

LiDARを用いたオフィス内人流計測システムによる オフィス環境の改善

池田 太郎[†] 三木 光範[†] 坂東 航^{††}

[†]同志社大学工学部 ^{††}同志社大学大学院理工学研究科

1 はじめに

近年、オフィス環境を計測し、評価を行うことが注目されている [1]。オフィス環境の計測方法の一つとして、LiDARを用いた人流計測がある。しかし、LiDARを用いた人流計測は、従来十分に行われていない。本研究では、コモディティ化したLiDARを用いて人流計測を行うことにより、執務環境における人流の可視化とオフィス環境の改善を研究の目的とする。

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。図1に使用したLiDARを示す。最大計測可能距離は8 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は水平計測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1.4 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、最も背の高い人が椅子に座った時の高さより高く、最も身長の高い人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



図1: 使用したLiDAR

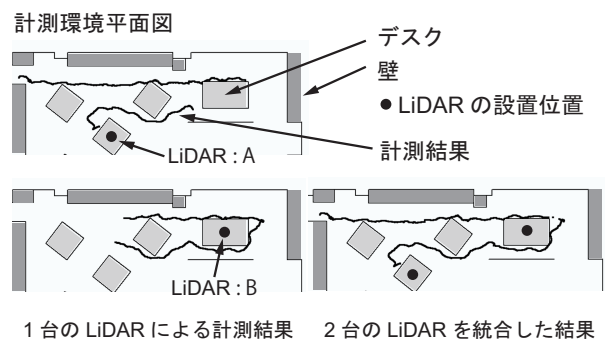


図2: LiDARによる計測結果と2台の統合結果の一例

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、閾値を半分の25 cmとした [2]。図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。図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な人が立ち、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パターンの計測をおこなった。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

Improvement of office environment by in-office person flow measurement system using LiDAR

[†] Taro IKEDA (tikeda@mikilab.doshisha.ac.jp)

[†] Mitsunori MIKI

^{††} Wataru BANDO

Doshisha University ([†])

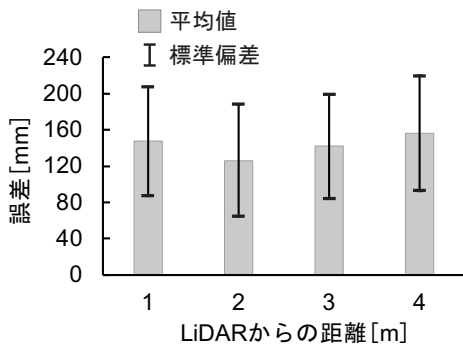


図 3: LiDAR による位置推定結果

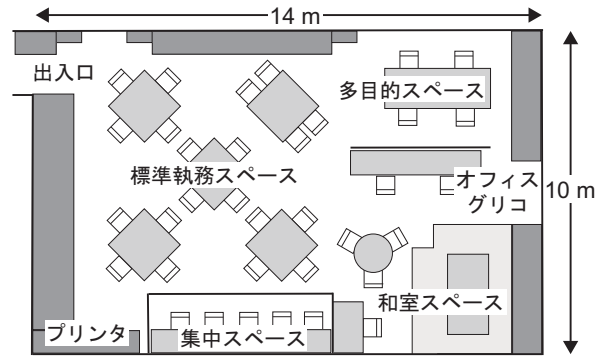


図 4: 実験で使用した執務環境

の検証を行った。

3.2 実験結果および考察

実験結果を図3に示す。図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4m以下のとき平均値が160mm以下、最大値が306mm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700mm、奥行き700mm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、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図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、ある日の人流計測結果を図5に示す。本システムによって、図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、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することができた。それらの計測結果とヒアリング結果をもとに執務環境の

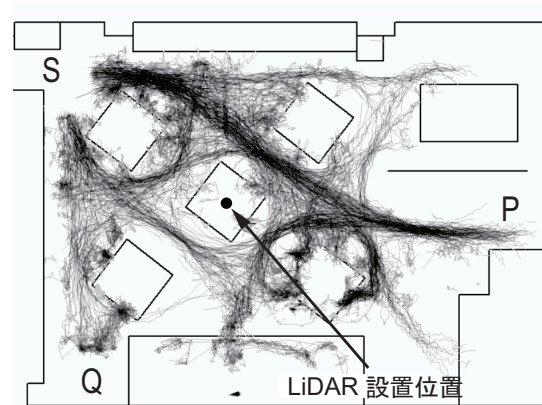


図 5: ある日の人流計測結果

レイアウトの変更を行った。ここでは紙数の都合上、結果を示さないが、レイアウトの変更により人流が変化することを確認した。

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、どこからどこに移動が生じている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。

参考文献

- [1] 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
- [2] 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