

気圧センサを用いた 接触および非接触操作検出技術

立命館大学 情報理工学部 情報理工学科

教授 村尾 和哉

2024年10月3日

技術の概要

- イヤラブル（耳装着型）デバイスを手で非接触で操作可能にする技術
- デバイス内に気圧センサを搭載し，デバイス周辺の手動きによって発生する空気の流れ（気圧）の変化を検出
- デバイスに触れず，手を近づけたり，離したりするだけで，既存方式のタッチや押す操作と同じ操作を実現可能。

ウェアラブルデバイス市場

- 2023年の商品タイプごとのウェアラブルデバイス世界出荷台数[台]
 - 耳装着型 341,551,442
 - スマートウォッチ 165,225,039
 - リストバンド 33,782,429
 - 眼鏡型 1,125,491
 - 衣服型 438,051
 - モジュール 3,406
 - その他 897,426

International Data Corporation Worldwide Quarterly Wearable Device Trackerより

イヤラブルデバイスとは

- Earable（耳に装着可能な）デバイス
 - ヒアラブル（Hearable）とも呼ばれる。
 - 主に無線イヤホンを指す。広義には、耳に装着可能な機器全般を指す。
- 利用用途
 - 音楽鑑賞（スピーカを利用）
 - 通話，音声アシスタント（マイクを利用）
 - 生体情報計測（脈波センサを利用。心拍数，心拍変動）
 - 動作認識（加速度，角速度センサを利用。うなずき，眠気，歩行，回転）
 - 個人認証（外耳道の形状を計測）

従来技術とその問題点

- Apple社 AirPods
 - 【方式】感圧センサによる押下検出
 - 【課題】軸部分にセンサを搭載するため、形状に制限がある。
- Google社 Pixel Buds
 - 【方式】静電容量タッチセンサによる接触検出
 - 【課題】何度もタップすると痛い。デバイスがずれる。手袋で反応しない。
- Bragi社 The Dash Pro
 - 【方式】加速度センサによる頭部動作検出
 - 【課題】見た目がおかしい。入力がしんどい。

