鼻に対するアクティブ音響センシングを用いた個人識別手法の設計と実装

磯部 海斗[1]　村尾 和哉[1,2]

概要：本研究では，鼻当て部分を伴う眼鏡型デバイス使用時を想定して，鼻当て部分にマイクとスピーカを搭載して，アクティブ音響センシング技術を適用させることで，自動的かつ定期的に個人識別を行う手法を提案する．提案手法では，眼鏡型デバイスの鼻当て部分のスピーカから音響信号を流し，接触している鼻を通過した音響信号をマイクから取得して，その音響信号の周波数特性を解析することで個人を認識する．提案手法は，眼鏡型デバイスの鼻当て部分は認識したいユーザの鼻と常時自然に接触することと，ユーザの鼻の形状が固有の音響特性をもつことを利用している．本研究では，マイクとスピーカを搭載した眼鏡型デバイスのプロトタイプを実装し，提案手法の有効性を評価する実験を 3 人の被験者で行った．その結果，F 値 0.86~1.00 の精度で個人を認識できることを確認した．

1. はじめに

スマートグラスや VR ゴーグルが普及しつつあるが，多くの製品では電源 ON の後にユーザ認証を経ないままホーム画面が表示される．また，デバイス使用中にアプリのログイン時や決済時のパスワードなどの入力を求められることがあるが，付属のタッチパッドを用いるか，手持ちのコントローラで画面内のソフトウェアキーボードから入力することが一般的である．このほか，ディスプレイを搭載しない眼鏡型デバイスもあるが，本人認証は行われないことが一般的である．本研究では，鼻当て部分を伴う眼鏡型デバイス使用時を想定して，鼻当て部分にスピーカとマイクを搭載して，アクティブ音響センシング技術を適用させることで，自動的かつ定期的に個人識別を行う手法を提案する．

2. 提案手法

本研究では，鼻当て部分を有して装着中は鼻当て部分が装着者の鼻に接触し続ける眼鏡型デバイスの使用を想定する．ユーザがそのデバイスを装着すると鼻当て部分が装着者の鼻に接触することで個人を識別する．提案手法の概要を**図 1** に示す．眼鏡型デバイスの左右の鼻当て部分に圧電素子を 1 個ずつ組み込み，一方をスピーカ，もう一方をマイクとして使用する．Sweep 信号生成部では，0.2 秒のあいだに 20,001Hz から 40,000Hz まで直線的に周波数が

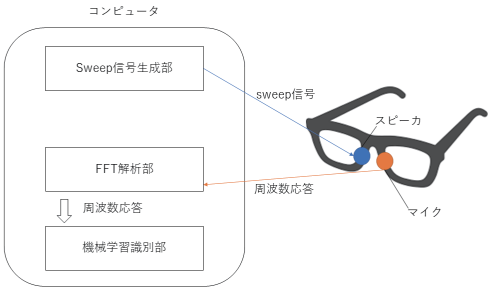

図 1　システム概要

変化する正弦波を Sweep 信号として生成する [1]．鼻を通過した応答信号をマイクで音データとして取得する．取得した音データを FFT 解析部において FFT（Fast Fourier Transform：高速フーリエ変換）し，周波数パワースペクトルを取得する．機械学習識別部では Random Forest を用いて事前に複数のユーザから収集した周波数パワースペクトルから識別モデルを構築しておき，入力された周波数パワースペクトルが誰のデータであるかを認識する．

2.1 ハードウェア

プロトタイプシステムは 2 つの圧電素子を搭載した眼鏡および信号処理と機械学習を行うコンピュータによって構成される．プロトタイプシステムの構成を**図 2** に示す．Sweep 信号の生成，FFT 解析，機械学習を行うコンピュータとして，Lenovo ThinkPad X1 Carbon (Intel Core i7-10510U, RAM:16GB, OS Windows 10) を使用した．音の

