

空間超音波を用いた 非接触心拍推定技術

神戸大学 科学技術イノベーション研究科
科学技術イノベーション専攻 先端IT分野

川口研究室 cs28

氏名 中西 大心

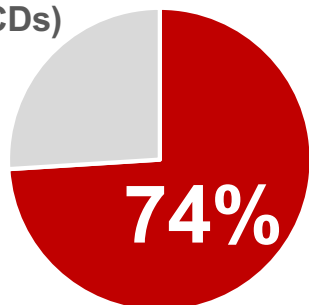
指導教員 川口博 教授

✓ 循環器疾患は世界の死因トップであり、日常空間での心拍モニタリングが予防のカギとなる

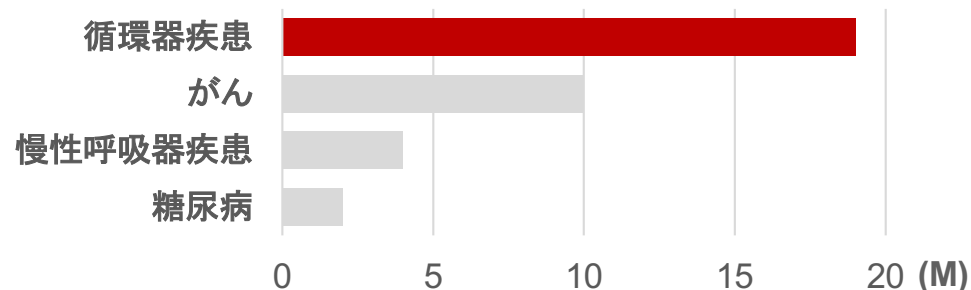
▶ 現代の死因：非感染性疾患(NCDs)が主因

▼ 世界の全死亡に占めるNCDsの割合

- 非感染性疾患(NCDs)
- 感染性疾患



▼ 疾患群別NCDs死亡者数



▶ 心拍モニタリングが求められる現場

CASE A ヒートショックによる死亡事故

入浴中死亡者数 **7776**人

- 交通事故死の**約3倍**
- 裸・濡れ・プライバシーの観点からウェアラブルデバイスもカメラも利用不可



CASE B ドライバーの健康起因死亡事故

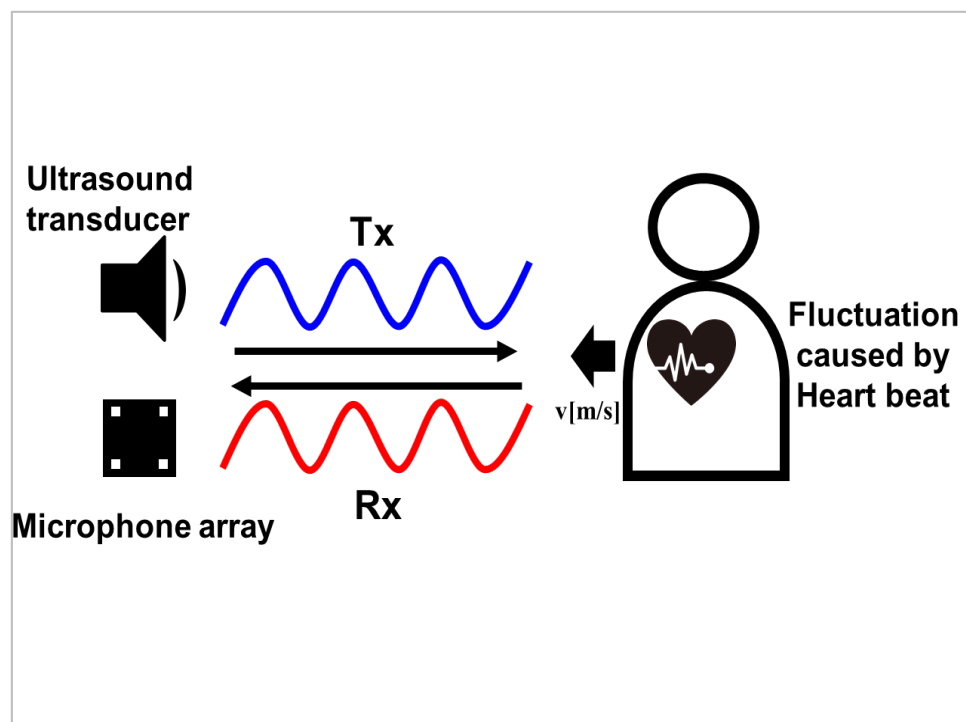
主因が心疾患の割合 **55** %

- 過去10年の健康起因事故、死亡運転者の半数以上が心疾患
- 令和5年は報告の**約25%**が衝突事故に**発展**



- ✓ 人体胸部の微小振動を**超音波ドップラー効果**で捉え、非接触の心拍推定技術を確立する
- ✓ 浴室・車内など既存手段が届かない現場への応用を目指す

▶ 計測原理：超音波ドップラー効果



▶ 本技術の特徴

01 非接触

ウェアラブルの**装着負担・充電問題解消**

02 非画像

カメラを使わないため**プライバシー保護**

03 低コスト

マイクロ波素子よりも**安価**に実装可能

04 環境耐性

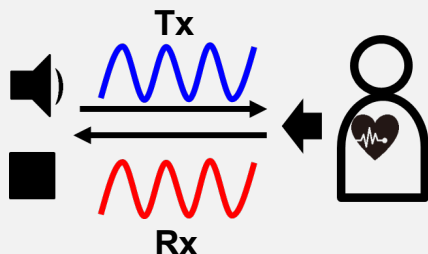
湯気・暗所でも安定した計測が可能

- ✓ **DSSS変調超音波**をパルス照射し、**相互相関値**から胸部位置を動的に検出して心拍成分を抽出する
- ✓ 振幅と位相の両方を捉える相関データを**機械学習モデル**に与え、心拍波形を再構成する

