

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 The method for detecting and guiding walkable areas using AI to support walking for the visually impaired

村井 保之[†] 巽 久行[‡] 太田 友三子[†] 徳増 眞司^{*} 宮川 正弘[‡]
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Yumiko Ota Shinji Tokumasu Masahiro Miyakawa

1. はじめに

本研究は、AI と小型カメラを用いて視覚障害者の歩行を支援することを目標とする[1-3]。視覚障害者の歩行問題の一つに、視覚障害者は目標に向かい真っ直ぐ歩くことが難しく本人は真っ直ぐ歩いているつもりでも左右に外れて進んでしまう問題がある。このため、電車のホームから落ちるなどの事故が後を絶たない。本報告では、視覚障害者が目標に向かい安全に歩行できるようにするため、体に装着した小型カメラで進行方向を撮影し、安全に歩行できる領域を検出し誘導する。カメラの映像から AI を用いて前を行く歩行者を検出し、検出された歩行者が通過した場所を歩行可能領域と設定する。設定した歩行可能領域に向かい真っ直ぐ歩けるように音を使い誘導する方法を試作した。

2. 関連研究

視覚障害者向けの画像認識サービスが数多く登場している。例えば、専用のウェアラブルデバイスを用いる OrCam や、スマートフォンアプリの Microsoft Seeing AI などである。これらのサービスは、スマートフォンのカメラや専用のデバイスで捉えた画像を認識し、文字の読み上げ、貨幣の識別、周辺状況などを視覚障害者に示すものである。

従来の視覚障害者の屋外歩行を支援する研究の多くは、歩行環境画像を解析し、看板等の文字を認識し移動位置を特定し横断歩道や信号の識別を行うものであった。これらの研究では、歩行中に十分な情報が取得できない状況では危険を回避することが困難であった。その原因の一つに、視覚情報が得られない場合の歩行時の偏軌傾向(真っ直ぐ歩けずに曲がってしまう特性)がある。このような歩行時における視覚障害者の偏軌傾向は駅のホームでの転落事故の要因でもある。

3. システム概要

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設定する。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される。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の位置に基づき、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。

[†] 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

本システムでは、歩行者の検出に学習済みニューラルネットワークを用いる。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 を用いる。ソフトウェアは 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、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る。

・歩行者の検出

person-detection-retail-0013_opencvino_2020.1_4shave.blob

・歩行者の同定

person-reidentification-retail-0031_opencvino_2020.1_4shave.blob

3.1 OAK

OAK (図 1) は、筐体にカメラと AI プロセッサが内蔵されており OAK 単体で学習済みのニューラルネットワークの実行が可能である。ニューラルネットワークを変える事で、物体認識、人数カウント、顔認識、車両認識など様々な処理を簡単に行うことができる。比較的安価で 3 万円程度で購入できる。DepthAI という API が用意されており Python か C++ でアプリケーションの開発が可能である。AI による処理は OAK が行うので Raspberry Pi など非力なデバイスを使った開発も可能である。



図 1 OAK と Raspberry Pi

4. 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 に学習させるのは難しい。そこで、本報告では障害物や通行禁止区域を検出するのではなく、自分以外の歩行者が歩いている場所には障害物や通行禁止区域が無いはずであると考え、歩行者が歩行した場所を歩行可能領域に設定することとした。なお、歩行者の検出は AI を用いた研究がいくつか行なわれており精度も高くなっている。

図 2 は、試作したシステムが検出した歩行可能領域である。図中の緑で四角く塗りつぶされた部分 (A) が歩行可能領域である。色の違いは歩行者の進行方向である。緑の領域は利用者と同じ方向に歩行者が移動しており歩行可能で、青の領域 (B) は利用者に向かって移動している歩行者で歩行不能領域である。この画像を利用者のスマホやタブレットのディスプレイに表示する。

