

# LiDAR を用いたオフィスにおける人流計測と 執務者の在離席検知システムの構築 -実環境へのシステム導入-

新井 友輔

Yusuke ARAI

## 1 はじめに

近年、執務者の生産性とオフィスレイアウトの関係性が注目されている<sup>1)</sup>。執務者の生産性とオフィスレイアウトの関係性を探るためには、オフィスにおける執務者の活動を定量的に計測し、評価した結果を蓄積していく必要がある。しかし、目視やアンケートによる調査はコストがかかり、長期間の調査が困難である。また、執務者の正確な移動軌跡を記録することが不可能という欠点がある。そこで本研究では、執務者の活動を計測する方法の一つとして、LiDAR を用いた人流計測と執務者の在離席検知を行うシステムを提案する。

## 2 LiDAR を用いた人流計測と執務者の在離席検知システム

### 2.1 システムの構成

本研究で構築するシステムに使用する LiDAR は、レーザ光を用いて対象物までの距離を計測するセンサである。本研究で使用する LiDAR は、SLAMTEC 社の RPLIDAR A2M8 である。

本システムは、各 LiDAR を接続した制御用 PC とサーバ用 PC を一つのネットワークに接続して構成する。本システムで用いる LiDAR は水平にしか計測できないため、LiDAR を設置する高さに注意する必要がある。本システムでは立って動いている執務者を計測するため、1.4m の高さに設置した LiDAR (以下、人流計測用 LiDAR) と、執務者の在離席を検知するため、0.9m の高さに設置した LiDAR (以下、在離席検知用 LiDAR) を併用した。

### 2.2 LiDAR を用いた執務者の位置と移動軌跡の推定

本システムは、複数台の LiDAR を用いて取得した計測値を統合し、執務者の位置推定を行う。まず、各 LiDAR に接続された制御用 PC は、LiDAR が取得した計測値をサーバ用 PC に送信する。サーバ用 PC は、送信された計測値から壁などの執務者以外の背景から得られる静止点を除外し、執務者から得られる動点を抽出する。

次に、抽出した動点を執務者ごとの塊に分け、1 人の執務者につき 1 つの中心点を求める。このとき、サーバは求めた執務者の中心点のうち、一定の閾値以内に別の

中心点があれば、それらの平均点を同じ執務者として処理を行う。本研究では成人男性の 95 % の肩幅が 50cm 以下であることから、閾値を 50cm とした<sup>2)</sup>。

最後に執務者の移動軌跡を求める。執務者の中心点の近傍に、時系列的に一つ前の執務者の中心点があれば移動軌跡の作成を行う。これらの処理を LiDAR が 1 回転するごとに繰り返し行う。これによりトラッキングの処理を行う。

### 2.3 LiDAR を用いた執務者の在離席検知

本システムでは、執務者の位置推定および移動軌跡推定と同時に在離席検知を行う。Fig.1 に執務者を検知した LiDAR の種類とシステム上の執務者の在離席状態の関係を示す。

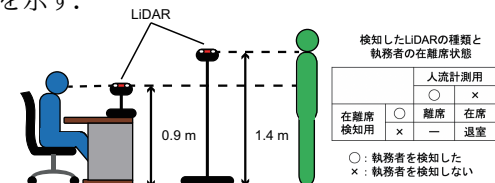


Fig. 1 LiDAR による執務者の在離席検知

人流計測用 LiDAR は立っている執務者の中心位置を、在離席検知用 LiDAR は立っている執務者と座っている執務者の両方の中心位置を計測する。サーバは複数台の LiDAR の結果の統合を行う際、人流計測用 LiDAR と在離席検知用 LiDAR が取得した執務者の中心位置を比較する。そして、在離席検知用 LiDAR のみが計測した執務者の中心位置を、執務者が着席した中心位置とする。

## 3 提案システムの動作確認実験

### 3.1 実験概要

構築したシステムが執務者の現在位置と移動軌跡および在離席状態を正しく検知するか検証を行った。検証方法として、システムの UI 画面とビデオ撮影した動画を目視により比較した。このとき、UI 画面に立っている執務者は緑の正方形を、座っている執務者は赤の正方形をプロットした。また、移動した執務者の移動軌跡を数秒間曲線で表示し、各席における執務者の在席時間を表示した。実験を行った場所は同志社大学香知館 111 号室である。実験環境平面図を Fig.2 に示す。

