

対話型コミュニケーションの状況を把握する 行動認識センサの性能評価

伊藤 優樹^{†1} 上野 正義^{†1} 高橋 大夢^{†1} 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

近年、対話型コミュニケーション把握の重要性が注目されている。対話型コミュニケーションとは、複数の参加者が発話などの表出行動により相互に伝達を行いながら、知見を得たり、新たな発想を創出したりするコミュニケーションである [1]。

被験者の対話型コミュニケーション状況を把握し分析する方法として、センサを利活用したデータ収集・分析手法が検討されている。センサは大別すると設置型と装着型に分けられるが、設置型センサを用いる手法は個人識別のためのコストがかかり、また俯瞰的にデータ収集を継続するためプライバシーに課題がある。一方、装着型センサを用いる手法は、設置型センサで挙げた課題を解決する一方、既存研究での装着型センサでは十分なセンシング精度を確保した上での小型化・省電力化と効率的なデータ集約手法に課題がある。

そこで本研究では、装着型センサを用いたコミュニケーション状況の効果的な把握を目的とした、行動認識センサおよびデータ収集システムを提案している [2]。本稿では、行動認識センサの消費電力等の動作性能の評価について述べる。

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]。これらの研究では、センサに搭載した1つの MEMS マイクを用いて発話状況の収集が行われていることから、対象者の発話状況収集の正確性に課題がある。また、対象者の位置検出や近接検出に Bluetooth や赤外線通信を用いているため消費電力が大きく、連続動作時間のために必要なバッテリーが大型化することから軽量のセンサの実現に向けて課題となる。そして、センサデータの回収が有線接続またはセンサに搭載した SD カードを取り出すなど手動で行われており、リアルタイムでの解析が不可であること、データ回収作業が煩雑であることなどの課題がある。

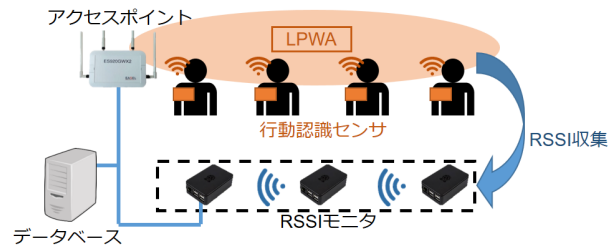


図1: 全体システム構成

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、装着型センサを用いたコミュニケーション状況の効果的に把握するための、行動認識センサおよびデータ収集システムを提案している。想定環境として、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の交流を想定し、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、胸部に装着するネームプレート型のセンサデバイスとし、発話状況、身体の動き、おおまかな位置を検出するとともに、効率的なデータ収集のため、省電力で広範囲通信が可能な LPWA 通信を用いた高頻度での連続データ送信を行う [2]。

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 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データベースに保存する。RSSI モニタは位置検出のため、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1つ以上設置し、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 行動認識センサの設計・実装

行動認識センサは、2つの MEMS マイクと加速度センサを搭載し、音源である口元からの距離により生じる音圧差により 他者の発話や環境音などの

Evaluating the Performance of Behavioral Recognition Sensor to Understand Interactive Communication Situations
Yuki Ito^{†1}Masayoshi Ueno^{†1}Hiromu Takahashi^{†1}
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

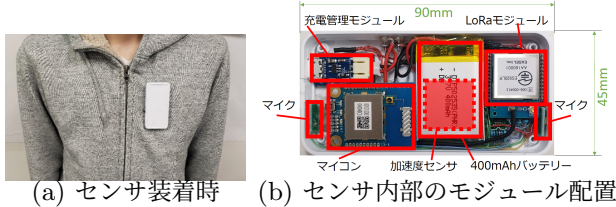


図 2: 実装した行動認識センサ

表 2: 設計した消費電流

モジュール	稼働時	待機時	duty 比	平均
加速度センサ	0.01 mA	—	1	0.01 mA
マイク	0.5 mA	—	1	0.5 mA
マイコン	5 mA	7 μ A	0.504	2.52 mA
LoRa	12 mA	1.5 μ A	0.014	0.17 mA
合計	—	—	—	3.20 mA

雑音の影響を除去した装着者の正確な発話状況を収集する。加えて、加速度センサにより身体の動きの情報を収集する。また、センサが送信する無線のRSSI 値から、RSSI モニタからの大まかな距離を推定する。行動認識センサに使用するセンサモジュールを表 1 に、実装したセンサを図 2 に、各モジュールのデータシートに基づいた 3.3 V 印加時の稼働時・待機時別の消費電流と、設計した各モジュールの稼働サイクルに基づく稼働時間と待機時間の比である duty 比, duty 比から算出した平均消費電流を表 2 に示す。なお、マイクは A/D 変換のための増幅・フィルタ回路を含めた値となっている。

実装したセンサ全体の大きさは H 90 mm \times W 45 mm \times D 12 mm, 重量は 46 g となった。すべてのモジュールの平均消費電流の合計であるセンサの平均電流は 3.20 mA となり、使用予定の 480 mAh のバッテリーでの稼働の場合、設計での稼働可能時間は 150 時間となる見込みである。

4 評価

実装したセンサの消費電力を測定し、行動認識センサの動作性能を評価した。消費電力の測定方法は、シャント抵抗の電圧降下をオシロスコープを用いて測定することで、各モジュールごとの稼働時、待機時それぞれの消費電流を算出し、加えて設計に基づいた duty 比での稼働がされていることを確認した。それぞれのモジュールへの電圧印加は 3.3 V とし、実測した各モジュールごとの消費電流の測定結果を表 3 に示す。

設計した消費電流と比較し、実装したセンサの電流消費量の実測値は全体的に若干増加しているこ

表 3: 実測した消費電流

モジュール	稼働時	待機時	duty 比	平均
加速度センサ	0.02 mA	—	1	0.02 mA
マイク	1.37 mA	—	1	1.37 mA
マイコン	6.88 mA	16 μ A	0.504	3.48 mA
LoRa	16.7 mA	68 μ A	0.014	0.30 mA
合計	—	—	—	5.17 mA

と、duty 比が設計通りであることを確認した。消費電流において、マイクにおいて設計の約 2.7 倍の消費電流が発生しており差が大きく生じた。これはマイク信号を増幅・フィルタ処理を行うアナログ信号処理部において設計より電流消費量が増加したものと考えられる。

実測した消費電力量に基づいたセンサ全体の電流消費量は 5.17 mA となり、設計と比較し実測値は 61% 増の消費電流量となった。既存研究のセンサ [3, 4] と比較して、それぞれ 86%, 20% の消費電流量となっており、使用予定の 480 mAh バッテリーによる連続稼働可能時間は 93 時間となる見込みである。

このことから、従来のセンサと比較し省電力化により小容量のバッテリー使用による軽量化と、長時間の稼働が可能である動作性能を持つことを実測により確認した。

5 まとめ

装着型センサを用いたコミュニケーション状況の効果的な把握を目的とした、行動認識センサおよびデータ収集システムを提案し、行動認識センサの消費電力等の動作性能を評価した。

今後、実装したセンサを用いた対話型コミュニケーション状況の検出および把握が可能であることを確認するための実験を予定している。

参考文献

- [1] 藤平昌寿: 対話型コミュニケーションにおける意識変化の調査手法に関する考察, 第 43 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 169–170 (2018).
- [2] 伊藤優樹ほか: 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における発話状況収集機能の評価, 第 28 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 257–261 (2020).
- [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).