤホンは密閉型耳音響認証イヤホンと比較して，**EER** が着脱の有無に影響されやすいことが確認された．

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1 . 発表者名 Ryo Yuki, Shohei Yano, Naoki Wakui
2 . 発表標題 Verification of the Relation between Clustering of Environmental Sounds and Accuracy in Ear Acoustic Authentication
3 . 学会等名 THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING (国際学会)
4 . 発表年 2020年 ~ 2021年

1 . 発表者名 Pham The Thao, Takayuki Arakawa, Takafuki Koshinaka, Shohei Yano, Naoki Wakui
2 . 発表標題 Verification of ear canal obstruction in ear acoustic authentication
3 . 学会等名 THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING (国際学会)
4 . 発表年 2020年 ~ 2021年

1 . 発表者名 Shunsuke Tanaka, Shohei Yano, Naoki, Wakui, Naoki Kodama
2 . 発表標題 A study on extraction of ear canal shape using MRI
3 . 学会等名 THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING (国際学会)
4 . 発表年 2020年 ~ 2021年

1 . 発表者名 Kousuke Ibaraki, Shohei Yano, Naoki Wakui
2 . 発表標題 Analysis of Ear Hole Acoustic Feature by Method of Spreading Measurement Errors over a Wide Frequency Range
3 . 学会等名 THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING (国際学会)
4 . 発表年 2020年 ~ 2021年

1. 発表者名 Riki Kimura, Shohei Yano, Naoki Wakui, Yoshitaka Ito
2. 発表標題 Relationship between Separation and Slice Interval in Similarity Comparison of Ear Canal
3. 学会等名 THE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 聴覚印象を考慮したインパルス応答測定信号設計
2. 発表標題 聴覚印象を考慮したインパルス応答測定信号設計
3. 学会等名 情報処理学会研究報告 音声言語情報処理
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 木村 里輝, 矢野昌平, 藤塚瑠偉, 和久井直樹, 荒川隆行, 越仲孝文
2. 発表標題 外耳道形状の個人性の比較に関する研究
3. 学会等名 オーディオエンジニアリングソサイエティ (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 大港 零, 矢野昌平, 和久井直樹, 高道慎之介
2. 発表標題 T-SNEを用いた、耳音響特徴の個人性に関する検討
3. 学会等名 オーディオエンジニアリングソサイエティ (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 高橋 勇希(長岡高専), 小口 純矢, 高道慎之介(東大院・情報理工), 矢野 昌平(長岡高専), 猿渡 洋(東大院・情報理工)
2. 発表標題 大規模主観評価と周波数分析による 心地よいインパルス応答測定信号の設計
3. 学会等名 日本音響学会2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 若林永遠, 矢野昌平, 和久井直樹(長岡高専), 荒川隆行, 越仲隆文(NEC).
2. 発表標題 WFSを用いたノンコンタクト耳認証の実現
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 茨木康佑(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC), 和久井直樹, 矢野昌平
2. 発表標題 イヤホンの周波数特性と耳穴音響特徴量との関係
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井康貴, 和久井直樹, 矢野昌平(長岡高専)
2. 発表標題 ドップラーセンサ・室内音響伝達特性による人体検知に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋勇希(長岡高専), 増田拓人(長岡技科大), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC), 和久井直樹, 矢野昌平(長岡高専)
2. 発表標題 楽音を用いた耳音響認証の検証
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大港澗, 和久井 直樹(長岡高専), 荒川 隆行, 越仲孝文, 矢野昌平(長岡高専)
2. 発表標題 音響類似度を用いた個人性比較に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安原雅貴(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC), 和久井直樹, 矢野昌平(長岡高専)
2. 発表標題 Between-class特徴を用いた耳音響認証精度向上に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 結城遼(長岡高専), 荒川隆行, 越仲孝文(NEC), 和久井直樹, 矢野昌平(長岡高専) 1
2. 発表標題 耳音響認証における環境音混入時の性能評価
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Pham The Thao, Shouhei Yano, Naoki Wakui, Takayuki Arakawa, Takafumi Koshinaka.
2. 発表標題 Consideration Regarding Accuracy of Ear Acoustic Authentication by Atmospheric Variation
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会 IEEE session
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計2件

国際研究集会 Audio Engineering Society	開催年 2020年～2020年
国際研究集会 International Joint Conferences on Artificial Intelligence	開催年 2019年～2019年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関