我々の技術

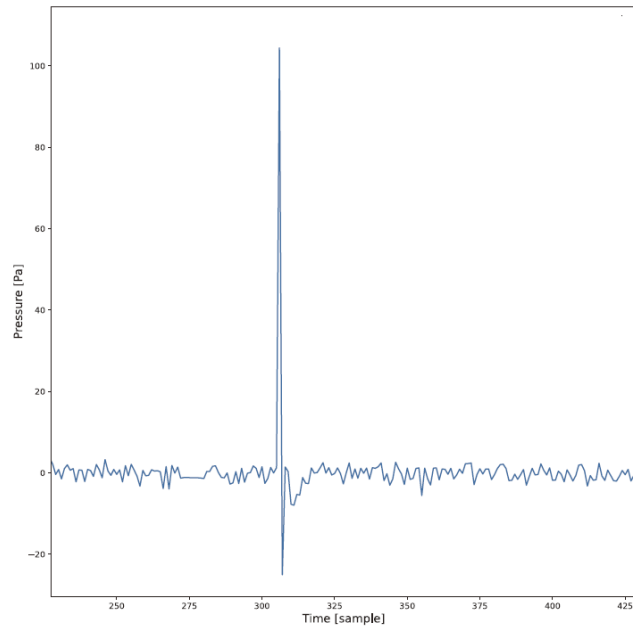
- 気圧センサを用いたイヤラブルデバイスへの接触・非接触入力方式



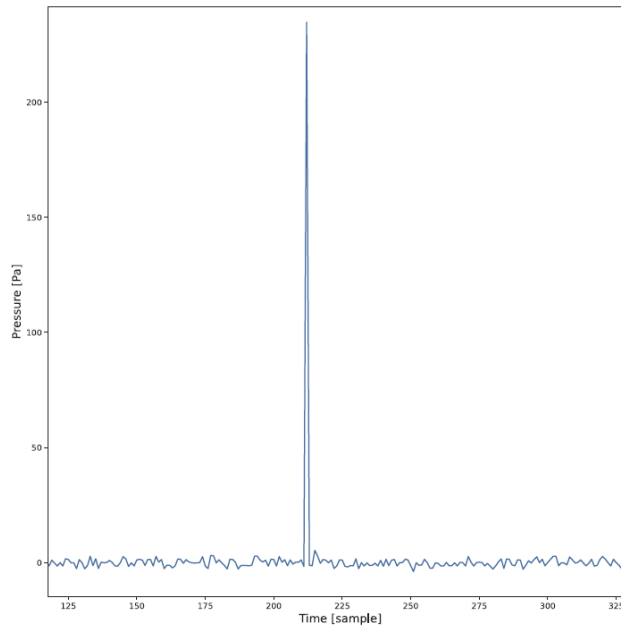
我々の技術

- 気圧センサの挙動

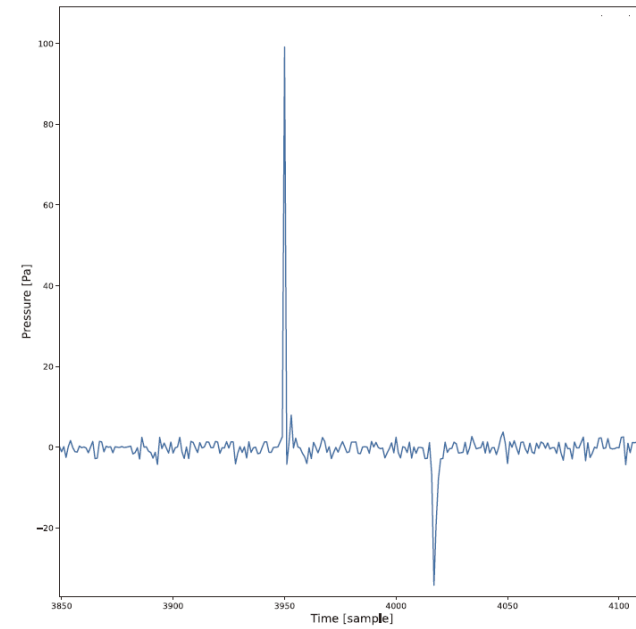
タップ&リリース



ロングタップ

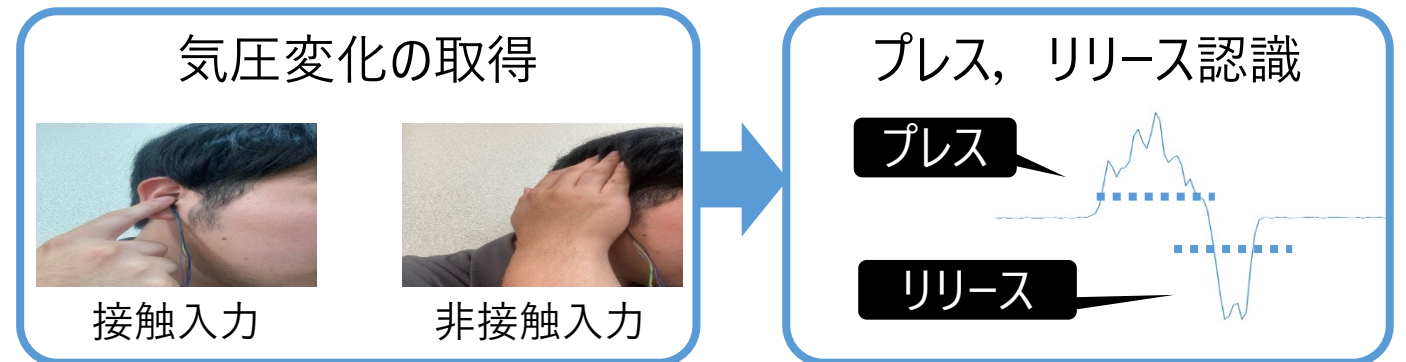


ロングタップ&リリース



本技術で実現可能なこと

- 接触入力
 - 指でイヤホンを押す・離す動作を行う。
 - 外耳道の容積変化で気圧が変化する。
- 非接触入力
 - 手のひらで耳介を覆う・離す動作を行う。
 - 耳介周辺の空間の気圧が変化する。
- 接触と非接触を識別可能
- プレスとリリースを識別可能
- 複数回連続操作可能
(ダブル, トリプル...)



新技術の特徴・従来技術との比較

- 社会的受容性が高い
 - 既存製品と類似したシンプルな手の動きで入力する。
- イヤホンデザインの高い自由度
 - 既製品イヤホンに搭載可能
- 高い認識制度
 - 手の動きによる気圧変化の再現性高いため意図した操作の検出ミスは少ない。
- 誤検出が少ない
 - 意図しない動きや環境に影響されにくい。
- 不快感の低減
 - 非接触のため身体に負担をかけない（痛くない）。
 - 非接触のためイヤホンがズレない
- 入力の多様化
 - 接触と非接触を区別できるため、入力パターンが増え、実行可能な操作が増える。

想定される用途

- 既存のイヤラブルデバイスと同じ操作を前項の特徴をもって実現する。
 - 音楽の再生・一時停止
 - マイクのミュート・ミュート解除
 - 次の音楽を再生
 - 前の音楽を再生
 - 音量を上げる・下げる
 - ノイズキャンセル・外部音取り込みの切り替え
 - 音声アシスタントの起動

