

# 自律走行台車を活用した不審者検知情報通知のための位置推定手法

澤野 雄哉<sup>†</sup> 永井 悠人<sup>‡</sup> 鈴木 孝幸<sup>†</sup> 清原 良三<sup>†</sup>

神奈川工科大学<sup>†</sup> 神奈川工科大学<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

大学の構内や、病院、役所関係など昼間はオープンで誰でも入れるが夜間は関係者以外立ち入り禁止の場所が多い。一方、こういった場所は入り口が多数あり、悪意なく誤って侵入することも多い。

こういった施設では犯罪抑止と悪意のない不正侵入者発見を目的に夜間に何度か屋外の巡回警備を実施することが多い。こういった巡回警備のコスト削減が課題となっている。

神奈川工科大学でも夜間に認知症の方を発見することが年に何度かあるなど巡回警備は必須であるがコスト的な課題がある。一方、昼間に学内の郵便配送業務に自律走行台車を利用する計画で開発中であるため、この台車を夜間に利用することで、巡回警備を実施できればコスト削減および巡回回数の増加につなげることができる。夜間の自律走行ロボットに必要な機能要件は以下の3点である。

- (1) 構内の屋外における人物の発見。ダイナミックマップによる障害物と人物の区別
- (2) 許可された人と不審者の区別
- (3) 発見時の位置特定と通報

(1) (2) に関しては我々の先行研究[1][2]に示すように、LiDAR(測距センサー)やBLEとスマートフォンを利用することで解決する予定である。本論文では(3)の自己位置推定に関して検討を行ったので報告する。

## 2 基礎検討

自律走行台車は、3D-LiDARを搭載し、自己が走行するための詳細マップは作成可能であるが、そのマップと人が分かりやすい位置情報との連携が必要となる。本論文では、複数の台車導入時などに3D-LiDARの仕様の違いや精度の違いなどでの不具合発生リスクなどを考慮し、警備モジュールのみで位置を推定する手法を検討することとした。

位置推定には様々な手法があるが、屋外では最もポピュラーな手法はGNSSの利用である。次に利用可能な手法としては決まった場所から無線電波の強度を測定することにより推定する手法、およびPDRのように出発地より自己の動いた距離と方向を積算することにより計算する手法である。

それぞれの手法にメリットデメリットがあるが、その場所の特性により適用すべき手法が変わると想定されるため、まずは基本的なデータを取得し検討を実施した。

### 2-1 GNSS に測定

Androidスマートフォンを利用し、図1に示すような神奈川工科大学の構内でスマホの基本機能を利用したアプリにより計測を実施した。建物は情報学部棟が13階建て、その他が6階建てであるため、マルチパスの影響や、見える衛星限られるため、30mほど誤差の生じる場所もあった。建物近くや、建物間、屋根のある場所では、10mから30mの誤差があり、GNSSを利用するだけでは位置の特定が困難であることがわかった。

### 2-1 BLE ビーコンの活用

神奈川工科大学では、各建物を入り口付近に複数のBLEビーコンを出力し、そのビーコンの情報を利用することにより、建物の情報などを表示し、オープンキャンパスなどに利用することを想定している。そのため、これらのBLEビーコンの活用の可否を調べるため、以下に示す実験



図1 神奈川工科大学情報学部棟付近

Location Estimation Method for Notification of Detection of people with automated Robotic Car

YUYA SAWANO<sup>†</sup>, YUTO NAGAI<sup>‡</sup>, TAKAUKI SUZUKI<sup>†</sup>, RYOZO KIYOHARA<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Kanagawa Institute of Technology

<sup>‡</sup>Graduate School of Kanagawa Institute of Technology

\*

を行った。

BLE ビーコンを情報学部棟入り口付近の柱に設置し、5m と 10m の距離に立ち RSSI を一分間測定し、以下の式(1)から距離を求めた。

$$\text{距離} = 10^{((TxPOWER-RSSI)/20)} \quad (1)$$

20 という数値は阻害がない場合の値であり実際障害物など阻害されるものがある減少し、電波が反射されるような場所であると増加する[3]。本実験では理想状態の値を使い距離を求めた。

