

複数台 LiDAR と複数 UAV を用いた人物追従システムに関する研究

A study on human tracking system using multi-LiDAR and multi-UAV

蒔田 大悟
情報処理領域

1. はじめに

カメラ画像を利用して人物の追従を行う絵研究が多数行われており、監視などのセキュリティに関する用途、災害が発生した際の救助活動、様々な分野に向けての応用が期待される。本研究では限られた領域で活動する複数の人物

2. 関連研究と先行研究

カメラ画像とレーザ測域センサ (LiDAR) を利用して人物を追従する研究として西川らは、グラフ最適化アルゴリズムに基づく複数カメラを使用した多人数トラッキングシステムを開発し、人物の追従精度は計算時間を評価している。Bethkeらは、地上に存在する撮影対象に対して複数の UAV を使用して追従し、各 UAV の位置情報と UAV の撮影画像から、撮影対象の位置と速度の導出を行っている。[1] Bajracharya らは、地上を移動するロボットに LiDAR を搭載し、LiDAR から得られた点群情報から歩行者の認識と追従を行う。[2]

これらの関連研究を踏まえて、先行研究として佐々木らは地上に設置した LiDAR と UAV に搭載したカメラを連動させて、地上で移動している複数の人物をモニタリングするシステムを提案している。[3] 本研究では、佐々木らの行った研究をより最適なものにするために、LiDAR を複数に増設するための手法とオクルージョンが発生した場合の撮影位置の補完を行うための手法の提案を行う。

3. RTK - GPS 測位

複数台の LiDAR を用いて人物認識を行うとき、各 LiDAR から得られた人物情報を正確に統合する必要がある。そのためには正確な LiDAR の位置情報が必要になる。よって本研究では、LiDAR に GPS センサを搭載することで位置情報を取得する。

一般的に GPS センサを使用し位置情報を取得するために用いられている単独測位という演算方法は、誤差が数 m から数十 m の範囲で発生し、正確な人物の追従に使用することは難しい。そのため今回は RTK-GPS 測位という手法を使用して位置情報の演算を行う。

RTK - GPS (Real-Time Kinematic GPS) 測位とは、位置が分かっている移動しない基地局と位置情報を取得しようとしている移動局 (Rover) で同時に GPS 観測を行い、基準局で観測したデータを移動局でリアルタイムにデータを送信し、基準局の位置に基づいて移動局の位置情報を取得する方法である。単独測位の誤差が数 m から数十 m の範囲で起こるのに対して、RTK - GPS 測位

の発生誤差は数 cm に収まる。

3.1. 複数台の LiDAR での人物認識

LiDAR を複数利用して人物認識を行う場合、それぞれの LiDAR で捉えた人物を同一の座標系に統合する (マージする) 必要がある。2 台の LiDAR で 1 人の人物を捉えたときに、データを統合する際に 2 人の人物と間違えて統合しないようにしなければならない。

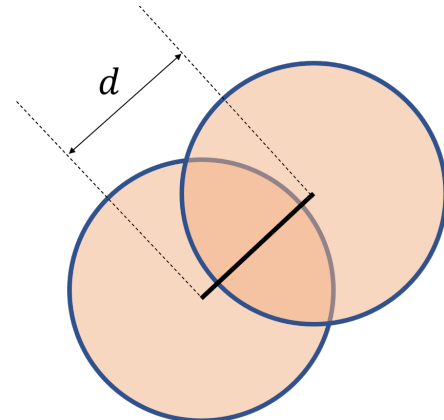


図 1 2 台の LiDAR が認識した人物の円

LiDAR が認識した人物を示す 2 円の中心の距離を d と置き、1 つの円とみなす円の中心距離の最大値を d_{max} とすると $d < d_{max}$ のときに 2 つの円は同一人物を認識していると見なし 1 つの円に統合する。

3.2. オクルージョンが発生した場合の撮影計画の補完

LiDAR の設置位置と人物の位置関係から LiDAR が物体を認識することのできない領域を推定することができる。この領域をオクルージョンエリアと定義する。オクルージョンエリアは人物の円に対して LiDAR の座標を通る 2 本の接線を考え、2 接点を結んだ線と 2 本の接線、人物の移動可能範囲の境界に囲まれる領域になる。オクルージョンエリアに撮影ベクトルを付与するために架空の人物 (ダミー) を配置することで UAV がその領域を撮影できるようにする。ダミーの座標の位置は、LiDAR と人物を表す円の中心座標を結ぶ直線と人物移動可能範囲の領域との交点を導出し、その交点の座標と人物の円の中心座標の midpoint に設定する。LiDAR の座標を x_{lidar}, y_{lidar} 、人物の円の中心座標を x_{person}, y_{person} とすると 2 点を結ぶ直線の方程式は式 (1) で求めることができる。式 (1) の方程式より境界の座標を代入することにより交点の座標が求められる。1 人の人物に対して 1 つのダミーが生成されるためダミーを含めた人物の数は、LiDAR が認識している人物の

数を n 人とする、撮影ベクトルを付与される人物とダミー人物の合計の数は $2n$ となる。

$$y = \frac{y_{person} - y_{lidar}}{x_{person} - x_{lidar}}x + \frac{x_{person}y_{lidar} - x_{lidar}y_{person}}{x_{person} - y_{lidar}} \quad (1)$$

4. 実環境におけるシステム構築

本研究では、ロボット用のソフトウェアプラットフォームである Robot OperationSystem(ROS)を利用している。全体的なシステムは佐々木らが使用していたものとほぼ同じであるが、LiDAR の情報を有線でホスト PC に送信していたところを RaspberryPi 経由で無線通信に切り替えた。図 2 は今回構築したシステムの概略図である。

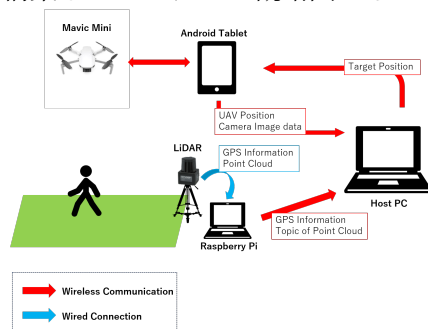


図 2 通信モデル

5. 実機実験と考察

5.1. ダミーを配置したときの撮影計画

5.2. 2 台の LiDAR 情報のマージ

6. まとめ

参考文献

- [1] Bethke B, Valenti M, and How J, “Cooperative vision based estimation and tracking using multiple UAVs”, Advances in cooperative control and optimization, pp.179–189, 2007.
- [2] M Bajracharya, B Moghaddam, A Howard, S Brennan, and L H Matthies, “A Fast Stereo-Based System for Detecting and Tracking Pedestrians from a Moving Vehicle.”, The Int’l J. Robotics Research, Vol.28, pp.1466–1485, 2009.
- [3] 佐々木徹 “地上設置 LiDAR と複数 UAV を用いた人物追従システムに関する研究”, 大阪市立大学 修士論文, 2019