

# LiDAR を用いた人流計測システムにおける固定物の自動除去

板倉 慧汰

Keita ITAKURA

## 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調査するためには、オフィスにおける執務者の活動を定量的に計測し、評価を行う必要がある。従来のオフィスレイアウトにおける執務者の活動の調査は目視やアンケートによって行われていた。しかし、目視やアンケートによる調査はコストがかかり、長期間の調査が容易ではない。また、欠点として被験者の正確な移動軌跡を記録できないことが挙げられる。

そこで、我々の研究室ではオフィスにおける執務者の活動を計測する方法の一つとして、LiDAR を用いた人流計測システムを提案した<sup>2)</sup>。別の手法としてカメラを使用した人流計測も存在するが、オフィスにおける人流計測を行うためプライバシーを考慮する必要がある。そのため提案手法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目的とした。提案システムにより従来調査が不可能であった長期間の執務者の移動軌跡の計測や、プライバシーを侵害しない人流計測が可能になった。また、従来の人流計測システムでは距離計により正確なオフィス空間の座標情報を計測する必要があった。また、オフィスレイアウトの変更への対応が容易ではない。したがって本研究ではオフィスへの人流計測システムの導入の簡易化を目的とし、固定物を自動的に除去する機能を検討する。

## 2 LiDAR を用いた人流計測システム

### 2.1 LiDAR

LiDAR (Light Detection and Ranging) は、レーザー光を用いてセンサから対象物までの距離と角度を計測するセンサである。LiDAR には、カメラと比較して、より広範囲を高速に計測可能という特徴がある。

本システムでは、コモディティ化した LiDAR の中で安価な SLAMTEC 社の RPLIDAR A2M8 を使用する。

### 2.2 LiDAR を用いた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人流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、計測結果の統合を行う。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った場合、同一の執務者として処理を行う。本システムでは成人男性の95%の肩幅が50cm以下であるため、50cm以内の異なる点は同一執務者とした。また、同一の執務者が移動した場合、移動した軌跡を任意の時間表示する。本研究では、成人男性がジョギングを行う速度が7km/hであることから、移動距離が0.1sの移動距離である20cm以下の場合、同一の執務者として処理を行う。

オフィスの人流ログデータはヒートマップで可視化を行う。しかし LiDAR の計測値は離散値であるため、オフィスの人流ログデータをヒートマップで可視化を行うためには、離散値間のデータの補完を行う必要がある。LiDAR の計測周期の間に人が移動した分のデータを補正することによりデータの補完を行う。

## 3 人流計測システムにおける固定物除去

本システムでは LiDAR の制御を行う制御用 PC とし、Raspberry pi 3 Model B+を使用した。固定物の除去は制御用 PC で行い、システム起動時に固定物の計測を行う。新たに計測された座標が固定物より LiDAR 側にある場合のみ、計測された座標を執務者であると定義し、座標情報をサーバへ送信する。

## 4 執務環境における計測実験

### 4.1 実験概要

同志社大学の執務環境において人流計測実験を行い、提案システムが正常に動作し、オフィスの環境改善を行う際の効果検証に使用可能であることを確認する。また本実験は人流計測システムにおける従来の固定物除去と作成した固定物自動除去が同程度の固定物除去能力を有するか確認することも目的としている。

実験方法として、同志社大学の執務環境において従来の人流計測システムと提案システムによる人流計測を行い、人流ヒートマップを1時間ずつ生成し比較を行った。

### 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、従来の人流計測システムによる人流計測結果を Fig.1 に、提案システムによる人流計測結果を Fig.2 に示す。色波長が長いほど、より多くの人が通っていることを表している。提案システムによって、Fig.1, Fig.2 のように、執務環境において人

