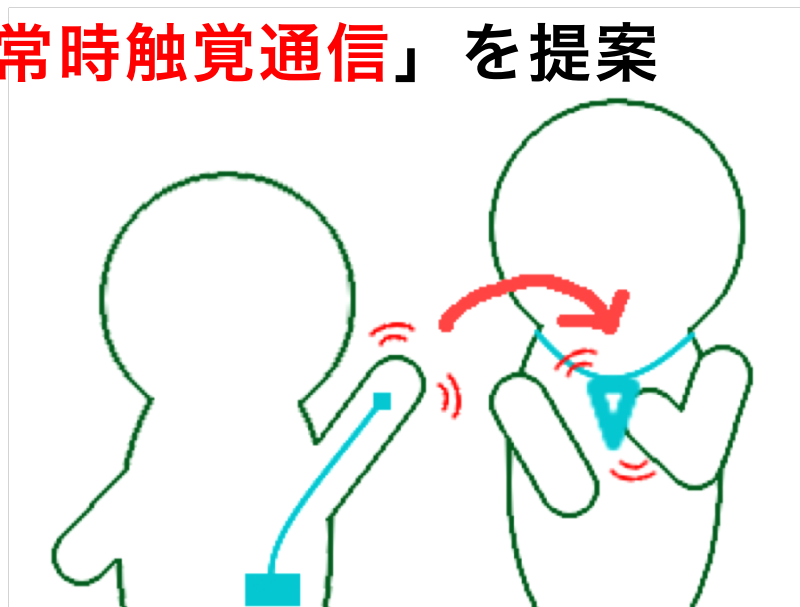


相互常時触覚通信の提案

小野寺将, 三武裕玄, 長谷川晶一
東京工業大学 未来産業技術研究所

提案

- 日常生活において自分の**動作**を**振動**として相手に伝える「**相互常時触覚通信**」を提案



伝える動作

1. 腕の動き
2. 話している

首回りに振動



特徴

- 振動から状況や雰囲気が伝わる
- 相手とのつながりを感じられる
- ながら作業ができる
 - 視聴覚や手足の触覚で日常作業
 - 首回りの触覚で相手を感じる



振動から伝わること[1]

● 状況

- 歩いている, 走っている
- 階段を降りている
- 歌っている
- サイクリングをしている

● 雰囲気

- 貧乏ゆすりをしていて
イライラしている
- 独り言が多い、ぼそぼそ話している

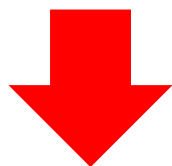


[1]小野寺将, Panut Wibulpolprasert, Alfonso Balandra Antelis, 三武裕玄, 長谷川晶一 : 広範囲にわたる振幅と周波数の振動を用いた常時触覚通信, 第24回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2019

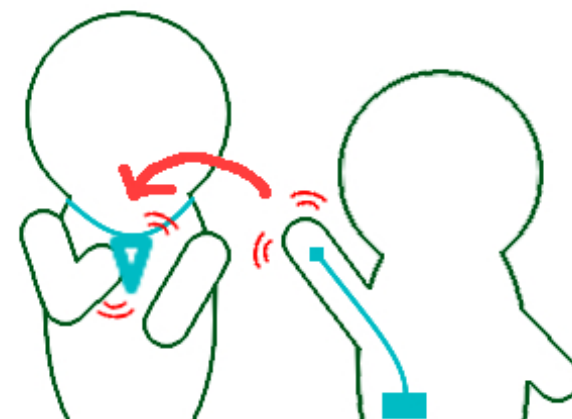
目的

- 本システムを長期間利用し、さらに振動からわかることを調査する
- 長期間利用してもらうために...
 1. 普段の活動を阻害しない(動きに制限がない)
 2. 装着しやすい
 3. ずっと使える

