

音声と三次元点群の複合センシングを活用した 屋内行動追跡システムの検討

西垣 茉奈 山本 寛

立命館大学情報理工学部

1. はじめに

現在、自然災害が併発する可能性が高まっていること、及び新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、避難所で密集状態を回避することや、感染が判明した際に、感染経路を辿ることの困難さが課題となっている。これまでに、屋内における人物の行動追跡方法として、BLE ビーコンを用いた手法や LiDAR を用いた人流計測手法[1]が提案されている。しかし、事前に十分な数のビーコン装置を確保することが難しく、通常使用しない装置を使用することは利用者のストレスの原因となることや、LiDAR を用いた手法では個人の識別を行うことが不可能であることが課題となる。

そこで本研究では、避難所の複数箇所に設置した LiDAR と音源方向の推定機能を備えたマイクによって計測したデータを解析することで、各個人の行動を追跡するシステムを提案する。具体的には、LiDAR による計測データを解析することで特定できる人の位置や移動履歴に対して、マイクによる計測データの解析結果をもとに、個人の識別子を紐づける機能を備えたシステムの実現を目指す。

2. 屋内行動追跡システム

提案システムの全体像を図 1 に示す。図のように、センサーは個人識別用と位置取得用に分類され、各センサーは解析サーバに解析結果を送信する。個人識別用センサーは 4 つの指向性マイクを搭載した小型ボードコンピュータ(Raspberry Pi 4)であり、事前に施設の受付で収集している音声データをもとに構築した、話者の推定を行う機械学習モデルと、検知した音声の音源方向を推定する機能を備えている。また、位置取得用センサーは LiDAR(Mid-70)を備えた小型ボードコンピュータ(Jetson Nano)であり、測定対象エリアの点群データを取得する。取得した点群データに対して、不要な点群の除去、クラスタリング処理、重心間距離の算出を行うことで、2 次元空間上での各人の位置を特定する(図 2)。加えて、エリア内の人数と接触の有無(距離が 2m 以下、など)を推定する。解析サーバは各センサーから受信した話者の識別情報と位置情報を、各データの取得時刻を基準として統合し、各個人の位置や移動履歴を管理者 PC に対して可視化する。

3. 性能評価実験

提案システムの有効性を評価するため、44 名の被験者を対象として、話者識別と接触判定の各機能を対象とした事前実験を行い、それぞれ 84.0%と 88.2%の精度で推定でき



図 1. 屋内行動追跡システムの全体像

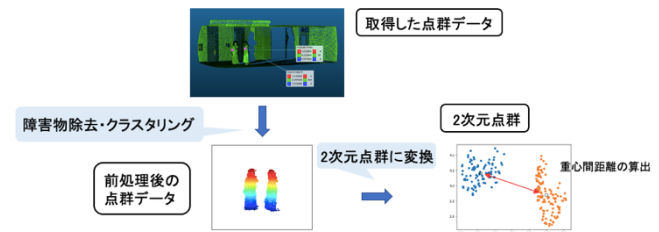


図 2. 点群データ解析の流れ

表 1. 個人の位置判定の性能評価

データ種類	データ数	接触判定(%)	話者識別(%)
接触	5	60	0
非接触	6	83	0
合計	11	75.0	0

ることを明らかにしている。また、実際の環境を想定したエリアにて、2 人を観測対象として 2 つの機能を同時に使用し、実証実験を行った結果を表 1 に示す。本実験より、マイクを設置した床付近の振動を雑音として拾ったことで話者識別には誤推定が発生しているが、接触判定は高い精度で実現できていることが分かる。

4. まとめと今後の予定

本研究では、マイクと LiDAR を用いた、デバイスフリーな屋内における各個人の行動追跡システムを提案した。今後はマイク以外にドップラーセンサなども利用し、個人識別の精度を高める手法を検討する。

参考文献

- [1] 秦淑彦, 他, “二次元ソリッドステート LiDAR を用いた人流計測に関する検討”, 情報処理学会 第 78 回全国大会講演論文集, Vol.2019-MBL-90 No.34, 2019 年 3 月.