

# LiDAR を用いた人流計測システムの作成と人流の可視化

池田 太郎

Taro IKEDA

## 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>。その関係性を探るため、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。執務者の活動を計測する方法の一つとして、LiDAR を用いた人流計測がある。しかし、コストなどの問題から LiDAR を用いた人流計測は、現在十分に行われていない。そこで本研究では、コモディティ化した LiDAR を用いた人流計測により、オフィスにおける人流の可視化を行うことを目的とする。

## 2 LiDAR を用いた人流計測システム

### 2.1 使用する LiDAR

LiDAR とは、レーザ光を用いてセンサから対象物までの距離を計測するセンサである。LiDAR には、広範囲を高速に計測可能であるという特徴がある。

本システムで使用する LiDAR は、コモディティ化した LiDAR である SLAMTEC 社の RPLIDAR A2M8 である。Fig.1 に使用した LiDAR を示す。最大計測可能距離は 12 m であり、水平視野角は 360°である。レーザ光の水平方向の一回転の周期は 0.1 s で、一周あたり約 400 点の計測データを得る。計測データはセンサを中心とする距離と角度のデータである。

本研究で用いる LiDAR は水平方向のみ計測できる。そのため、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いる人を計測するため、LiDAR を 1.3 m の高さに設置した。この高さは本研究で実験を行った執務環境において、最も身長の高い人が椅子に座った時の高さより高く、最も身長の低い人が立った時よりも高くなるように設定した。

### 2.2 人流計測システムの構成

本システムは主にトラッキングとログデータの可視化の 2 つの機能に分けられる。

トラッキングは LiDAR による計測結果から人の中心位置の推定を行い、推定結果をサーバへ送信する。サーバは複数台の LiDAR から人の中心位置の情報を受け取り、複数台の LiDAR の結果の統合を行う。1 点の中心位置から一定の閾値以内に別の中心位置があれば、同じ人として処理を行う。本研究では成人男性の 95% の肩幅が 50 cm 以下であることから、閾値を 50 cm とした<sup>2)</sup>



Fig. 1 RPLiDAR A2M8

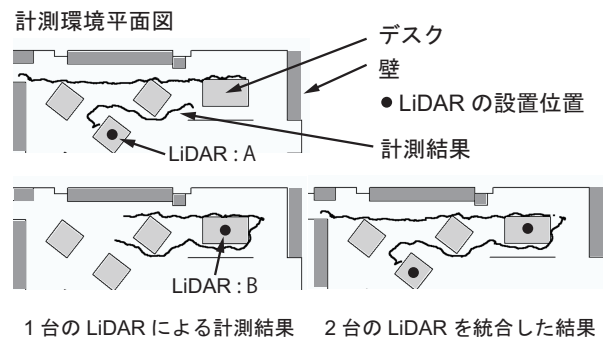


Fig. 2 LiDAR による計測結果と 2 台の統合結果の一例

Fig.2 の左側に LiDAR A, B それぞれの計測結果、右側に LiDAR A, B の計測結果をサーバで統合した結果を示す。Fig.2 から、1 台のときに比べて広範囲の計測が可能であることがわかる。

ログデータの可視化はヒートマップ状に表示を行う。ログデータをヒートマップ状に可視化を行うためには、データの補正を行う必要がある。これは、LiDAR を用いての計測値は離散的な値になるためであり、計測の一周期間に移動した分のデータを埋めることによりデータの補正を行う。

## 3 LiDAR を用いた位置推定精度検証実験

### 3.1 実験概要

本システムの精度を明らかにするため、人の位置推定精度検証実験を行った。実験方法としては、LiDAR から 1, 2, 3 および 4 m の位置に重心が来るよう人が立ち、位置推定を行った。実験は各位置に対して、人が正面を向いたとき、左を向いたとき、後ろを向いたとき、右を向いたときの 4 パターンの計測を行った。計測回数はすべての距離とパターンの組み合わせで 10 回ずつ行っている。この位置推定結果と実際の距離との誤差と誤差の標準偏差を求めることで、精度の検証を行った。