環境の気圧変化に関する調査

- 提案インタフェースの気圧変化
 - プレス：30msで約100Paの凸ピーク
 - リリース：30msで約50Paの下凸ピーク
- 高度変化
 - 10m高度上昇すると約100Pa低下
 - 1200km/hで落下するとインタフェースと同じ気圧変化
- 大気圧
 - 1日の気圧差は約300Pa程度（気候による）
- 航空機
 - ドアを閉めた後，約700Pa上昇
 - 着陸後，55秒で約700Pa下降
- **瞬間的な気圧変化は提案インタフェースが一番大きい**
 - 一定時間内に一定の気圧閾値を超える変化を終えればジェスチャを認識
 - 気圧変化を起こす環境でも使用可能

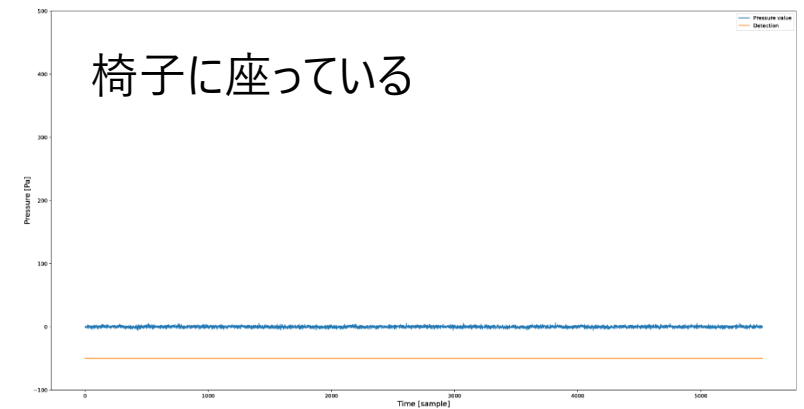
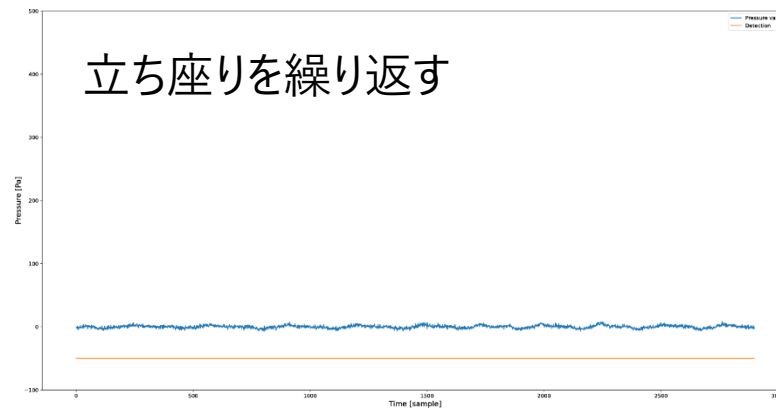
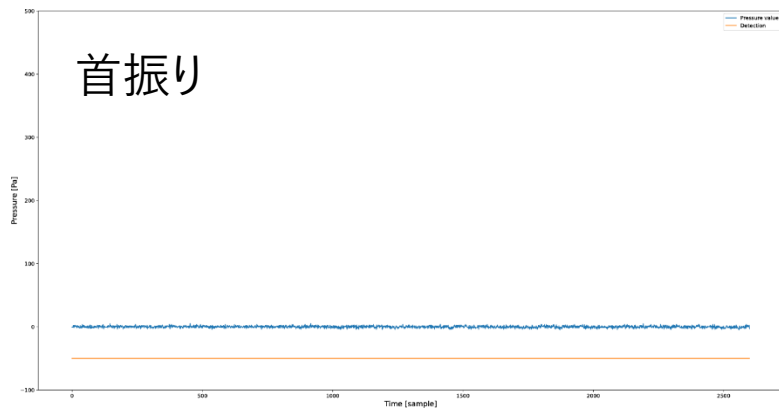
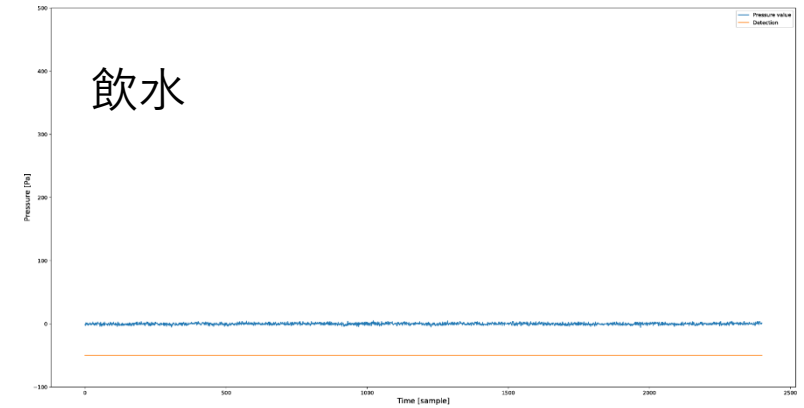
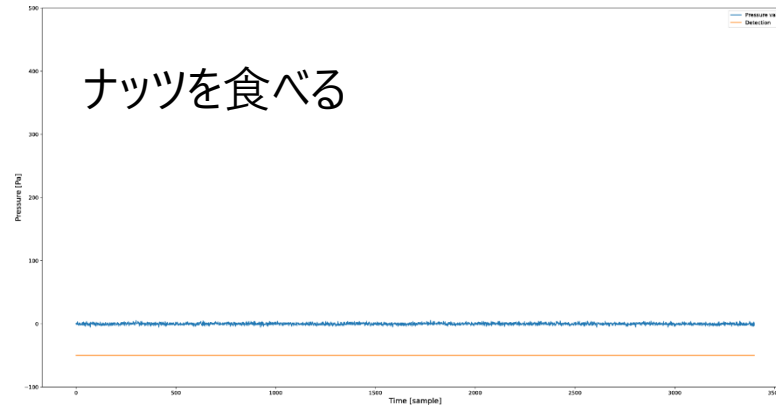
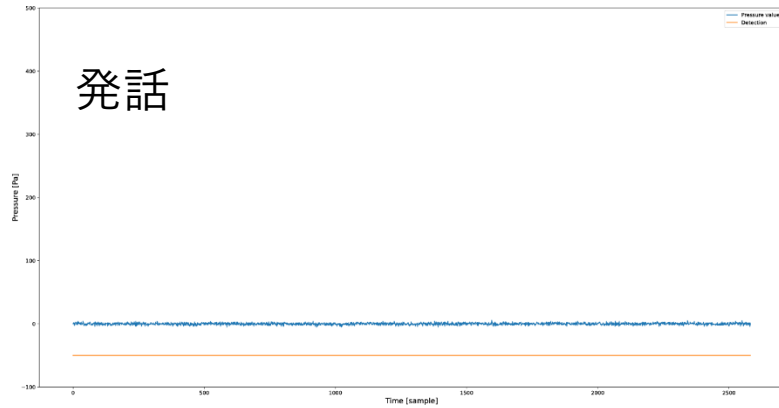
【気圧の単位について】

