

## 仮想点字ブロックによる視覚障害者の歩行支援 Walking Support for the Visually Impaired Using Virtual Braille Block

本丸 勝也<sup>‡</sup> 田中 二郎<sup>‡</sup>  
Katsuya Hommaru Jiro Tanaka  
早稲田大学大学院 情報生産システム研究科

### 1. はじめに

世界保健機関 (WHO) の公式統計によると、世界には 2 億 8,500 万人の視覚障害者が存在し、そのうち 13.68% が全盲者であるとされている[1]。また、それらが先天性のものだけでなく、後天性による中途障害も増加傾向にあり、2050 年までに弱視者は 5 億 8800 万人、全盲者は 1 億 1500 万人になるとも予測されている[2]。日本国内においても 2008 年の障害者自立支援法施工以来、視覚障害者の大きな不自由である“移動”について ICT を活用した研究が加速し[3][4]、近年では、視覚障害者向けのナビゲーションの精度向上を目的とした研究[5] [6]のほか、晴眼者の歩行予測をもとに障害者との衝突を避ける研究[7]なども進んでいる。

視覚障害者の歩行支援については、盲導犬の介助による歩行または白杖による歩行が、道路交通法第 14 条により保証されている。また、これらの歩行支援は視覚障害者自身の安心感にも繋がっている。

この背景を踏まえ、本研究では、1965 年に日本で開発され、今日では国際規格として世界 75 カ国で採用されている点字ブロック[8]と白杖を用いた歩行支援に焦点を当て、視覚障害者および晴眼者双方にとって一般的かつ常用的な環境を拡張するシステムの実現を目指す。

### 2. 仮想点字ブロックによる歩行支援

点字ブロックは視覚障害者を誘導する最も汎用的なシステムである一方、その導入には物理的な制約、すなわちインフラを整備・再整備するための工数およびコストが課題であり、駅構内や歩道の一部など、限定された環境での使用となっている。また、景観などを理由に、グレーや茶色の点字ブロックなど、デザイン優先[9]の点字ブロックが一部の地域で導入されており、弱視・色弱者が識別しづらいこと[10]、点字ブロックの配置ルールが厳密に守られていない箇所があること[8]も社会問題となっている。

これらの問題を解決するには、環境と空間に限定されない、より安全で安心感のある視覚障害者への歩行支援システムの提供が求められる。

本システムでは AR/MR に代表される拡張現実・複合現実の技術を用いて、実現実空間上に 3D オブジェクトとして生成された仮想的な点字ブロックを、ヘッドマウントディスプレイを通じて投影し、点字ブロックと白杖の接触によるフィードバックをビープ音とバイブレーションによって通知する。

一般的にヘッドマウントディスプレイはビジュアルライズ



図 1 Microsoft HoloLens と白杖

を主目的とするため、視覚障害者の着用に違和感を覚える可能性があるが、本システムにおいてヘッドマウントディスプレイの着用と、拡張現実・複合現実の技術を用いる利点を以下に挙げる。

- 視覚障害者の約 9 割は弱視であり、投影された仮想的な点字ブロックを認識できるケースも存在する。
- 仮想的な点字ブロックを認識できない全盲者であっても、白杖歩行によるフィードバックを受け取ることで歩行支援の一助となる。
- 道路管理者や施設管理者など、視覚障害者に向けた快適な空間づくりを提供するためのツールとして利用可能である。

これらの理由から、ヘッドマウントディスプレイを着用し、拡張現実・複合現実の技術を用いて視覚障害者の歩行支援を行う本研究には一定の新規性・有用性があるといえる。

### 3. システム概要

本システムでは、実現実空間上への仮想的な点字ブロックの投影およびビープ音によるフィードバックを通知するデバイスとして Microsoft HoloLens を使用し (図 1)、バイブレーションによるフィードバックを通知するデバイスとして、スマートフォンを使用する。バイブレーションによるフィードバック通知手法としてスマートフォンを選定した理由については、携帯電話またはスマートフォンを日常的に利用している視覚障害者が増加傾向[11]にあり、常に身につけているデバイスであることを挙げる。本システムの概要およびフローは以下の通りである。

<sup>‡</sup> 早稲田大学 Graduate School of Information, Production and Systems, Waseda University

### 3.1 空間形状の認識および空間理解

Microsoft HoloLens に搭載される深度センサにより、空間形状の特徴点群を抽出・蓄積する。その後、特徴点群によりメッシュ化された空間を SpatialUnderstanding ライブラリを用いて分析し、空間理解による天井・壁面などの識別に加え、平面推定処理を行うことで床面についても判定を実施する。

### 3.2 障害物の認識および距離推定

視界内に映る物理的なオブジェクトの認識には、Azure Custom Vision Service – ObjectDetection を使用し、Microsoft HoloLens 着用者の視線と位置をもとに、視線にある物理的なオブジェクトと着用者との距離を計測する。着用者が進むにつれてオブジェクトとの距離が一定の閾値を超えて近づいた場合、それらを障害物とみなす。ただし、処理能力の関係から、認識したオブジェクトが 20cm より小さい場合は障害物とみなさず除外する。視覚障害者への注意喚起および回避行動には十分な時間を考慮する必要があるため、本システムでは、3m~5m を判定条件の閾値として設定している。