一分間測定し得られた RSSI の値を使って距離を求めた。5m 離れた位置で測定し RSSI から得られた距離を図 2、10m 離れた位置で測定し RSSI 強度から得られた距離を図 3 に示す。結果より 5m 離れた場所での計測結果の平均は、5.87m となり、10m 離れた場所での計測結果の平均は、11.30m となった。測定距離が延びるにつれて誤差が大きくなっていく傾向がある。10m 地点では最小値と最大値の差が 10m 程となってしまうため位置測位を行うことが困難だと判断した。

### 3 提案手法と実験

#### 3-1 提案手法

基礎実験の結果から以下の手法を提案する。不審人物を見つけた際、配置されている BLE ビーコンの RSSI を測定し、RSSI を測定した際に距離を求め 5m 以内であった場合には三点測位で位置測位を行う。5m 以内ではない場合搭載されている 2D-LiDAR を使用し、周辺の地形を測定する。周辺に壁や柱が存在する場合は建物付近にいると判断でき、2D-LiDAR と BLE ビーコンの RSSI から位置を絞り込む。何もない場合は建物から十分離れているためマルチパスが発生しない場所と判断できるため GNSS を使い位置測位を行う。

#### 3-2 実験と結果

図 1 に示した情報学部棟周辺 26 か所で計測を行った。一分間 RSSI を測定し、その後 2DLiDAR を使って周辺の地形を測定した。2DLiDAR で測定

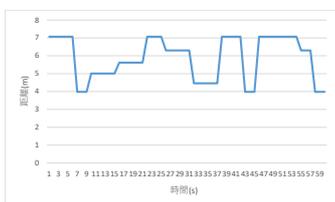


図 1 5m 地点での計測結果



図 2 10m 地点での計測結果

する際、今後導入される予定である台車と同じ高さ 1m で地面と平行になるよう計測を行った。図 1 の黄色で示してある場所が測定地点であり、赤色で示している場所は BLE ビーコンを配置した場所を表している。また青色は建物や柱、ベンチなど通過することができない位置を表している。黒枠で囲まれた場所は中央に木が植えてあり、緑色は芝生などを表している。

RSSI を測定し、5m 以内の大きさが表示された計測地点は 2, 4, 6, 10, 11, 16, 25 であり、実際に BLE ビーコンから 5m 以内であるの距離である計測地点は、4, 5, 6, 11, 22 である。2D-LiDAR で測定した際に計測地点 12, 14, 16 で同じ地形が計測され、計測地点 25, 26 でも同じ地形が計測された。同じような地形が表示されてしまった場合 RSSI によって判断するが余分なビーコンも表示されてしまったため判断することが困難であった。また計測地点 13, 15, 17 では施設の壁ではなく内部の柱が表示された。これは施設の壁がガラスであるためだと思う。計測地点 1, 3 と計測地点 7, 9 では 2DLiDAR の測定距離の問題上、端だけしか表示されなかったが計測地点 2, 8 では両端とも表示することが可能であった。計測地点 20, 21 では傾きがあり地面が表示されたが施設から離れていたためほかに表示されるものはなかった。

### 4 今後の課題

2D-LiDAR で測定した際にガラスを透過して施設内が表示された。これは 2D-LiDAR のレーザーがガラスを透過したことが原因であり、今後考慮する必要がある。ある程度ビーコンに近い場合 5m 以上離れていても RSSI が 5m 以内の強度になることがあった。また計測地点 2, 25 で計測した際には、10m 以上離れているにもかかわらず 5m 以内の RSSI が計測され、これは BLE ビーコンを設置した角度によるものである。また同じ地形が計測された際 BLE ビーコンの RSSI から判断する時、出力が大きく関係ないものまで表示されていたため、今後 BLE ビーコンの配置する角度やビーコンの出力の設定を検討する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 永井悠人, 澤野 雄哉, 鈴木 孝幸ほか, “ロボットによる構内巡回時の不審者判定手法,” 情報処理学会研究報告 2020-CDS-28, No. 5
- [2] 永井悠人, 澤野 雄哉, 鈴木 孝幸ほか, “2D-LiDAR による人物発見手法の一検討,” 情報処理学会研究報告 2020-DPS-185, No. 1
- [3] 中井 若菜, 川濱 悠, 勝間 亮  
“単位 RSSI 値の強弱の推定による位置推定精度の向上” 2017 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集