

# LiDAR 情報とスマートフォン情報の統合利用による 歩行者の位置及び属性情報検出システムの構築

北村 紗野<sup>†</sup> 渡辺 陽介<sup>‡</sup> 高田 広章<sup>§</sup>

名古屋大学工学部<sup>†</sup> 名古屋大学未来社会創造機構<sup>‡</sup> 名古屋大学大学院情報学研究科<sup>§</sup>

## 1. はじめに

近年、都市と地方がそれぞれ抱える交通の諸問題を解決するために、MaaS(Mobility as a Service)の導入を進める動きがある[1]。MaaSにおけるサービスの一つとして、スマートフォンアプリでライドシェアサービスの自動運転車を呼ぶと、乗客の目の前まで迎えに来るなどが考えられる。これには歩行者を特定する属性情報と高精度な位置情報が必要になる。

現状で歩行者の情報を検知する手段には、安全運転支援システム(DSSS)[2]などで使用される道路インフラ側の歩行者検知センサや、スマートフォン搭載のGPSが存在する。歩行者検知センサは高精度に位置を検知することができる。スマートフォンはGPSによる10m前後の誤差がある位置情報と持ち主の属性情報を発信できる。

高精度な位置情報と、スマートフォンによる位置情報の紐付けができれば、歩行者の高精度な位置と属性情報を取得でき、上記のようなサービスも実現できると考える。本稿では、LiDARとスマートフォンを統合利用し、歩行者の高精度な位置と属性情報を検出するシステムの構築について述べる。

## 2. 提案するシステムの概要と構成

### 2.1. 想定する環境と出力

インフラセンサ周辺にスマートフォンを持った歩行者が存在するとき、インフラセンサが検知した物体の位置情報と、GPS発信源の歩行者である確率および歩行者の属性情報を出力する。

### 2.2. 使用するセンサ機器

#### 2.2.1. インフラセンサ

インフラセンサとは、走行中の運転支援システム搭載車や自動運転車に、周辺の交通状況に

関する情報を提供する、路側に設置されたセンサである。今回はLiDARを使用した。

LiDARは、物体の高精度な位置情報を取得できるが、その物体が何かという情報は含まない。今回はVelodyne社のVLP-16 Hiresを使用する。

#### 2.2.2. スマートフォン

歩行者が持つスマートフォンから位置情報と属性情報を取得する。位置情報はスマートフォン内蔵のGPSから取得する。誤差は10m前後存在する。また、スマートフォン端末の識別子により個人を区別することが可能である。属性情報は別アプリで事前に入力済のものを利用可能であると想定する。今回の開発では端末としてGoogle Pixel 3を使用する。

### 2.3. システムの構成

図1にセンシングとマッチングの様子を示す。システムは、インフラセンサとスマートフォンからセンサデータを受信し、それぞれ必要な前処理を施し、最後にデータをマッチングすることで歩行者の位置情報と属性情報を取得する。

図2にはシステムの構成図を示す。システムはROS[3]のパッケージ群として構成する。センサデータの受信、処理を施したデータの送信などはROSの機能であるTopic通信で実現している。

センサデータの統合の前処理の一部には、自動運転開発のための、ROSベースのオープンソースソフトウェアのAutoware[4]の機能を使用する。

### 2.4. LiDAR データと GPS データ統合の前処理

#### 2.4.1. LiDAR データに対する前処理

統合のための前処理として、LiDAR データに対して、クラスタリングと座標変換を行った。

クラスタリングとは、点と点の距離がしきい値以下なら同じ物体に反射された点だとみなし、同じ物体を表す点ごとに、クラスターというグループに分けることである。この処理には、Autowareの機能の一つであるeuclidean cluster detectを使用する。

A detection system of pedestrian location and attribute combining LiDAR and smartphone

