

# 介護における音響 HAR と連合学習を用いた異常検知

---

竹本志恩

June 19, 2025

INIAD

## 背景と課題

FL と HAR の概要

先行研究サーベイ

提案アプローチ

今後の研究計画

まとめ & 質疑

# 高齢化と介護現場の課題

- 世界的な高齢化の加速と介護人材の深刻な不足
- 高齢者の転倒や容体急変の早期検知ニーズ
- 介護者の負担軽減と入所者の自立支援

# プライバシー配慮と非侵襲性の要請

- カメラベース：高精度だがプライバシー侵害の懸念大
- ウェアラブル：装着負担が課題
- 環境音（マイク）：非接触・安価・プライバシー保護に有利

# 目次

背景と課題

FL と HAR の概要

先行研究サーベイ

提案アプローチ

今後の研究計画

まとめ & 質疑

# HAR (Human Activity Recognition) とは

- 人の活動をセンサーデータから自動認識
- 応用例：転倒検知、スマートホーム、リハビリ支援 など
- センサーモダリティ
  - ウェアラブル (加速度計・ジャイロ)
  - 環境センサー (マイク・PIR・ドアセンサ)
  - カメラ (高精度だがプライバシー懸念)

# Federated Learning (FL) の基本とメリット

- データを中央サーバに集約せず，各端末で学習→パラメタを共有
- メリット
  - プライバシー保護：生データはローカルに留まる
  - パーソナライズ：ユーザ／環境ごとに最適化可能
  - データ所有権を維持しつつ大規模協調学習

# 目次

背景と課題

FL と HAR の概要

**先行研究サーベイ**

提案アプローチ

今後の研究計画

まとめ & 質疑



# FL-HAR が直面する主な技術課題

- データ非均一性 (Non-IID)
- ラベル不足・不均衡
- 通信コスト・デバイス異質性

# 課題と対応技術マトリクス

課題	主な対応策
Non-IID ラベル不足	FedProx, SCAFFOLD, パーソナライズ FL, メタ学習 合成データ生成, 半教師あり FL, Time-Balanced Focal Loss
通信負荷	モデル圧縮・量子化, FedDL (動的レイヤー共有)

- プライバシー攻撃対策：差分プライバシー (DP), 準同型暗号, セキュアアグリゲーション
- マルチラベル異常検知の難しさ
  - 極端なクラス不均衡
  - ラベル相関のモデリング
  - 非 IID データ下での複雑モデル学習

背景と課題

FL と HAR の概要

先行研究サーベイ

**提案アプローチ**

今後の研究計画

まとめ & 質疑



Image

# モデル設計のポイント

- Hybrid LSTM – GRU による時間的特徴抽出
- マルチラベル分類：Time-Balanced Focal Loss
- Non-IID 対策：FedProx, Meta-HAR

- オンデバイスで生音声を保持し，特徴量のみ転送
- 差分プライバシー (DP)，セキュアアグリゲーション (SA) の検討

背景と課題

FL と HAR の概要

先行研究サーベイ

提案アプローチ

今後の研究計画

まとめ & 質疑



## 卒業研究段階：基盤技術の確立

- 異常音マルチラベルモデルの構築・定量評価
- データ不均衡対策・Non-IID 対策の比較検証

- IoT デバイス向け軽量化・連合分割学習 (FSL)
- 時間的文脈を活かした複合異常検知

# 目次

背景と課題

FL と HAR の概要

先行研究サーベイ

提案アプローチ

今後の研究計画

まとめ & 質疑

- 介護現場での音響 HAR × FL はプライバシーと実用性を両立
- マルチラベル異常検知モデルの独自性
- 今後：実環境検証→システム実装へ

ご質問をどうぞ