システムを構築する



小型化、無線化、低消費電力化
を意識したデバイス作成



提案システム

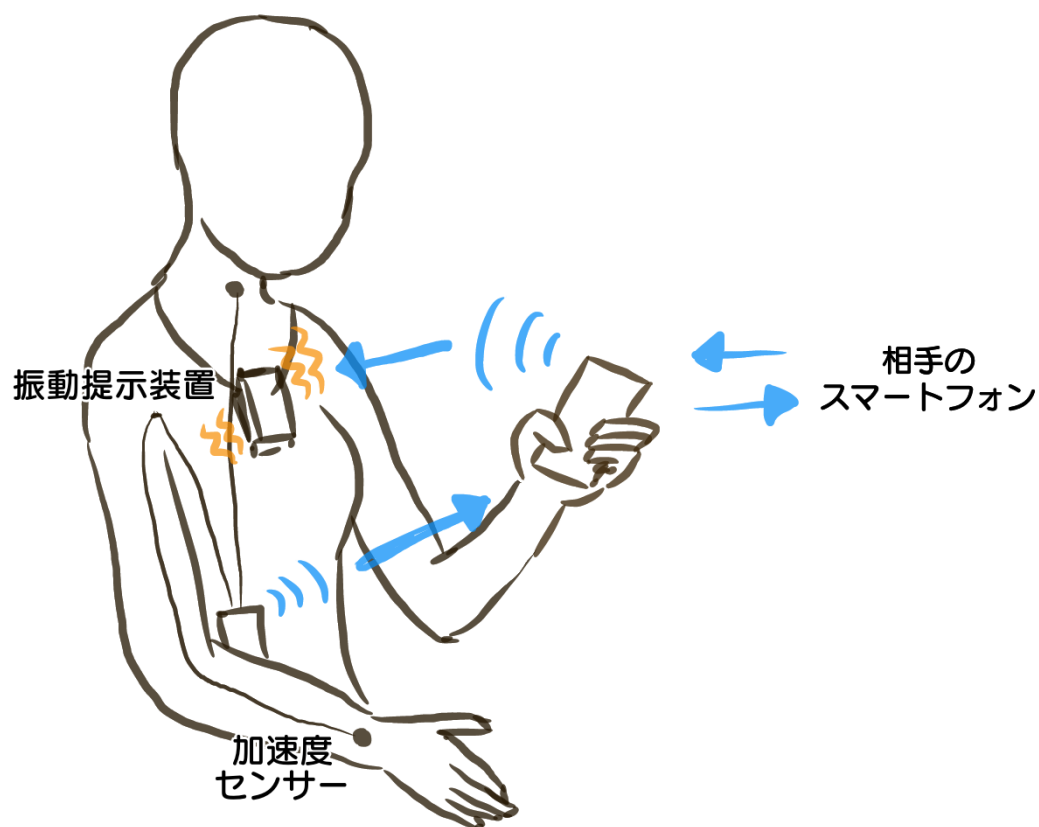
- 加速度センサー

- 前腕と喉元に装着

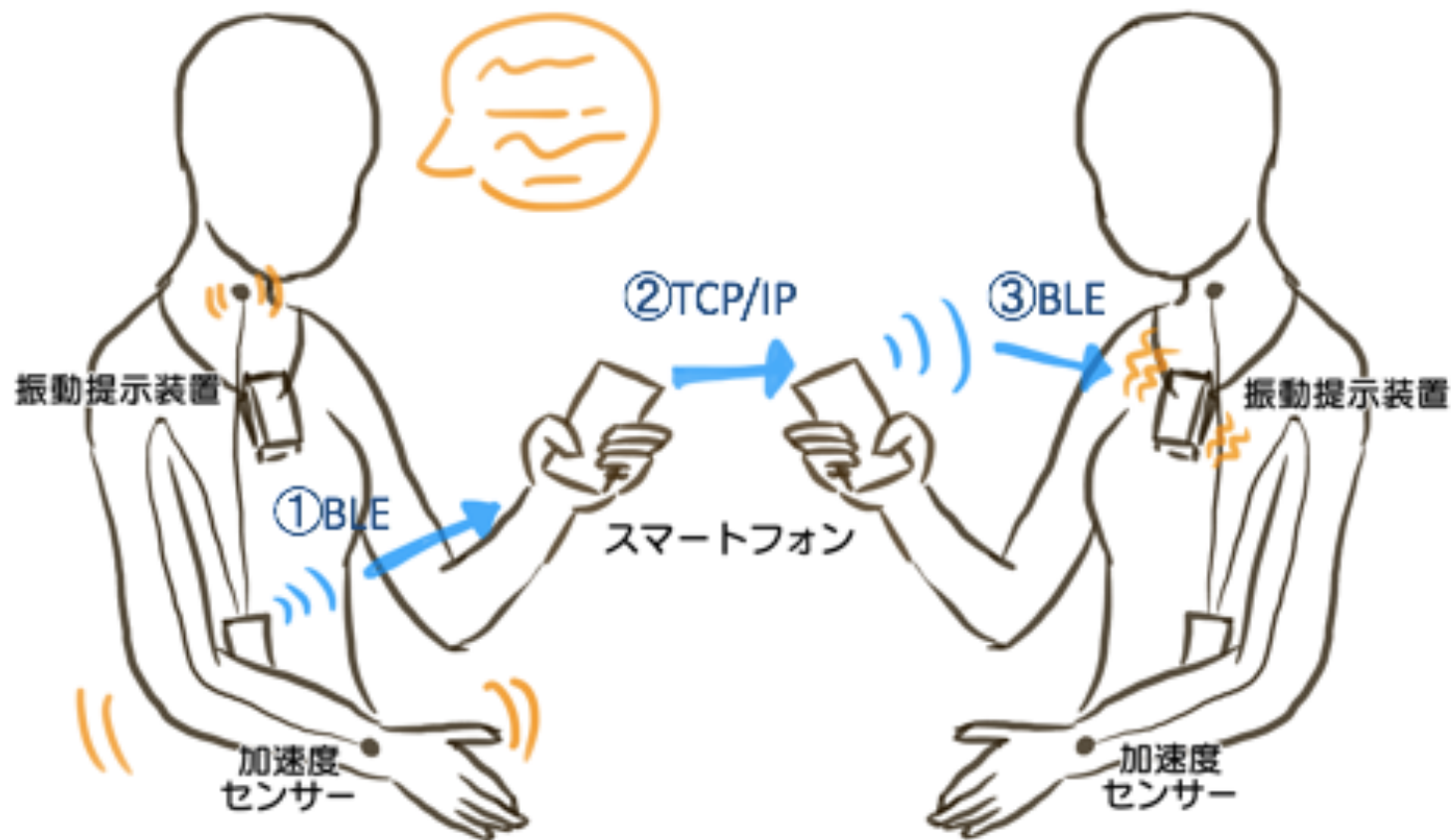
- スマートフォン

- 振動提示装置

- hapbeat
- ネックレス型



振動が伝わる流れ



腕の動きや喉の震え



首回りの振動

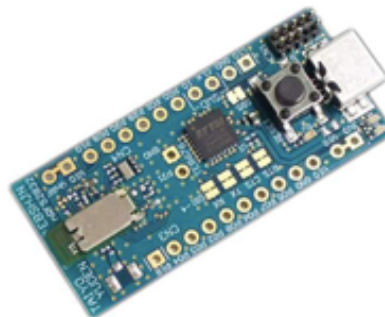
加速度センサー側無線装置

- I2C通信でサンプリングレート **800Hz** で読み込み
- **ADPCM** で16bitから4bitに圧縮、BLE送信

加速度センサー



