

仮想的な触力覚を利用した視覚障がい支援の提案 A Proposal of Visually Impaired Aids using Virtual Haptic Sensing

巽 久行⁽¹⁾ 村井 保之⁽²⁾ 関田 巖⁽¹⁾ 徳増 眞司⁽³⁾ 宮川 正弘⁽¹⁾
Hisayuki Tatsumi Yasuyuki Murai Iwao Sekita Shinji Tokumasu Masahiro Miyakawa

1. はじめに

視覚情報と擬似的感覚とを組み合わせることで仮想現実感を創る研究は数多く行われているが、視覚情報のない、聴覚と触覚や力覚からの情報に頼る視覚障がい者に、仮想現実感を持たせることは容易ではない。視覚障がい者は聴覚からの情報を除くと、触覚や力覚からの情報に頼るが、その際に良く利用するのが白杖であり、白杖に伝わる触力覚から歩行時の環境や空間の状況を知る。

本報告は、今年度から3年間の科研費課題（謝辞参照）の研究計画案であり、触力覚を生成する力覚フィードバックデータグローブを装着して、手指に感じる疑似的な触力覚から仮想現実感を創り出し、視覚障がい者の環境把握や空間認知を支援するという、触知 VR 技術を開発することを目標としている。もし、このような触知 VR 補償支援が可能ならば、点字ブロックのない場所や転落事故の危険があるホームなどで、白杖を持つ手指に仮想的な誘導ブロックや転落防止柵があるような疑似触力覚を感じさせることにより、彼らの安全を向上させることが期待できる。

2. 触知 VR 技術

人が受け取る情報の大部分は視覚経由なので、少しでも視覚があればそれに頼る。視覚障がいの中で、弱視者は、最後まで残存視力に頼るが、全盲者は、聴覚や触覚、力覚などを使って、間接的な代替情報を得る。例えば、聴覚情報のない全盲者の歩行移動では、白杖を利用した触知情報のみから環境を知る。彼らは、室外歩行では点字ブロックや縁石などに、室内歩行では壁や階段などに白杖を当てて、誘導方向や警告位置、様々なランドマーク地点の情報などを、白杖に伝わる触覚や力覚を通して知る。

コンピュータグラフィックスによる視覚情報と、触覚や力覚などの疑似感覚とを組み合わせることで、様々な仮想現実感を創るバーチャルリアリティ（VR）の研究が数多く存在する。例えば、東京大学の廣瀬・谷川研究室での成果[1,2]などが挙げられる。これらを含む多くの研究は、視覚情報と触知情報とが創り出す仮想世界であるが、主たる要因は圧倒的な情報量からなる視覚が引き出した仮想現実感である（これを視覚 VR 技術と呼ぶ）。そのため、視覚情報を持っていない視覚障がい者が、聴覚 VR 技術以外で仮想現実感を創り出すのは、非常に困難な問題となる。聴覚 VR 技術を用いた視覚障がい支援としては、例えば、産業技術総合研究所の関喜一らの研究[3]がある。

本研究は、視覚 VR 技術や聴覚 VR 技術に続く、第3の触知 VR 技術を開発することを目標としている。VR 技術は視覚や聴覚からの情報量に基づいており、触覚や力覚のみの触知感覚だけでは仮想現実感を得るに足りないというのが、触知 VR 技術が育たない根拠である。しかし現実には、視覚障がい者は白杖を必要とし、その触知情報から環境を知る。そこで仮に、触覚や力覚を疑似的に創る白杖が出来れば、仮想的な触知感覚を白杖から受け取ることで現実感を創り出し、環境把握や空間認知を支援することが可能であり、全盲者の行動や安全を向上させる技術となりうる。

3. 計画の概要

我々は過去に、図1に示すような、配置図面上に潜む凹凸を探すスタイラス型の力覚デバイスを使って、視覚障がい者が机上で仮想的な歩行訓練を行える“歩行支援シミュレータの開発”を行った[4]。作成したシステムは触地図や音声地図にはない、点の力覚を使った疑似的な白杖歩行を行う訓練として、認知地図の創生を高めるものであった。

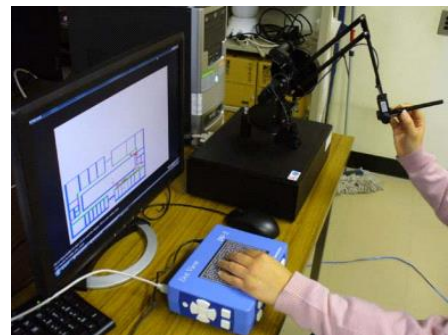


図1. 歩行支援シミュレータによる訓練

視覚障がい者は、歩行経路の学習に触地図を利用するが、指先で感じる平面的な触覚よりも手に伝わる力覚の方が、白杖に見立てたスタイラスペンを通して歩行経路を仮想移動するような感覚が得られ、頭の中のメンタルマップ（仮想的な認知地図）の創生に優れていると判断した。実際にこの研究を進めたところ、一点力覚デバイスを使用するだけでは、視覚障がい者が配置図全体のイメージを掴むのが難しいことが判明した。そこで訓練では、歩行経路全体を俯瞰するような点図ディスプレイも併用している。

NHK放送技術研究所の3次元物体触力覚提示技術の研究[5]では、一点力覚デバイスを、手の各指に装着して実験したところ、2指（親指と人差し指）よりも3指（中指を追加）、更には4指（薬指も追加）と増やすごとに、視覚障がい者の物体認識率が向上するという結果を得ている。

(1) 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology
(2) 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University
(3) 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

