

AI と LiDAR を組み合わせた視覚障害者向け歩行支援システムの試作 Prototype of a Walking Assistance System for Visually Impaired People by Combining AI and LiDAR

村井 保之[†]
Yasuyuki Murai

巽 久行[‡]
Hisayuki Tatsumi

太田 友三子[†]
Yumiko Ota

徳増 眞司[※]
Shinji Tokumasu

1. はじめに

本研究は、視覚障害者の歩行支援を目的とした AI を活用したシステムの開発を目指している[1-4]。視覚障害者は、個々の障害の特性に応じてまっすぐに歩くことが難しい場合がある。このため、我々は身に着けた小型カメラを使用して移動方向を撮影し、撮影された映像から、周囲の歩行者に基づき安全に歩行できる領域を特定し、利用者をそこに誘導するシステムの開発を行っている。既に開発中のシステムでは、歩行者の位置情報は AI を用いてカメラで撮影した画像から検出し、歩行者の位置情報から求められる安全な歩行領域を「歩行可能領域」と定義する。利用者には音声を通じて移動方向などを伝える。本報告では、さらに安全に歩行できるように、周囲の環境情報を取得するために LiDAR を利用する。LiDAR が収集した情報を用いて環境マップを SLAM で作成する。環境マップと歩行可能領域に基づいた歩行支援を可能にするシステムのプロトタイプの開発状況を報告する。

2. 開発中のシステム

開発中の歩行支援システムは、利用者が体に装着または手に持ったカメラで進行方向を撮影し、撮影された画像から AI を用いて進行方向にいる歩行者を検出する。検出した歩行者が歩行した場所は安全に歩行できると考えられるので、これを歩行可能領域として定義する。歩行可能領域はスマホやタブレットのディスプレイに表示し、利用者はディスプレイを指でなぞり、指が歩行可能領域に入った場合に音声で利用者に知らせる。その後、ディスプレイ上の歩行可能領域がディスプレイの中央に来るようにカメラと体の向きを変えることで進行方向を決定する。その際、歩行可能領域とディスプレイの中央との距離を音の高低で示す。本システムでは、学習済みニューラルネットワークを用いて歩行者を検出する。ニューラルネットワークの実行は、Luxonis 社が開発した、カメラと AI プロセッサで構成された OAK (OpenCV AI Kit) を用いる。歩行者を検出するプログラムは OAK の開発用 API である DepthAI と歩行者検出サンプルプログラムを基に作成し、そこに含まれる学習済みニューラルネットワークを用いた。また、周辺環境の認識と環境地図作成には SLAM と LiDAR を使用する。

2.1 SLAM

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) は、センサーで取得した情報を基に自己位置を推定しつつ、周囲の環境地図を作成する技術である。SLAM は、移動ロボット、

自動運転、ドローンなど、様々な分野で活用されている。たとえば、移動ロボットでは、SLAM を使用して、周囲の環境を認識し、自律的に移動することができる。

本研究では SLAM を使い利用者の周囲の環境を認識し歩行支援を行うことを目指す。センサーには LiDAR を使用する。LiDAR で取得した点群データから直接地図を作成しながら、自己位置を推定するとともに、AI による歩行者認識で得られた歩行可能領域を組み合わせ、安全に歩行支援を行う。

2.2 LiDAR

LiDAR (Light Detection And Ranging) は、レーザー光を照射し、その反射光をもとに対象物までの距離や対象物の形などを計測する技術である。レーダーによる計測よりも、高精度に人や障害物を検知することが可能である。

本研究で用いる YDLIDAR X2 (図 1) は、中国の EAI Technology Co., Ltd. によって開発された、360 度の 2 次元測距製品である。この製品は三角測量の原理に基づき、360 度の二次元距離測定を行うレーザースキャナーである。高速回転するモーターにより、3000 Hz のサンプリングレートで動作し、半径約 8m の範囲で 360 度スキャニングを行い、連続的に角度と距離測定を行うことができる。本機を使用するには、4P コネクタを介してシステム電源、データ通信 (UART)、モーター制御を行う。PC で利用する場合は、付属の USB アダプタと本機を 4P コネクタで接続し、PC とは USB ケーブルで接続する。PC の USB 供給電力が不足する場合は、別途電源を供給することも可能である。なお、この製品はクラス 1 のレーザーを使用しており、通常使用時には危険性はないが、直接眼で見るとは避ける必要がある。YDLIDAR X2 は、約 1 万円と安価であり、小型ロボットナビゲーションと障害物回避、ロボット用 OS の ROS の教育と研究、環境スキャンと 3D による再構築など、さまざまな用途に容易に使用できる。

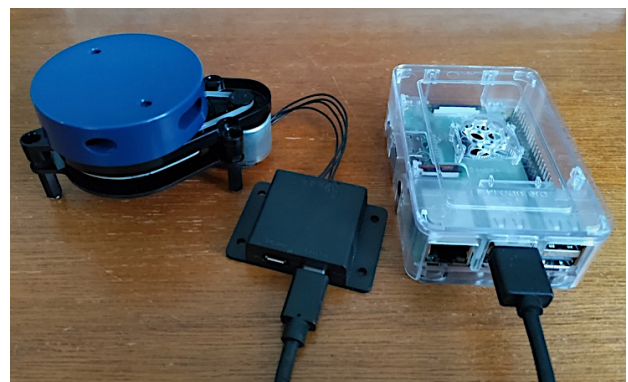


図 1 YDLIDAR (左) と Raspberry Pi (右)