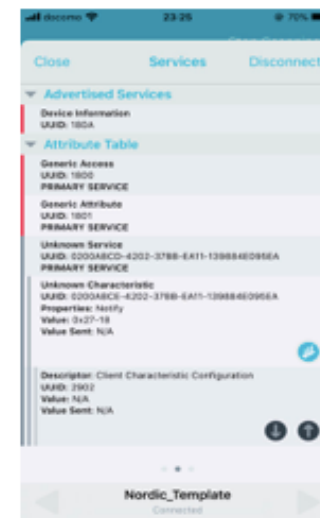
BLEモジュール



I2C通信

ADPCMで符号化
BLE送信

スマートフォン



ADPCM実装の理由

- BLEのスループット理論値

- 最短で7.5msのConnection Eventごとに最大244Byte送信

$$\frac{244\text{Byte} \times 8}{7.5\text{ms}} \doteq 260\text{kbps}$$

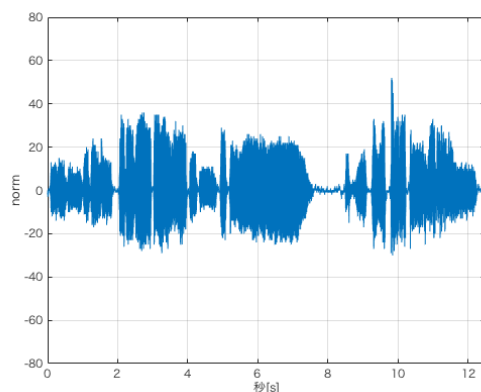
- しかし、現実的な通信速後は10kbps程度
- **ADPCM**で1秒あたり必要なデータ量を
12.8kbit から **3.2kbit** に圧縮し安定して送信

