

高齢者の対話型コミュニケーション状況把握のための行動認識センサの実装

伊藤 優樹^{†1} 上野 正義^{†1} 高橋 大夢^{†2} 千葉 慎二^{†2} 阿部 亨^{†1,†3} 菅沼 拓夫^{†1,†3}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 仙台高等専門学校

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

少子高齢化により、日本国内での介護・医療費の増大が予想されており、その改善策の一つとして「健康寿命」の延伸が期待されている。健康寿命は「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」であり、対話型コミュニケーションが健康寿命の延伸と相関関係があることが疫学分野における調査で示されている [1]。疫学調査において、被験者のコミュニケーション状況を把握するための定量的なデータ収集・分析手法の提供が期待されているが、既存のセンサデバイスを活用したシステムは十分なセンシング精度を確保した上での小型化・軽量化・省電力化に課題がある。

そこで我々は、高齢者の対話型コミュニケーション状況を定量的に把握する行動認識センサ、およびそのデータ収集システムを提案している [2]。本稿では、行動認識センサを設計・実装し、それを用いたコミュニケーション状況把握のための発話状況の収集実験から、その実現可能性について評価する。

2 関連研究

対面型コミュニケーション状況把握のための既存研究として、被験者の胸部に装着するネームプレート型のセンサデバイスを用いる手法が提案されている [3, 4]。Olguín らの研究 [3] では、位置検出や近接検出に Bluetooth と赤外線通信を用いているため消費電力が大きい。また、早川らの研究 [4] では、同様の検出に複数の赤外線通信モジュールを用いており、モジュールの搭載数に応じて消費電力が増加する。高齢者を対象とする本研究では、必要十分なセンサによりセンシング精度を保ちつつ、被験者の負担低減のための小型軽量化が必要がある。しかしながら、連続動作時間の確保には大型バッテリーの内蔵が必要であり、逆にデバイスを小型軽量化したい場合には動作時間に制限が生ずる。また、センサデータの回収は、定期的な PC への USB 接続によって行われており、データ回収作業が煩雑であること、センサデバイスの故障によりデータ消失のリスクがあるなど、運用上の課題がある。

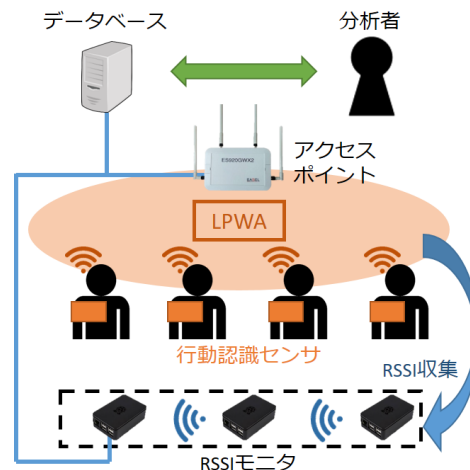


図 1: 全体システム構成

3 行動認識センサとデータ収集システム

3.1 提案センサ・システムの概要

本研究では、高齢者の対話型コミュニケーション状況の定量的な把握のためのシステムを提案する。高齢者がコミュニティセンター等の室内のパブリックスペースで交流する場面を想定し、その際に行われる対話型コミュニケーションを認識対象とする。

行動認識センサは、マイクと加速度センサのみを用いた、胸部に装着するネームプレート型の小型軽量・低消費電力のセンサデバイスとする。マイクにより取得する装着者の発話状況、加速度センサにより取得する身体の動きの情報、および屋内における位置情報から、対象者の対面型コミュニケーション状況を認識する。位置検出には特別なセンサを導入せず、データ伝送のためにセンサから送信される電波の信号強度を利用して簡易的に行う。

効率的に連続データを収集する方法として、省電力で広範囲通信が可能な LPWA 通信を用いる。1 回当たりの通信可能なパケットサイズを小さくすることで、高頻度での連続データ送信を可能とする。また、データを行動認識センサ内に蓄積せずに連続的に基地局に送信することでデータ蓄積装置のために必要な電力を削減することが可能である。

3.2 全体システム構成

図 1 に全体システム構成を示す。本システムは行動認識センサ、アクセスポイント、および RSSI

Implementation of a Behavior Recognition Sensor for Understanding Interactive Communication Situation of the Elderly
Yuki Ito^{†1}Masayoshi Ueno^{†1}Hiromu Takahashi^{†2}
Shinji Chiba^{†2}Toru Abe^{†1,†3}Takuo Sukanuma^{†1,†3}
^{†1}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University
^{†2}National Institute of Technology, Sendai College
^{†3}Cyberscience Center, Tohoku University

表 1: 搭載モジュール

| モジュール | 型番 | 製造会社 |
|--------|----------------|---------------------|
| 加速度センサ | KX224-1053 | Kionix Inc. |
| マイク | SPU0414HR5H-SB | Knowles Electronics |
| マイコン | Lazurite 920J | ラピスセミコンダクタ |
| LoRa | ES920LR | 株式会社 EASEL |