[†] 日本薬科大学 Nihon Pharmaceutical University

[‡] 筑波技術大学 Tsukuba University of Technology

[※] 神奈川工科大学 Kanagawa Institute of Technology

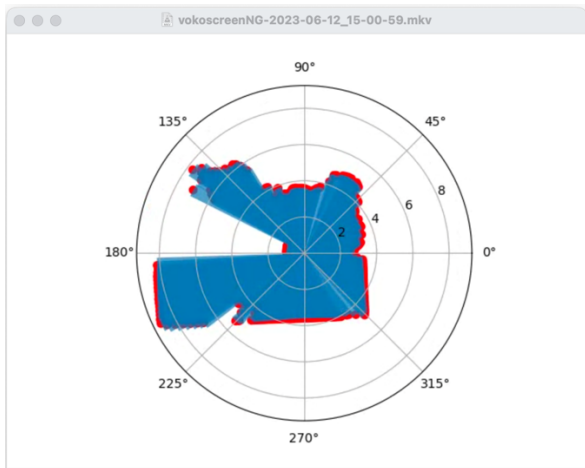


図2 YDLIDARで取得した環境地図

図2は、YDLIDARで取得した点群データ（環境情報）をグラフで示したものである。この図の描画に使用したYDLIDARは、Raspberry Piに接続して使用した。データの取得と描画はYDLIDARのSDKに含まれるサンプルプログラムを変更し距離と角度のデータ取得とグラフの描画を行った。このデータを使いSLAMによる環境地図作成と自己推定が可能であることを確認した。

3. 歩行可能領域検出

実際の歩行環境には一時的な障害物や工事などで通行禁止区域が存在する。しかし、それらすべての障害物をAIに事前学習させるのは困難である。そこで、本研究では障害物や通行禁止区域の検出ではなく、他の歩行者が歩いている場所には通常、障害物や通行禁止区域が存在しないと仮定し、歩行者が歩いた場所を歩行可能領域と定義する。なお、歩行者の検出に関しては、AIを用いた研究がいくつか行なわれており、その精度も高くなっている。

システムが検出した歩行者は、ディスプレイ上で四角く塗りつぶし表示する。表示の際には、歩行者の進行方向に応じて色を変える。利用者と同じ方向に歩行者が移動している場合は歩行可能領域となり、利用者に向かって移動している歩行者がいる場合は歩行不能領域となる。この画像を利用者のスマホやタブレットに表示する。利用者は表示された画像を指でなぞり、指が歩行可能領域や歩行不能領域に入った場合に音声で通知する。

4. 音を用いた進行方向の指示

本システムでは、音を用いて進行方向の指示を行う。カメラで検出した歩行可能領域をディスプレイの中央に移動させることで、進行方向を変更する。視覚障害者はディスプレイを見て操作できないため、歩行可能領域とディスプレイの中央との距離（図3）を音の高低で示す。距離が遠いときは低い音で、近づくにつれ音を高くする。音の変化を聞いてカメラの位置を調整することで、カメラが向いた方向に歩行可能領域があり、安全に歩行が可能となる。

これは、パラリンピックなどの視覚障害者の射撃競技で使用される方法である。この競技では、視覚障害者は専用のビームライフルを使用する。ビームライフルは標的と照準との誤差を音の高低で示し、競技者は音を頼りにライフルの照準を標的に合わせる。本研究では、この方法を応用

して視覚障害者でも歩行可能領域をディスプレイの中心に合わせることを可能にする。試作したプログラムを用いて、筆者は目隠しをして実験を行なった。その結果、わずかな練習でカメラを正確に向けることができることが分かった。本方法は特別な装置が不要で実現が容易である。

実際の使用にはイヤホン等の使用が必要だが、イヤホンを装着することで周囲の音が聞こえづらくなることを考慮する必要がある。



図3 歩行可能領域とディスプレイ中央との距離

5. おわりに

視覚障害者が街を安全に歩くことは困難である。障害の性質上、目的方向にまっすぐ歩くことができないため、事故に遭う可能性がある。本研究では、視覚障害者が目的方向に安全に歩くことができるシステムを開発している。本報告では、学習済みAIとOAKを使用して歩行可能な領域を検出し、検出された歩行者から歩行可能領域を取得、カメラを歩行可能領域に向けて移動させることで進行方向を決定する。また、音声による案内技術を使用してカメラを歩行可能領域の方向に向けてすることで、視覚障害者が操作できるようにした。さらに、歩行可能領域以外の歩行環境を取得するためSLAMとLiDARを使用するための予備実験をおこない、使用可能であることを確認した。開発中のシステムは視覚障害者の歩行支援に役立つことが期待される。

謝辞

本研究はJSPS科研費23K02637の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Yasuyuki Murai, Hisayuki Tatsumi, Yumiko Ota, and Masahiro Miyakawa, "Prototype of a Method to Support the Walking of Visually Impaired by Detecting the Walkable Area Using Pedestrians", International Journal of Engineering and Technology, Vol.15, No.2, May pp.41-44 (2023)
- [2] 村井保之, 巽久行, 太田友三子, 徳増眞司, 宮川正弘, "視覚障害者歩行支援のためのAIを用いた歩行可能領域の検出と誘導方法の試作", 第21回情報科学技術フォーラム(FIT2022), Vol. 3, No. K-028, pp.507-508 (2021).
- [3] 村井保之, 巽久行, 太田友三子, 宮川正弘, "視覚障害者歩行支援のためのAIを用いた歩行者と歩行可能領域の検出", 情報処理学会84回全国大会, Vol. 4, No. 4H-03, pp.531-532 (2022).
- [4] 村井保之, 巽久行, 太田友三子, 徳増眞司, 宮川正弘, "学習済みAIを用いた視覚障害者歩行支援アプリの試作", 第20回情報科学技術フォーラム(FIT2021), Vol. 3, No. K-019, pp.371-372 (2021).