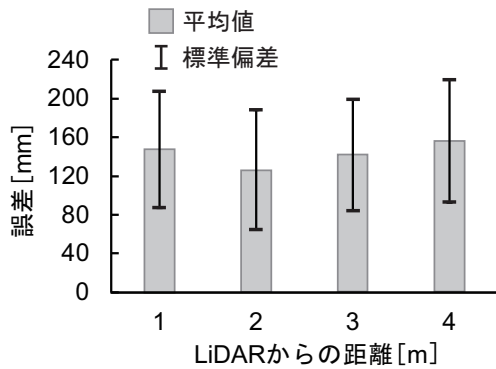


Fig. 3 LiDAR による位置推定結果

### 3.2 実験結果および考察

実験結果を Fig.3 に示す. Fig.3 は各距離に対して人が正面, 左, 後ろ, 右を向いたときの 4 パターンすべての位置推定結果を用いて算出した誤差の平均値と標準偏差のグラフである. 実験結果より, 人の位置推定の誤差は計測範囲 4 m 以下のとき平均値が 160 mm 以下, 最大値が 306 mm であることが分かった. この精度は, オフィス用のデスクの中でも小型のデスクである幅 700 mm, 奥行き 700 mm のデスクを考えたとき, 誤差がデスクの大きさに比べて十分小さいため, 人がデスクの左右どちらを通るかを判断可能である. そのため, 本システムはオフィスにおける人流計測に十分使用可能である.

誤差が大きくなる要因として, LiDAR は人の表面との距離を計測しており, 人の重心との間に差が生じるためだと考えられる. この差は人の体格を考慮し, 補正を行うことで軽減できる.

## 4 執務環境における人流計測実験

### 4.1 実験概要

本システムがオフィスの環境改善を行うための効果検証に使用可能であることを確認するために, 2018 年 10 月 18 日の朝 9 時から 18 時まで, 本研究室の執務環境において 1 台の LiDAR による人流計測実験を行った. 人流計測実験を行った執務環境を Fig.4 に示す.

### 4.2 実験結果および考察

実験を行った執務環境における人流計測結果を Fig.5 に示す. 本システムによって, Fig.5 のように執務環境において従来計測されなかった人流を計測し, 可視化を行うことができた. P 点のオフィスグリコや Q 点のプリンタ, 特定のテーブル付近に多くの人流が生じており, 多くの人が集まるマグネットポイントとして機能していることを計測により可視化できた.

本実験での計測結果から, S 点の出入口から P 点のオフィスグリコまでの大きな人流が見られた. しかし, 人の移動を個別に確認したところ, 出入口からオフィスグ

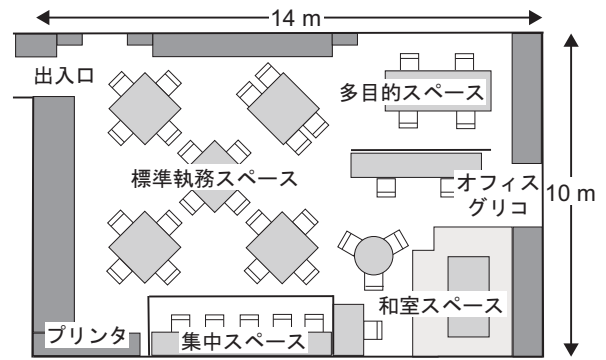


Fig. 4 実験で使用した執務環境

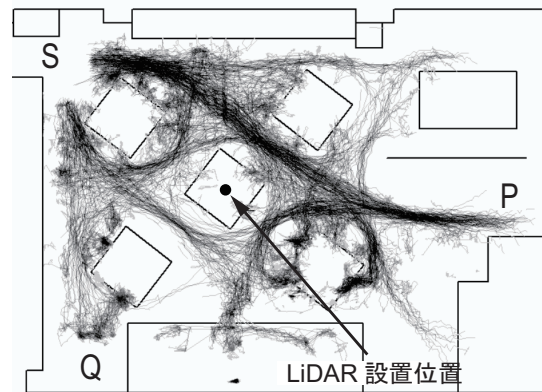


Fig. 5 10 月 18 日の 9 時から 18 時の人流計測結果

リコまで直接移動する人は少ないことが分かった. そのため, 本システムでは, 大きな人流は可視化できるが, 実際にどこからどこに移動しているのかは, 可視化できないことが明らかになった. これについては今後の課題としたい. また, 出入口付近の計測ができていない. これは, デスクの前に椅子が置かれており, その後ろが本システムの人流計測可能距離より遠いためである. 人流計測可能距離の問題は, 設置する LiDAR を増やし, 複数台の LiDAR を統合して計測を行うことで解決できる. そのため, 今後は設置する LiDAR を増やして計測を行いたいと考えている.

## 5 今後の展望

今後は, 複数台の LiDAR を統合した人流計測システムを用いて, より広範囲の計測を行う. その結果から曜日や時間帯ごとの人流の変化や, 執務環境のレイアウト変更が人流に与える影響を検証する.

## 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