本研究でも、白杖を握る手が仮想現実感を得るためには、手の各指すべてに異なる触力覚を与えることが必要であると考えている。また、歩行支援シミュレータは、被験者が受ける力覚に被験者の触知感をフィードバックできないという事実があり、それがシミュレータに臨場感を生まない原因となった。視覚 VR 技術で触知を錯覚させる東京大学の研究[2]などで採用した方法は、視覚情報を持たない視覚障がい者には適用できない。

触知 VR 技術のみで仮想現実感を得るには、高度な 3D モデラが必要であり、さらに、そのモデルから触知される感触に現実感を持たせる必要がある。すなわち、仮想現実を引き起こす細部に亘って忠実な触知感を創り出さなければならない。そのために、図2に示すような手指全体の触力覚を作り出す器具（米国 CyberGlove 社の CyberGrasp と呼ばれる力覚フィードバックデータグローブ）を用意して、触知 VR 技術が仮想現実感を創り出せるか否かを検証する。



図2. 手指全体の触力覚装置

図2の触力覚装置は、データグローブ上に力覚フィードバック機器を手指につけている。白杖歩行時の体感に似た疑似感覚を創り出すためには、実際に白杖が受ける触力覚を分析しなければならない。我々は、触力覚装置で白杖を握った被験者の歩行実験を数多く行い、白杖が受ける際の触力覚データを収集する。このデータ収集は、最終的には視覚障がい者が受ける触知感に近い疑似的な触力覚を得るための学習プログラムを作成することとなる。

触力覚学習が可能な理由は、疑似触知感を力覚フィードバックできるからであり、学習した疑似触力覚で仮想触感を生成（表現）する触力覚センシングシステムの作成は、視覚障がい者の3次元物体認識にも生かすことができる。

4. 仮想触力感の提示

現在、疑似的な触覚や力覚を生成する仮想触力感提示システムの開発を行っている。手指全体の触力覚装置（力覚フィードバックデータグローブ）は未だ用意できていないため、これまでの触力覚研究で使用した米国 SensAble Technologies 社の力覚提示デバイスを使用して、疑似触力覚を生成する準備用プログラムを OpenGL で作成中である。

図3に、注意喚起を促す警告ブロック（点状ブロック）を示す。同図において、左図が現実空間で、右図が仮想空間である。現実空間において、触力覚装置で白杖を握った際に受ける警告ブロックの触力覚データを求めるが、これは、警告ブロックのある床の触力覚データから警告ブロックのない床の触力覚データを差分すれば求まることとなる。

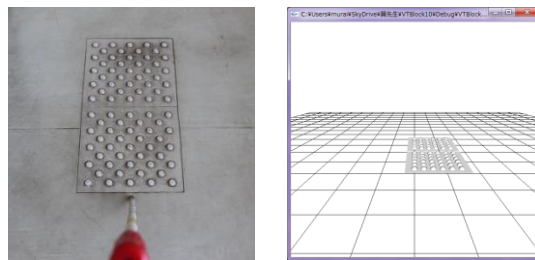


図3. 警告ブロック（左が現実、右が仮想）

その結果をもとに、警告ブロックの疑似触力覚を得て、警告ブロックが施設されていない場所で視覚障がい者が触知 VR を喚起するか否かを検証する。本研究は、現実世界と仮想世界を融合しているので、複合現実（Mixed Reality）や拡張現実（Augmented Reality）の研究分野に含まれる。

図4に、GPSの受信データ（NMEA0183規格）に従って路上に仮想点字ブロックを設置する実験と、対応するオンライン地図を示す。同図において、左図の青丸が現在位置で赤線が進行方向、右図内の黒丸が該当場所を示している。

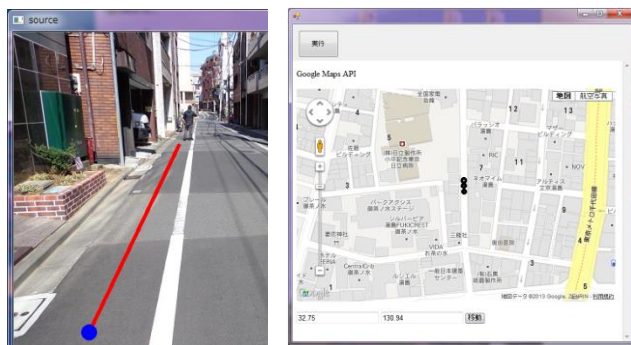


図4. 仮想点字ブロックを設置する実験

5. まとめ

視覚障がい者に仮想現実感を創り出し、環境把握や空間認知を支援する本研究は、大規模なインフラ整備を必要としない移動支援に利用できる。これは、仮想現実感移動と呼べる触知 VR 技術であり、白杖から疑似触知感が得られるので、従来の認知経験や環境認識をそのまま利用できる。

謝辞：本研究は、平成25年度科学研究費補助金（基盤研究(B)、25280097：“仮想現実への汎用触知インタフェースの開発”）の助成を受けて行われている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] <http://www.mr-museum.org/?p=208>
- [2] <http://www.drunk-boarder.com/works/meta-ryoshka/>
- [3] <http://staff.aist.go.jp/yoshikazu-seki/text/work-j.html>
- [4] 村井, 巽, 宮川: “力覚による認知地図創生の支援 ―視覚障害者の歩行支援シミュレータ(HAWG)―”, 第6回情報科学技術フォーラム(FIT2007), Vol.3, No.K-039, pp.607-608, 2007.
- [5] http://www.nhk.or.jp/strl/publica/giken_dayori/jp3/rd-1201.html