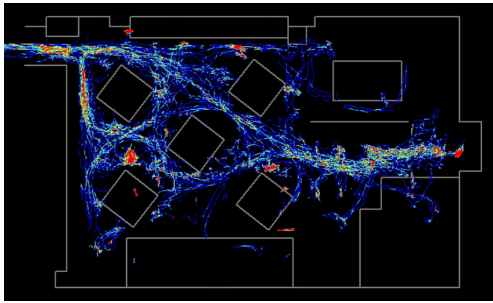


Fig. 1 従来の人流計測システムによる人流計測結果

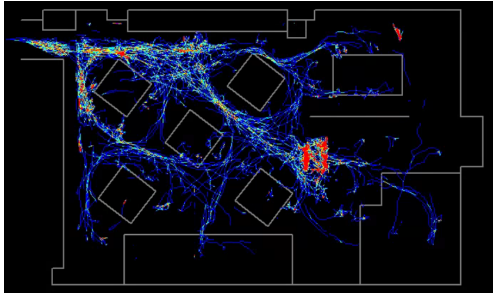


Fig. 2 提案システムの人流計測結果

流を計測し、可視化した。

Fig.1 と Fig.2 を比較したところ、システムは正常に計測を行っており、従来手法では除去し切れなかった点も除去が可能になった。しかし従来の固定物除去は直線的に固定物の座標指定していることに対し、提案手法は曲線的に指定しているため、自然な人流計測を可能にしていることがわかる。以上より、作成した固定物自動除去機能及び、改良後の人流計測システムは執務環境において人流計測を行うに十分な精度であることを示した。

## 5 実オフィス環境における計測実験

### 5.1 実験概要

実オフィスとして、東京都丸の内にある三菱地所が運営する 3x3 Lab Future において人流計測実験を行った。実オフィス環境下で作成した固定物自動除去機能が正常に動作し、提案システムが、オフィスレイアウトの改善を行う際の効果検証に使用可能であることを確認する。また、本実験は従来の人流計測システムと提案システムの固定物除去方法の比較を行い、同程度の固定物除去能力が有するか確認することも目的としている。

今回計測をおこなった執務環境では、同志社大学内の執務環境と同様にノンテリトリアルオフィスが導入されている。実験方法として、3x3 Lab Future 内の執務環境において従来の人流計測システムと提案システムによる人流計測を行う。本計測により、人流ヒートマップを生成し、目視により比較を行った。本研究では、執務者の執務時間における人流を計測するため、9時から18時までの9時間の表示を行った。

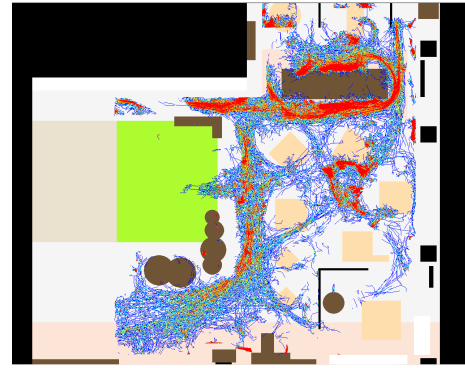


Fig. 3 実オフィス環境における従来の人流計測システムによる人流計測結果

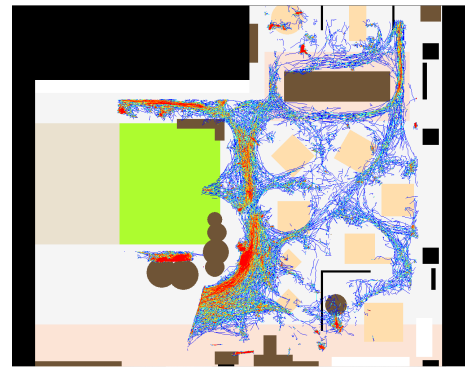


Fig. 4 実オフィス環境における提案システムによる人流計測結果

### 5.2 実験結果および考察

実オフィスにおける、従来の人流計測システムによる人流計測結果を Fig.3 に、提案システムによる人流計測結果を Fig.4 に示す。Fig.4 では画面左下のハイカウンターの位置に展示物が設置されているため、出入口付近の人流が計測できていない。上記のことを考慮し Fig.3 と Fig.4 を比較したところ、システムは正常に計測を行っており、従来手法では除去し切れなかった点も除去が可能になった。以上より作成した固定物自動除去機能及び、提案システムは執務環境において人流計測を行うに十分な精度であることを示した。

## 6 結論

本実験では、オフィス環境における LiDAR を用いた人流計測システムにおける固定物除去を行った。本実験の結果から、固定物を除去することによって新たな執務環境への導入がより容易になることが示された。

## 参考文献

- 金子弘幸, 大佛俊泰, 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,
- 池田太郎, 三木光範ら, LiDAR を用いた人流計測システムの作成, 同志社大学ハリス理化学研究報告, Vol. 60, No.3, pp.40-44 (2019).