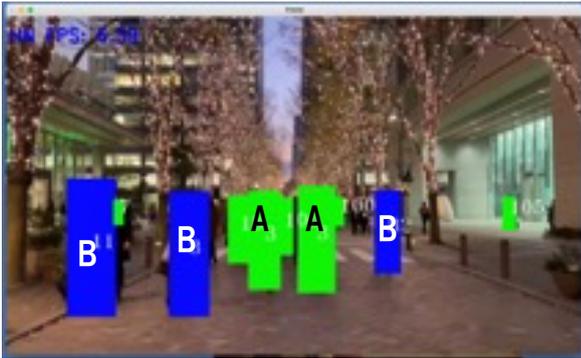


図2 検出した歩行可能領域

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その旨を知らせる。図2では中央に歩行可能領域がある。また、左と右は、こちらに向かって来る歩行者がいることを示しており歩行不能領域となる。

5. 歩行者の移動方向検出

利用者にとり、同じ方向に進む歩行者は歩行可能領域を示してくれるが、利用者に向かって来る場合は衝突の危険がある。そのため、歩行者の進行方向を判定することは重要である。本報告では、歩行者の進行方向の検出は簡易的に以下の手順で行なった。

歩行者検出に使用したAIは、画像中の歩行者を含む四角形の頂点座標を返す。そこで、この四角形の上辺の長さを、数フレーム前と最新のフレームで比較する。最新フレームの辺が長い場合、歩行者の画像が大きくなっているため、こちらに向かって来ていると判定する。短いか同じ場合は同じ方向に進んでいると判定する。図3の左が数フレーム前、右が最新フレームで、矢印が上辺の長さを示す。右図の矢印が左図より長いので、こちらに近づいていることがわかる。

この方法でおおむね進行方向は検出できる。しかしAIが返すサイズは厳密に距離に比例しておらず正しく検出できない場合もあり今後改良が必要である。なお、使用したOAKはステレオカメラを搭載しており距離を検出する機能があり、その利用については検討中である。

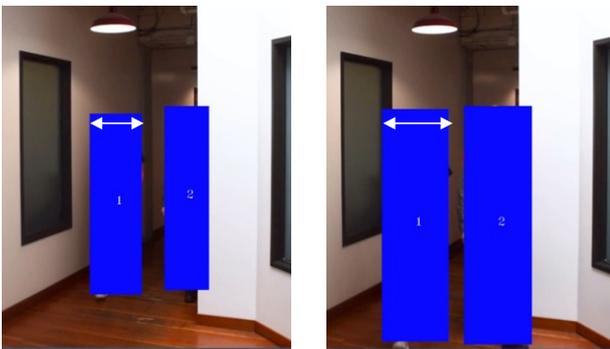


図3 移動方向検出

6. 音による進行方向の指示

検出された歩行可能領域へ進行方向を向けるために、本システムでは音を用いて指示を行う。進行方向の変更はカ



図4 歩行可能領域とディスプレイ中央との距離

メラを動かし、表示され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行う。しかし、視覚障害者はディスプレイを見て操作は出来ない。そこで、歩行可能領域とディスプレイの中央との距離（図4）を音の高低で示す。距離が遠いときは低い音で、近づくとつれ音を高くし、音の変化を聞いてカメラの位置を調整する。この操作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。

この方法は、パラリンピックなどの視覚障害者の射撃競技で使われる方法である。競技では視覚障害者は専用のビームライフルを用いる。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。この方法を使えば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が可能である。試作したプログラムで筆者が目隠しし実験したところ、少しの練習でかなり正確にカメラを向けることができた。この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であるが、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はある。

7. おわりに

本報告では、学習済みAIとOAKを使用することで容易に歩行者の検出が行え、検出した歩行者から歩行可能領域と移動方向を求めることが出来た。歩行可能領域へ進行方向を変えるためのカメラの操作に音を用いることで視覚障害者による操作を可能にした。今後は歩行可能領域と移動方向の検出精度の改良を行う。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 20K03101 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 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).
- [2] 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).
- [3] 村井保之, 巽久行, 太田友三子, 徳増眞司, 宮川正弘, “ウェアラブルカメラを用いた視覚障害者の行動認識と支援”, 第19回情報科学技術フォーラム(FIT2020), Vol. 3, No. K-005, pp.345-346 (2020).