### 3.3 仮想点字ブロックの生成と配置

誘導ブロック (線状) [9]と警告ブロック (点状) [9]の2種を仮想的な点字ブロックとして 3D オブジェクトで生成し、実現空間上に重ねて投影する。3.1 の床面判定結果をもとに通路面を識別し、視覚障害者の進行方向に対して歩行可能領域であれば誘導ブロックを配置し、3.2 の結果により障害物が存在する歩行不可領域であれば、警告ブロックを通路面に配置する。また、壁面などが進路上に存在しその先に進むことができない場合は、進路の転換が必要なことを意味する誘導ブロックと警告ブロックとの組み合わせを通路面に配置する。

### 3.4 白杖と点字ブロックの接触判定

3.3 によって配置された仮想的な点字ブロックと、視覚障害者が振る白杖の接触を判定する。接触の判定手法については、白杖の動きをシステムで検知するのではなく、白杖を持つ視覚障害者の手の延長線上に白杖がある特徴を応用する。この場合、手の位置から約 100cm 先の位置を白杖の先端と仮定し、手の水平方向の動きをトラッキングすることで、仮想的な点字ブロックとの交差を接触とみなすことが可能となる。

### 3.5 フィードバック

3.4 により点字ブロックとの接触が判定された場合、ピープ音とバイブレーションによるフィードバックを通知する。ピープ音とバイブレーションには誘導用と警告用の2つの異なるパターンを用意し、判定したブロックが誘導ブロックであれば前進を促すピープ音およびバイブレーションによる通知を行い、警告ブロック、または誘導ブロックと警告ブロックとの組み合わせであれば、停止ならびに進行方向の転換を促すピープ音とバイブレーションによる通知を行う。

## 4. おわりに

本研究では拡張現実・複合現実の技術を用いた視覚障害者の歩行支援を行うシステムおよびその有用性について述べた。本システムを活用することにより、物理的な点字ブロックが存在しない場所においても、仮想的な点字ブロックによる視覚障害者の歩行支援が可能となり、環境と空間に依存せず、点字ブロック本来の運用ルールを適用した、安全性と利便性を兼ねた単独歩行の実現と社会インフラが期待できる。

より安全性の高い歩行支援に向けては、視覚障害者のみならず晴眼者に対するアプローチについても深く考慮する必要があるとともに、さらに精度の高い障害物認識が必要であることが今後の課題として挙げられる。また、デバイスが認識できない側面・後方方向からの予期せぬ障害物についても他のセンシング技術や触覚デバイスを用いるなど、新たな手法を組み合わせることが必要であると考えられる。

### 参考文献

- [1] Jinqiang Bai, Dijun Liu, Guobin Su, et al., "A cloud and vision-based navigation system used for blind people", In Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence, Automation and Control Technologies, Wuhan, China, 7-9 April 2017; pp. 1-6.
- [2] RR Bourne, SR Flaxman, T Braithwaite, et al., "Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis", Lancet Glob Health, 5 (2017), pp. e888-e897
- [3] 特定非営利活動法人 全国視覚障害者情報提供施設協会, "「視覚障害者に対する新たな情報提供システムに関する研究」報告書", 2008.3
- [4] 蔵田武志, 興梠正克他, "視覚障害者歩行支援システム ~ 測位と障害物検知に関する予備評価 ~", 信学技報 MVE2010-64, pp.67-72 (2010)
- [5] 諏訪部 純, 大矢晃久, "3次元測域センサを用いた視覚障害者のための誘導システムの提案", ロボティクス・メカトロニクス講演会 (2017)
- [6] João Guerreiro, Dragan Ahmetovic, Daisuke Sato, et al., "Airport Accessibility and Navigation Assistance for People with Visual Impairments", In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, May 4-9, 2019, Glasgow, Scotland, UK, Paper No.16
- [7] Seita Kayukawa, Keita Higuchi, João Guerreiro, et al., "BBEEP: A Sonic Collision Avoidance System for Blind Travellers and Nearby Pedestrians", In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, May 4-9, 2019, Glasgow, Scotland, UK, Paper No.52
- [8] 徳田克己, 水野智美著, 福村出版 (2011.9), "点字ブロックー日本発 視覚障害者が世界を安全に歩くために"
- [9] 社会福祉法人 日本盲人会連合, "点字ブロックについて", <<http://nichimou.org/impaired-vision/barrier-free/induction-block/>> (参照 2019-6-1)
- [10] 朝日新聞デジタル 記事, "見やすい「点字ブロック」開発 17色から選んだ色は…", <<https://www.asahi.com/articles/ASKDQ4JF5KDQULBJ00W.html>> (参照 2019-6-1)
- [11] 渡辺哲也, 山口俊光, 南谷和範, "視覚障害者の携帯電話利用状況調査", 電気通信普及財団 研究調査報告書 No.29 2014