

## 触知 VR 上での仮想把持感による白杖歩行について Cane-walk using virtual grip feeling in haptic VR

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

### 1. はじめに

視覚的情報と擬似的感覚とを組み合わせる仮想現実感 (Virtual Reality) を創る研究は数多く行われているが、視覚障害者に仮想現実感を持たせることは難しい。本研究は、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触力覚から仮想現実感を創り出し、彼らの環境把握や空間認知の支援を行うことを最終的な目標としている。このような触知支援が可能ならば、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、白杖を持つ手指に誘導ブロックや転落防止柵があるかのような疑似触力覚を感じさせて安全性を確保する技術への展開が期待できる。

コンピュータグラフィックスによる視覚情報は、様々な仮想現実感を創り出すことが知られているが、その多くは圧倒的な情報量を占める視覚が引き起こした仮想現実感である (これを視覚 VR 技術と呼ぶ)。また、聴覚情報のみで引き起こす仮想現実感を聴覚 VR 技術と呼ぶことにすると、聴覚を排除した状況で視覚障害者が仮想現実感を得るのは一般に困難な問題となる。本研究は、触力覚のみから仮想現実感を引き起こす、触知 VR 技術を開発することを目標としている。触覚や力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 技術の育たない根拠であるが、現実として視覚障害者は触知情報から環境を知る。この事実は上手く疑似的触知感を創り出せば、逆に、環境把握や空間認知を支援することができ、彼らの行動や安全を向上させる技術になり得ることを示唆している[1, 2]。

### 2. システムの概要

手指が仮想触力覚を感じるには、各指に異なる触力覚を与える必要がある。また、それが臨場感を生むためには、触知感をフィードバックさせなければならない。このため、本研究では、図1に示す右手用の力覚フィードバックデータグローブ装置 (米国 CyberGlove 社の CyberGrasp) を使用して、仮想現実感を創り出すことを試みている。

手指への仮想物体の反力 (仮想触力覚) を得るには、PC 上に仮想物体を作成する必要がある。本研究では、図2に示す仮想的な白杖を、OpenGL 準拠の C 言語ライブラリである GLUT (OpenGL Utility Toolkit) で作成している。また、その反力となる仮想力覚の生成は、VirtualHand SDK (米国 CyberGlove 社の開発支援ツール) を利用し、システム全体を Visual C++ 言語で作成している。

- (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

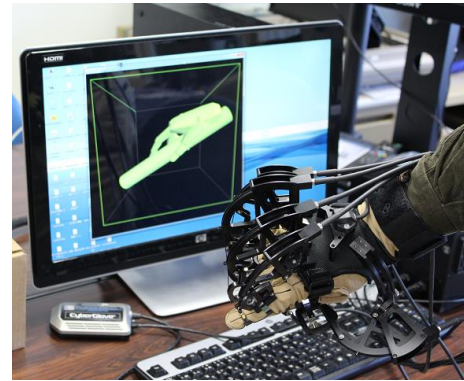


図1. 力覚フィードバックデータグローブ装置



図2. 仮想白杖と仮想手

即ち、図2の仮想手はデータグローブを装着した実手が重ねられており、VR空間の仮想白杖による点字ブロックの触知動作は、先ず触力覚としてVR空間の手に発生して、次に、データグローブを介して実手に伝わる。視覚障害者は白杖で通路を探索し、伝わる触力覚から歩行情報を得ているので、本研究で構築するVR空間には、2種類の仮想点字ブロック (警告ブロックと誘導ブロック) を平面 (床) 上に用意し、仮想白杖とそれを把持する仮想手を実装した。これより、白杖を持つ手の把持感が、疑似触力覚の利用でリアルに表現できれば、触知VRの可能性を評価できる。

### 3. 白杖が受ける触力覚

白杖歩行時の体感を創り出すには、実際の白杖が受ける触力覚を分析すればよい。そこで、図3に示す指型触覚センサ (米国 SynTouch 社の BioTac) を白杖に装着して、手指 (人差し指) 位置の力覚や振動データを収集・分析した。

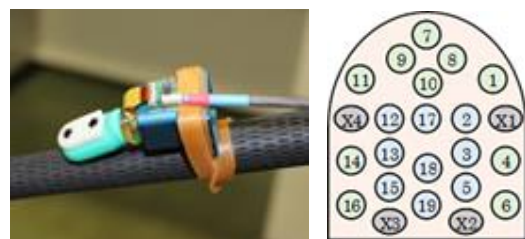


図3. 指型触覚センサと指先の電極位置

図3の外圧感知電極(#1~#19)は、白杖が受ける外圧をセンサ内の導電性液体のインピーダンス変化で検出する。右手人差し指が白杖に触れている場合、2つの電極(#9と#10)の値が大きくなる。図4に、実際の点字ブロックから、白杖を把持する人差し指に受けた力覚を示す。同図の外圧波形において、力が強く表れるのは最も下にある2つの波形である(#9電極が赤色波形、#10電極が水色波形)。但し、縦方向のスケール値は同じではない(警告ブロックの値は、誘導ブロックの値に比べて3~5倍大きい)。