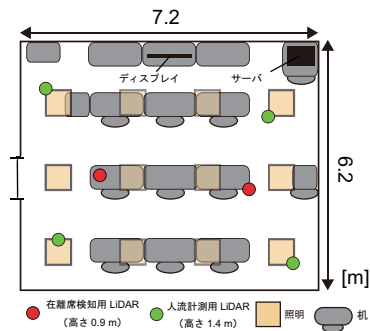


Fig. 2 実験室のレイアウトと LiDAR の設置位置

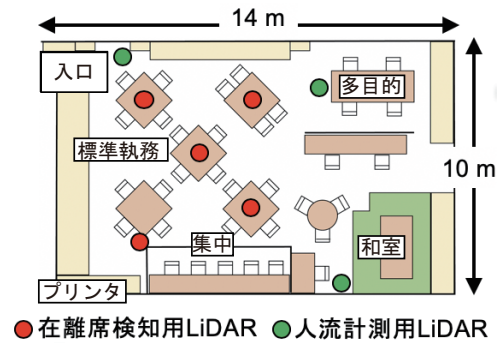


Fig. 4 実験で使用した執務環境

### 3.2 実験結果および考察

システムのトラッキング画面を Fig.3 に示す。システムのトラッキング画面とビデオ撮影した動画を比較した結果、システムが移動する執務者を追跡し、緑の正方形がと移動軌跡を示す曲線が表示されていることから、トラッキングが正しく行われていることを確認した。また、執務者が着席した際、トラッキング画面に赤の正方形が表示され、在席時間が増えていることを確認した。以上の結果から、構築したシステムは執務者の移動軌跡だけでなく、在離席状態を検知することを確認した。

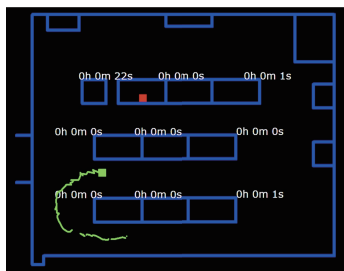


Fig. 3 システムの UI 画面

## 4 執務環境における人流計測実験

### 4.1 実験概要

構築したシステムが実環境で問題なく人流計測と執務者の在離席検知を行えるか検証する。実験を行った場所は同志社大学香館館 104 号室である。実験環境平面図を Fig.4 に示す。

検証方法として、トラッキングを行うために用いた執務者の位置情報を、時間帯ごとにログデータとして記録し、人流のヒートマップ化を行った。また、標準執務スペース 20 席に対して執務者の在離席検知を行い、在席時間を集計し各席の使用率を可視化した。

### 4.2 実験結果および考察

10 月 15 日の 9 時から 18 時の人流計測結果を Fig.5 に、標準執務スペース 20 席の使用率を Fig.6 に示す。

Fig.5 から、この日は出入り口から執務環境の奥中央付近にかけて多くの人流があることが分かる。また、一部の机周辺に人流が集中していることから、これらの机

に座っている執務者に対して用事がある執務者が多い、あるいは人気の高い机であるなどが推測される。本実験の計測結果から、執務環境における人流をヒートマップ表示により可視化することができた。

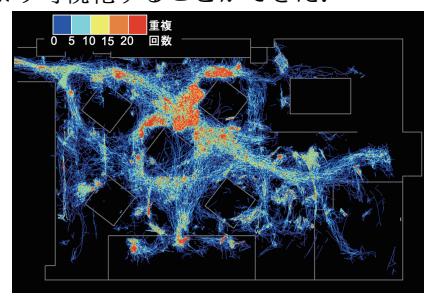


Fig. 5 10 月 15 日の 9 時から 18 時の人流計測結果

Fig.6 から、入口から最も遠い 4 席の使用率が最も少ないことが分かった。人流のヒートマップ表示と比較すると、執務者の出入りが多いため、作業するにあたって移動に手間がかかり使用者が少なかったと推測される。

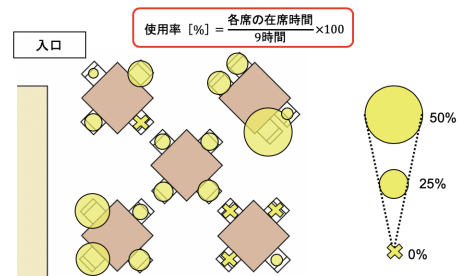


Fig. 6 10 月 15 日の 9 時から 18 時の席の使用率

## 5 結論

本研究で構築したシステムを利用することで、執務者のプライバシーを侵害することなく、人流の可視化と執務者の在離席検知を同時に行うことが可能であることを確認した。

## 参考文献

- 金子 弘幸, レーザセンサによる行動モニタリングデータを用いた時空間活動パターン抽出, 日本建築学会計画系論文集 第 80 巻 第 712 号, 2015-06, pp.559-566
- AIST 人体寸法・形状データベース, <https://unit.aist.go.jp/hiri/dhrg/ja/dhdb/91-92/data/search7.html>, 参照 Dec.19 2018