モニタから構成される。行動認識センサは被験者に装着し、内蔵されたセンサから対話型コミュニケーション状況を把握するためデータを収集し、LPWA通信によりアクセスポイントに送信する。アクセスポイントは対象施設に1つ設置し、行動認識センサから受信したデータを、分析を行うためのデータベースに保存する。RSSI モニタは、対象施設の対話型コミュニケーションが行われやすいポイントごとに複数設置し、行動認識センサがデータ通信のために発する電波を受信して、その信号強度 (RSSI 値) をデータベースに記録する。

3.3 行動認識センサの実装

行動認識センサでは、高齢者の対話型コミュニケーション状況を把握するために、装着者の発話状況、および身体動作状況を観測する。具体的には、発話状況はマイクによって音量レベルを、身体動作状況は加速度センサによって加速度をそれぞれ収集し、LPWA 通信によりデータを送信する。使用するセンサモジュールを表 1 に示す。

正確な発話状況を取得するためには、環境音や他者の発話等の雑音を除去し、装着者の発話のみを取得する必要がある。センサの小型軽量化が必要なため、本研究では、2つの MEMS マイクを用いて、それぞれの取得する音圧差から装着者の発話とそれ以外の音を判別することで、装着者の発話状況取得における正確性向上を図る。発話状況はマイクが取得する音声レベルにより収集する。ここで音声レベルとは、マイクで取得した音声を短時間フーリエ変換して得られる各周波数のパワースペクトルの総和 (オーバーオール値) である。得られたオーバーオール値を 7bit へ丸め込み、2つのマイクから毎秒 10 回ずつ、計 140 bit/s で取得する。

得られた音量レベル、および位置情報から対話型コミュニケーションのグループを検知する。また、発話のタイミングや長さ、身体動作状況等から、コミュニケーション状況を詳細に分析する。

4 予備実験

実装した行動認識センサを用いて、装着者の発話状況収集の予備実験を行った。本実験では、行動認識センサ装着者を含めた 2 名での対面での対話を想定する。対話を行う 2 名間の距離は 1.0 m、音源である装着者の口元の高さは 1.46 m、行動認識センサは胸部に装着し高さは 1.26 m、対話相手の口元の高さは 1.46 m である。装着者の発話時間は 5 秒 (区間 a)、対話相手の発話時間も 5 秒 (区間 b) とし、区間 a,b の間は 2 秒空け、計 12 秒間の音声を収集した。行動認識センサにおける発話者の口

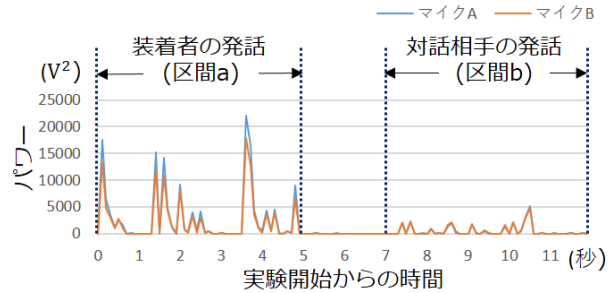


図 2: 実験結果

元に近いマイクをマイク A、口元から離れたマイクをマイク B とした。実験結果を図 2 に示す。ここで縦軸はマイク A, B がそれぞれ収集した音声のパワー、横軸は実験開始からの時間を示している。

装着者の発話時間 (区間 a) においては、ピーク時のマイク A, B のパワー差は約 2500~4000 V²、ピーク時以外でも約 500~1000 V² となっている。一方、対話相手の発話時間 (区間 b) においては大きな差は見られなかった。よって、装着者の発話中のみマイク A,B のパワー差が大きくなることから装着者の発話のみの検出が可能であると考えられる。

5 まとめ

他者との対話型コミュニケーション状況を定量的に把握するための行動認識センサを設計・実装した。また予備実験により提案センサ・システムの実現可能性を示した。今後、本研究での行動認識センサとデータ収集システムの実証実験を仙台市内のコミュニティセンターにおいて実施し、その有効性を検証する予定である。

謝辞 本研究の一部は、東北大学電気通信研究所における共同プロジェクト研究の援助を受けて実施した。

参考文献

- [1] Saito, M. et al.: Development of an instrument for community-level health related social capital among Japanese older people: The JAGES Project, *Journal of epidemiology*, Vol. 27, No. 5, pp. 221–227 (2017).
- [2] 伊藤優樹ほか: 高齢者の対話型コミュニケーション状況把握のための行動認識センサの設計, 研究報告マルチメディア通信と分散処理 (DPS), Vol. 2019, No. 8, pp. 1–7 (2019).
- [3] Olguín, D. O. et al.: Sensible organizations: Technology and methodology for automatically measuring organizational behavior, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, Vol. 39, No. 1, pp. 43–55 (2008).
- [4] 早川 幹ほか: ビジネス顕微鏡; 実用的人間行動計測システムの開発, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 96, No. 10, pp. 2359–2370 (2013).