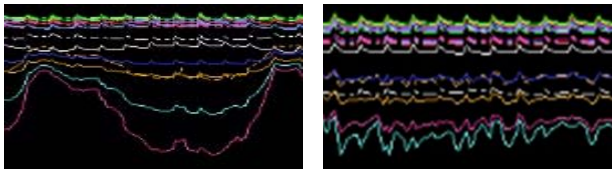


図4. 白杖が受ける外圧波形(右:警告,左:誘導)

通常、警告ブロックの場合は、視覚障害者が左右に振る白杖にブロックの山が当たるので、振動は離散的で比較的強い力覚を短く瞬間的に与えると、作成した疑似力覚が、実際の外力に似る傾向にある。一方、誘導ブロックの場合は、白杖をブロックの山の側面に当てながら滑らせるので、振動は連続的で比較的弱い力覚を長く小刻みに与えると、実際の外力に似る傾向にある。

白杖にマーカーを付けて追跡すると、通常の歩行時では、図5に示すような軌跡が得られる。同図において装着したマーカーは2つであり、白杖の先端から5cmの箇所には赤色マーカーを、手指(人差し指)で把持する箇所に緑色マーカーを、それぞれ貼り付けている。

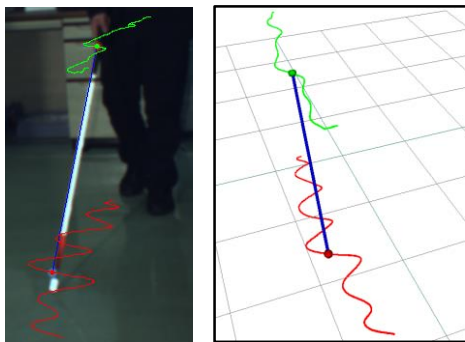


図5. 通常の歩行時における白杖の軌跡

#### 4. 仮想触力覚の生成

力覚フィードバックデータグローブ装置を用いて、白杖が警告ブロックから受ける外圧に近いような疑似触力覚を発生したときの様子を、図6に示す。同図から分かるように、疑似触力覚の生成時に、被験者は何もない床面を探索するような動作を起こしている。

疑似的な触力覚と実際の触力覚が似た場合に、被験者は仮想現実感を持つことが期待できる。それでは、疑似的な触力覚と実際の触力覚との比較をどのように行うのか、という問題が生ずる。この比較のために手指(特に人差し指)

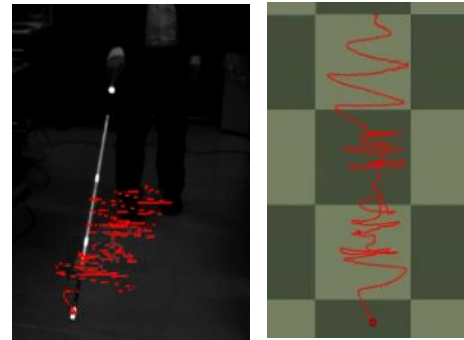


図6. 疑似触力覚の生成時における白杖軌跡

の筋活動に係わる筋肉に着目し、前腕屈筋群の一部と前腕伸筋群の一部で指を屈伸した際に反応があった点に電極を装着して表面筋電位を計測した。図7は、筋電位測定器を装着した実験風景である。使用している筋電位は2チャンネル計測なので、前腕内側をCh.1に、前腕外側をCh.2に、それぞれ設定した。図8は、警告ブロックの疑似触力覚を触知している際の筋電位(上側波形がCh.1, 下側波形がCh.2)である。

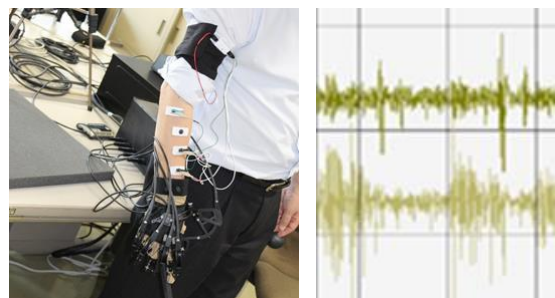


図7. 筋電位の装着

図8. 触知時の筋電位

#### 5. まとめ

仮想現実感を創り出して視覚障害者の環境把握や空間認知を支援する本研究はインフラ整備を必要としない。白杖を持つ手指に伝わる疑似触知感による歩行は触知 VR 移動とも呼べる技術であり、被験者の経験で培われた認知経験や環境認識をそのまま利用できる。視覚障害者が頼る音声や音源などと共に使えば、疑似触知による仮想現実技術は様々な支援シミュレータに展開できる可能性を秘めている。

**謝辞:** 本研究は、平成26年度科研費(基盤研究(B), 25280097)及び平成26年度筑波技術大学教育研究等高度化推進事業(腕の筋電位を利用した視覚障がい支援の検討)の助成を受けて行われている。ここに深く謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] 巽, 村井, 関田, 徳増, 宮川: “仮想的な触力覚を利用した視覚障がい支援の提案”, 第12回情報科学技術フォーラム(FIT2013), Vol.3, No.K-044, pp.657-658, 2013.
- [2] 巽, 村井, 関田, 徳増, 宮川: “視覚障がい支援のための仮想触力覚の利用”, 第13回情報科学技術フォーラム(FIT2014), Vol.3, No.K-020, pp.421-422, 2014.