100Pa=1hPa

1気圧=1024hPa

装着者の動作による影響の調査

- 誤検出は発生しない。



実用化に向けて課題

- 現在は市販のイヤホンにセンサを独自に組み込んだプロトタイプを開発済み。しかし、無線イヤホンで完結したデバイス開発は未実施である。
- 様々な人，環境，状況における入力精度評価，感性評価
- 気圧センサおよびデータ処理に要する消費電力の評価
- 入力から操作までの遅延の評価

企業への期待

- ヒアラブルデバイスを開発可能な企業のと共同研究を希望。
- 気圧センサは既に階層推定，屋内外推定，自律慣性航法等の用途でスマートフォン等に搭載されており，近い将来，ヒアラブルデバイスに搭載される可能性が考えられるため，先駆的な技術開発を考えている企業にお声がけいただきたい。

企業への貢献、PRポイント

- 本格導入までの共同研究・受託研究
- 本格導入にあたっての技術指導等
- 特許のライセンス

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : コマンド入力装置、コマンド入力方法
- 出願番号 : 特願2023-127688
- 出願人 : 学校法人立命館、国立大学法人 北海道大学
- 発明者 : 村尾 和哉、渡邊 拓貴

産学連携の経歴

- 2012年度-2013年度 株式会社富士通研究所からの受託研究
- 2013年度 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモと共同研究
- 2013年度 株式会社三菱総合研究所からの受託研究
- 2017年度-2018年度 JST戦略的創造研究推進事業ACT-Iに採択
- 2018年度 株式会社Auto-IDフロンティアからの受託研究
- 2019年度-2022年度 JST戦略的創造研究推進事業さきがけに採択
- 2022年度-2024年度 ミズノ株式会社と共同研究

お問い合わせ先

立命館大学研究部OICリサーチオフィス

TEL: 072-665-2570

Mail: oiicro@st.ritsumei.ac.jp