1　立命館大学情報理工学部
2　科学技術振興機構さきがけ

© 2021 Information Processing Society of Japan

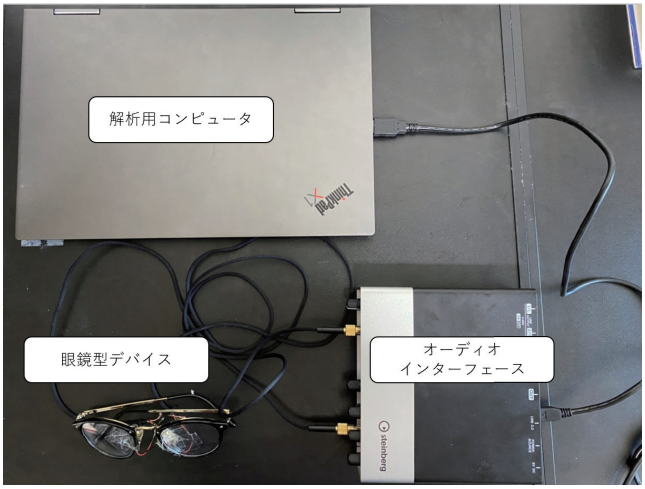

図 2　プロトタイプシステム全体図

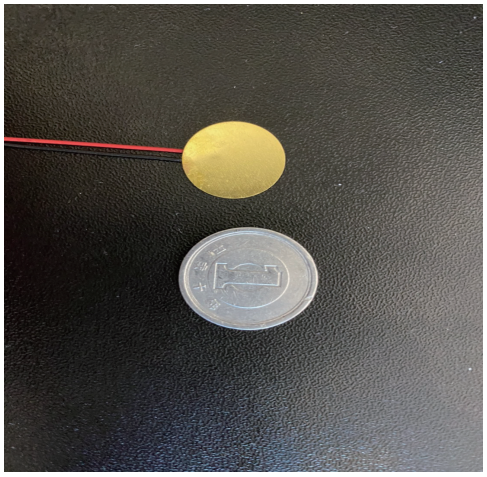

図 3　使用した圧電素子

入出力は USB 接続のオーディオインタフェース Steinberg 社の UR22mk を介して行う．

使用した圧電素子は uxcell 社製で直径 15mm，厚さ 0.mm であり，写真を**図 3** に示す．この圧電素子を 2 枚使用して，一般的な眼鏡に取り付けた様子を**図 4** に示す．左側の鼻当てにマイクとして使用する圧電素子を，右側の鼻当てにスピーカとして使用する圧電素子を取り付けた．圧電素子は鼻当てにセロハンテープで固定して取り付けた．実装した眼鏡を装着した様子を**図 5** に示す．有線接続のためケーブルが眼鏡の下から出ているが，配線方法については今後の課題とする．

3. 評価実験

提案手法の有効性を評価するために，プロトタイプデバイスを被験者に装着してもらい，個人識別精度を取得する実験を行った．

3.1 実験環境

被験者 3 人（20 代，男性，A~C）にプロトタイプデバイスを装着してもらい，以下の手順でデータを採取した．被験者はデバイスを自然な状態で装着し，10 秒間装着する試行を 1 セッションとし，各被験者ごとに 10 セッション行った．各セッション間では，デバイスを一度取り外してもらい，次のセッションに移行するときに再度装着してもった．そのため，セッションごとに眼鏡の鼻当て部分と被験者の鼻の接触状態は変化している．1 セッション 10 秒のデータに対して FFT を行い，パワースペクトルを取得した．機械学習の分類器には Random Forest を使用し，leave-one-session-out の 10 分割交差検証によって個人識別の精度を評価した．

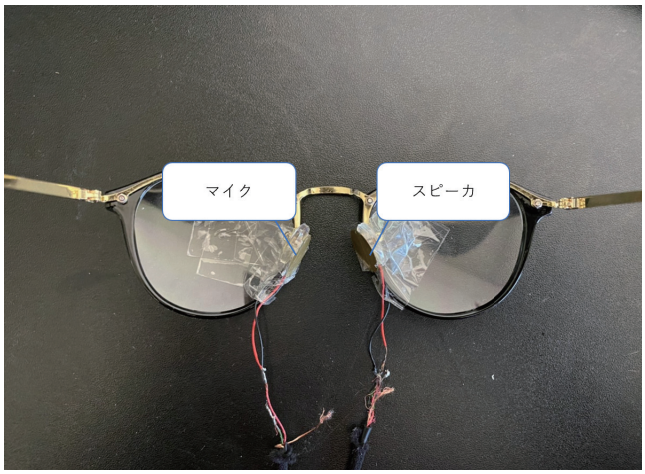

図 4　センサが取り付けた眼鏡

図 5　実装した眼鏡型デバイスを装着した様子

3.2 結果と考察

個人識別の結果を**表 1** に示す．被験者 A，B，C の F 値はそれぞれ 0.859，0.996，0.872 となり，平均 0.909 となっ

© 2021 Information Processing Society of Japan

表 1 各被験者の認識結果

入力＼出力	A	B	C	適合率	再現率	F 値
A	647	2	151	0.915	0.809	0.859
B	0	798	2	0.994	0.998	0.996
C	60	3	737	0.828	0.921	0.872
平均				0.912	0.909	0.909

た．結果より，各被験者を平均 90%の精度で識別することができ，提案手法が個人識別を行うために有効であることを確認した．

セッションごとにデバイスの取り外しと装着を行うことで鼻当て部分と鼻の接触に変化が生じるが，高い精度で個人を識別できたことから，人の鼻がもつ音響特性は個人の識別能力を有すると考えられる．今回の実験では 1 種類の眼鏡のみを用いたが，他の異なる素材の眼鏡でも提案手法は有効に働くのではないかと考える．今回は眼鏡型デバイスの装着の場面を想定して実験を行ったが，VR ゴーグルのような形状でも個人を識別できる可能性があると考える．詳細な評価は今後の課題とする．また，実験で被験者に自然に静止した状態でデータを採取したが，日常的な動作や会話，作業をしながらの状態における性能も今後評価したい．

4. おわりに

本研究では，眼鏡型デバイスのための個人識別手法として，ユーザの鼻に対してアクティブ音響センシング技術を適用することで，個人識別を行う手法を提案した．提案手法は，眼鏡型デバイスの鼻当て部分にスピーカとマイクを取り付け，デバイス装着中は常時ユーザの鼻が鼻当てに接触していることを利用し，鼻を伝搬した音響信号を取得して，その音響信号の周波数特性を解析することで，個人を認識した．スピーカとマイクを搭載したプロトタイプデバイスを実装した．そして，提案手法の有効性を評価する実験を 3 人の被験者に対して行い，平均 F 値 0.9 以上の精度で個人を認識できることを確認した．今後は，今回の実験で使用した眼鏡とは異なる形状および材質の眼鏡を用いた場合の評価や，VR ゴーグルを用いた場合の評価，様々な作業を行っている環境下での評価を実施する予定である．また鼻の内部状態の変化による提案手法の評価を実施する予定である．

参考文献

[1] 大野 誠, 志築文太郎, 田中二郎: アクティブ音響センシングを用いた把持状態認識, 一般社団法人情報処理学会インタラクション’13, pp. 56–63 (2013).

© 2021 Information Processing Society of Japan