- 送信予定

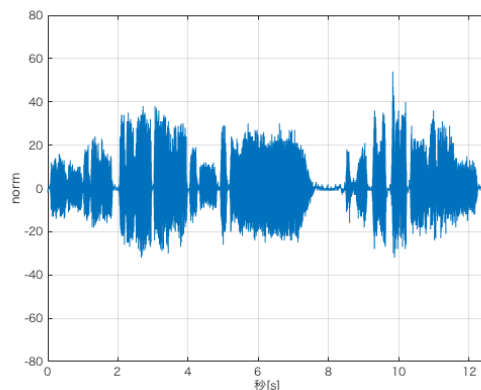
$$\frac{20\text{Byte} \times 8}{50\text{ms}} = 3.2\text{kbps}$$

送信信号

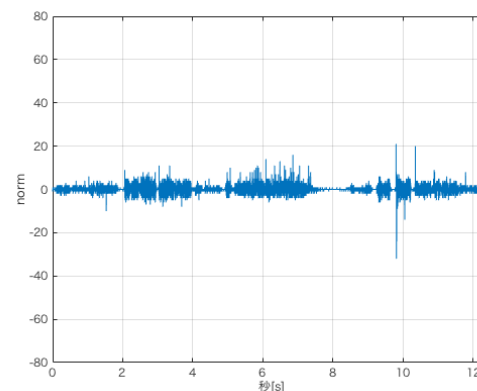
- オリジナルの信号は加速度x,y,z軸の二乗ノルム
- ADPCM適用後の信号は誤差はあるが、似たような振動を体感



元の信号



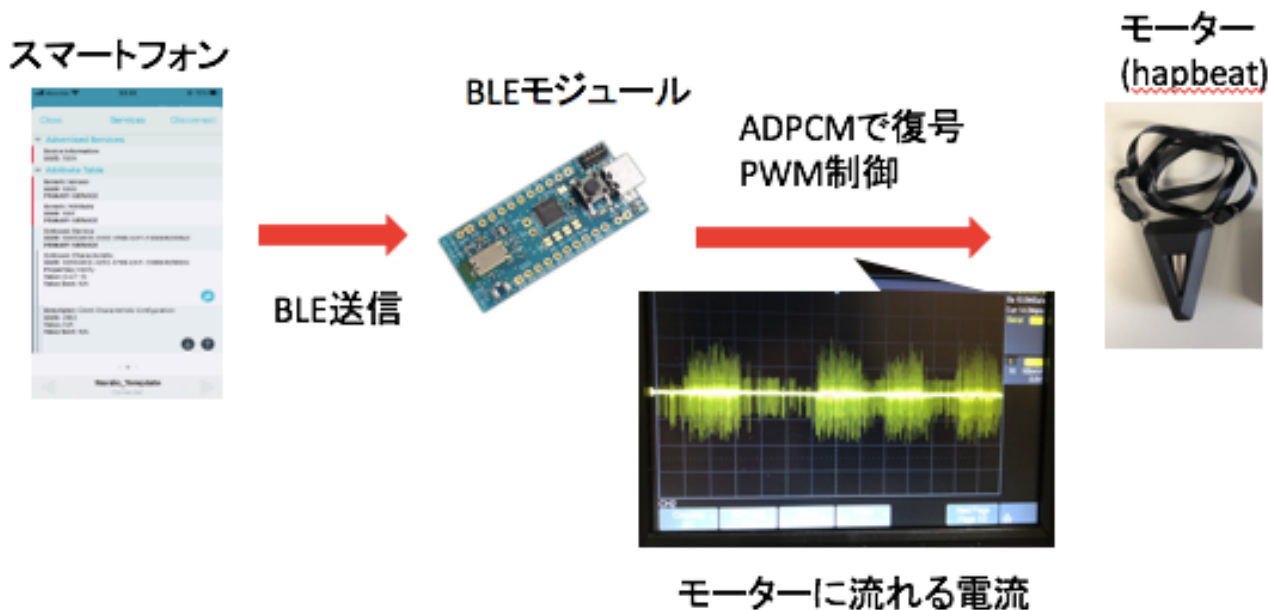
ADPCMで符号化、復号化した信号



誤差

振動提示側無線装置

- ADPCMで復号後、ハイパスフィルター適用
 - ADPCMのオフセット除去のため
 - 加速度センサーの重力加速度成分除去のため
- デューティ比を調節し、PWM制御でモータ制御
 - PWM周波数は40kHz, 400段階で制御



● デバイスの作成

- 加速度センサー側無線装置開発
- スマートフォンのアプリケーション開発
- 振動提示装置側無線装置の開発

● 実験

- 長期間の利用により、振動からわかることの探索