▶ 提案手法の処理フロー

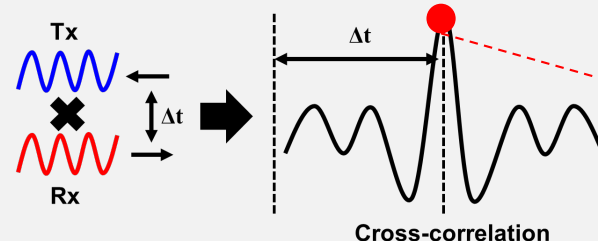
01 超音波送受信

DSSS変調パルスを胸部に照射



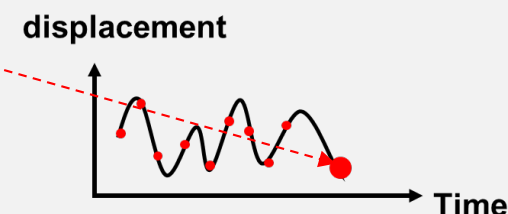
02 相互相関

送信波と照合し反射波ピークを抽出



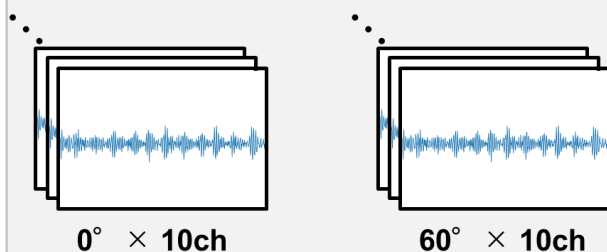
03 胸部位置検出

相関ピークから胸部位置を動的トラッキング



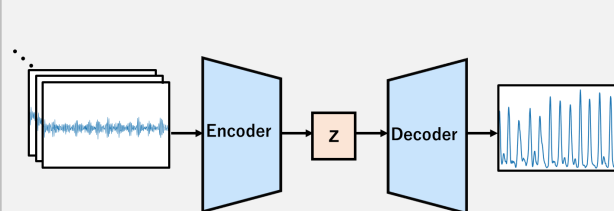
04 2位相20ch抽出

振幅×位相変化を同時入力



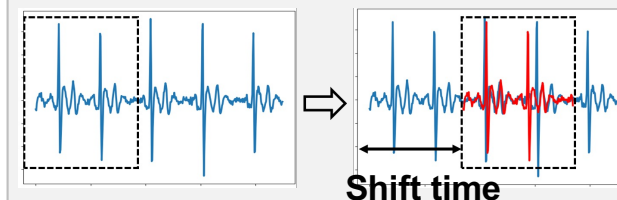
05 心拍波形再構成

VAEモデルから心拍ピークを抽出



06 心拍数計算

自己相関計算を用いて、心拍数計算



- ✓ 8名の被験者間交差検証で**平均AE 1.90 bpm / F1 72.3%**を達成、最良被験者では**F1 97.5%**を記録

▶ 全体結果

全体平均: AE

1.90 bpm

全体平均: F1 Score

72.3 %

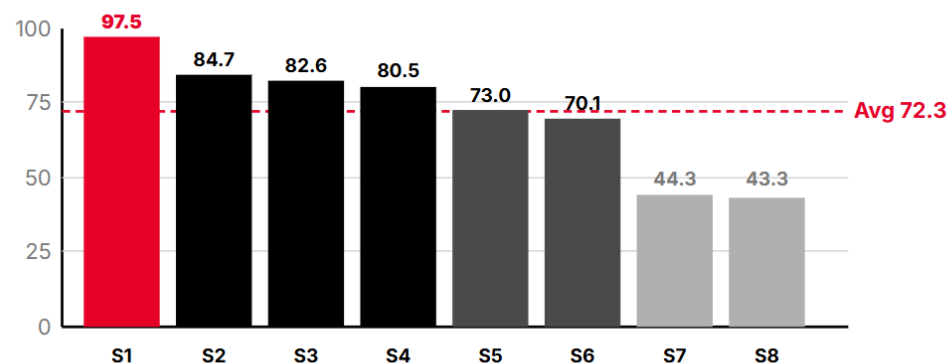
最良被験者: AE

0.75 bpm

最良被験者: F1 Score

97.5 %

▶ 被験者別 F1 Score(降順)



事業化の考察

- ✓ 浴室・車内・在宅介護への**応用可能性**

▶ 高齢化 × 非接触ヘルスケア市場の拡大

- ◆ 日本の65歳以上人口が総人口の**29%超**
- ◆ バイオメトリクス市場の年成長 **+12.3%**
- ◆ 日本のヘルスケアセンサの年成長 **+20.4%**

▶ 事業化アイデア

超音波非接触バイタルセンサの販売

- 浴室・介護施設向けに設置し、装着不要で24時間バイタルを常時監視
- 車内に搭載し、運転中の健康起因事故を検知