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, Nagoya University

<sup>‡</sup>Institute of Innovation for Future Society, Nagoya University

<sup>§</sup>Graduate school of Informatics, Nagoya University

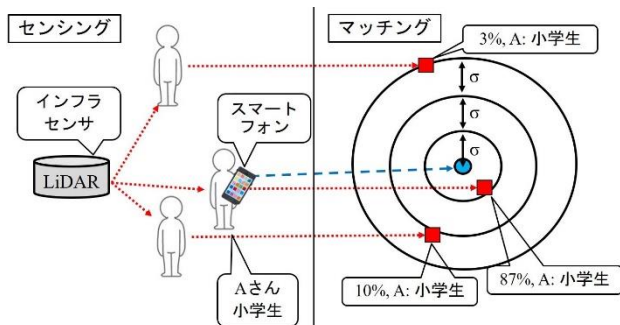


図 1. センシングとマッチングの様子

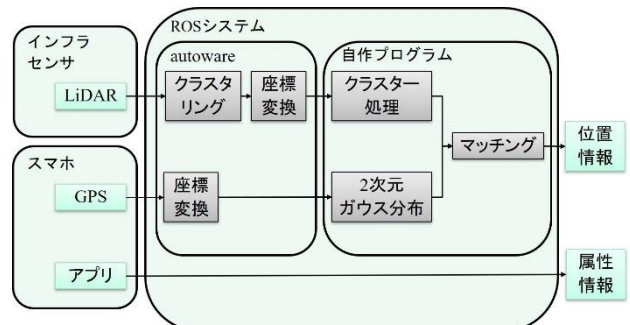


図 2. システムの構成

座標変換は、統合のために GPS のデータと座標系を合わせるために行う。もともと LiDAR が原点の座標系で表現されているデータを、平面直角座標系へ変換する。この処理には、Autoware の機能の一つの cloud transformer を使用する。

最後に図 2 のクラスター処理で、端点の距離によるフィルタリングと同一クラスターに属する点群の座標平均値の計算を行う。

#### 2.4.2. GPS データに対する前処理

LiDAR データとの統合で座標系を合わせるため座標変換を行う。GPS データはもともと地理座標系で表されるが、平面直角座標系へ変換する。

### 2.5. マッチング

#### 2.5.1. 概要

前処理を施した LiDAR データと GPS データを統合利用し、マッチングを行う。マッチングとは、LiDAR で検知した物体の大きさや位置情報と、歩行者が持つスマートフォンが発信した GPS の位置情報とを照合し紐付けることである。物体が GPS 発信源の歩行者である確率を計算し出力する。

#### 2.5.2. アルゴリズム

##### (1) GPS データによる 2 次元ガウス分布導出

GPS 発信源である歩行者の存在確率を表す確率密度関数を求め、それによって表現される 2 次元ガウス分布を考える。図 1 の三重円はガウス分布の俯瞰図である。確率密度関数に対して  $xy$  平面上のある範囲で積分すると、その範囲に歩行者が存在する確率を求めることができる。

確率密度関数は、GPS から取得した座標と共分散行列から求めることができる。GPS による鉛直方向のセンシング精度は非常に低いので、水平方向の位置情報のみ使用する。

ガウス分布の性質から、標準偏差を  $\sigma$  と表し、平均値から  $3\sigma$  の範囲内に歩行者が存在する確率は約 99.7% であるといえる。

#### (2) 物体が歩行者とマッチングする確率の計算

次に、ガウス分布の平均値から  $3\sigma$  の範囲内の、LiDAR が検知した物体に対して、GPS 発信源の歩行者である確率を計算する。この確率は、先述の確率密度関数を LiDAR が検知した物体の底面で積分することで求める。

今回は処理時間を抑えるために、同一クラスターに属する点群の、座標の平均値を中心とした一辺 1m の正方形の範囲に対して積分した値を、物体が GPS 発信源の歩行者である確率だとみなす。図 1 のガウス分布上の正方形は、この一辺 1m の正方形を表す。さらに積分を、正方形の中心の値を代入した確率密度関数の値が高さ、正方形が底面の直方体の体積に近似する。

### 3. 課題とまとめ

インフラセンサとスマートフォンを利用して、歩行者の高精度な位置情報と属性情報を検出するシステムの構築を提案した。現状、マッチング結果の精度の評価や、視覚的に分かりやすく表示する手段の用意などが課題として残っているので、今後は評価と改善を行う。

#### 謝辞

本研究の一部は、JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) による。

#### 参考文献

- [1]国土交通省 公共交通対策 都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会,  
[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei\\_transport\\_tk\\_000089.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei_transport_tk_000089.html)
- [2]VICs, <https://www.vics.or.jp/know/service/dsss.html>
- [3] 小倉崇, 「ROS ではじめるロボットプログラミング」, 工学社, 2015
- [4]安積卓也, 福富大輔, 徳永翔太, 橘川雄樹, 「Autoware :自動運転ソフトウェア入門」, リックテレコム, 2019