

## 視覚障がい支援のための仮想触力覚の利用 Use of Virtual Haptic Sensing for the Aid of Visual Impairment

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

仮想現実感 (Virtual Reality) の研究は数多く行われているが、視覚障がい者にそれを体感させることは容易ではない。本研究は、手指に感じる疑似触力覚から仮想現実感を創り出して、彼らの環境把握や空間認知の支援につなげることを目標としている[1]。もし、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ることで安全性を確保するような支援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と、触覚や力覚などの疑似感覚を組み合わせ、様々な仮想現実感を創る研究は数多く存在するが、その多くは圧倒的な情報量を占め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、視覚障がい者が聴覚 VR 技術以外で仮想現実感を得るのは、非常に困難な問題となる。

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指している。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、現実として視覚障がい者は触知情報から環境を知る。この事実を、上手く疑似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技術になり得る可能性がある。

### 2. システムの概要

NHK放送技術研究所の3次元物体触力覚提示技術の研究[2]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)、さらには4指 (薬指も追加) と増やすごとに、視覚障がい者の仮想物体認識率が向上するという結果を得ている。本研究でも、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と考えている。また、それが臨場感を生むには、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、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上に仮想物体を生成しなければならない。仮想物体からの反力は、図1に示すように、親指、人差し指、中指の3指が強く感じるので、触知処理はこの3指が中心となる。

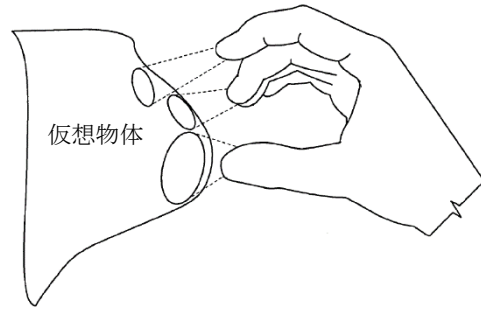


図1. 仮想物体からの反力

本研究では、仮想物体の作成は OpenGL に準拠した C 言語ライブラリ (GLUT) を、仮想力覚の作成は VirtualHand SDK (米国 CyberGlove 社の開発支援ツール) を、それぞれ利用して、システム全体を Visual C++ 言語で作成している。空間内で CyberGrasp の位置を求めるには、磁気式3次元位置計測装置 (米国 Polhemus 社の Fastrak) を用いる。すなわち、磁場を発生して、CyberGrasp に付けた磁気センサで計測する。図2に示すように、磁場内のワールド座標と CyberGrasp のローカル座標から、空間内の位置  $(X, Y, Z)$  と、自身の姿勢 (Roll, Pitch, Yaw) が分かるので、あらかじめ設置した空間内の仮想物体を触知できる。図中、 $O$  はオフセットベクトル (基準位置)、 $N$  は法線ベクトル (反力)、 $k$  は剛度 (変形抵抗力)、 $b$  は減衰 (摩擦減衰) である。

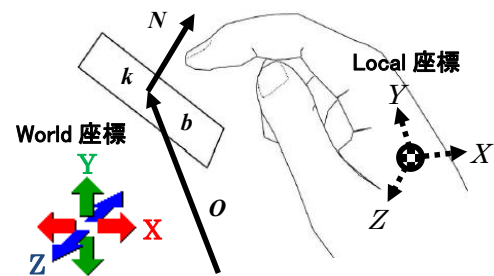


図2. 仮想物体の触知

CyberGrasp を動作させるには、最初に、デバイスの通信設定を行う。その際、設定したデバイス名とソースコード内の名称が、互いに一致する必要がある。作成したプログラムは、接続ルーチン、マスタークラス (デバイスを組み込んだクラス) のインスタンス生成、インピーダンスモードでの動作ルーチン (力覚提示はインピーダンス型で実装されている)、描画ルーチン、表示ルーチン等からなる。図3に、仮想物体による触知実験を、図4に作成した仮想物体 (白杖) を、それぞれ示す。

(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

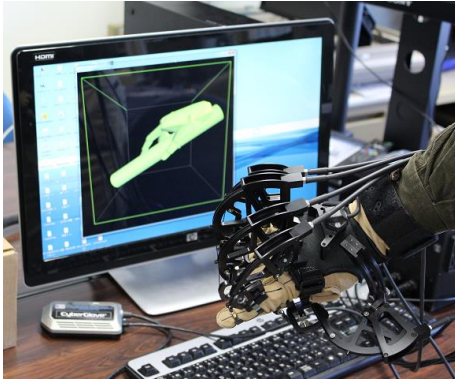


図3. 仮想物体による触知実験



図4. 仮想物体 (白杖)

### 3. 仮想触力覚の生成

白杖歩行時の体感を創り出すには、実際に白杖が受ける触力覚を分析しなければならない。そこで我々は指型触覚センサ (米国 SynTouch 社の BioTac) を白杖に装着して、手指 (主に人差し指) 位置の振動や力覚のデータを収集・分析している。図5および図6は、点字ブロック (誘導と警告) で受けた触力覚データの一例である。



図5. 誘導ブロック波形 (左: 振動, 右: 力覚)

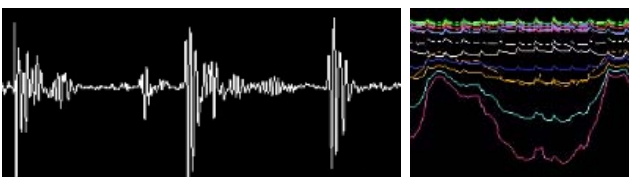


図6. 警告ブロック波形 (左: 振動, 右: 力覚)

通常、誘導ブロックの場合は白杖を滑らせるので、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、実際の触力覚に似る傾向にある。一方、警告ブロックの場合は振ってい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、実際の触力覚に似る傾向にある。

### 4. 仮想現実感の創生

人工の触力覚と実際の触力覚が似た場合、被験者は仮想現実感を持つことが期待できる。それでは、現実感の評価をどのように行うのか、という問題が生じる。我々は取り

敢えず、手指 (主に人差し指) の筋活動に係わる筋肉上 (前腕屈筋群の一部と前腕伸筋群の一部) で表面筋電位を計測した。使用している筋電位測定器 (ATR-Promotions 社の TS-EMG01・TSND121) は2チャンネルなので、前腕内側を Ch.1 に、前腕外側を Ch.2 に、それぞれ設定している。

図7は、警告ブロックを触知している白杖から人差し指に伝わる筋電位 (図において、上側の波形が Ch.1, 下側の波形が Ch.2) であり、同図左は仮想ブロックから、同図右は現実ブロックから、それぞれ得られたものである。

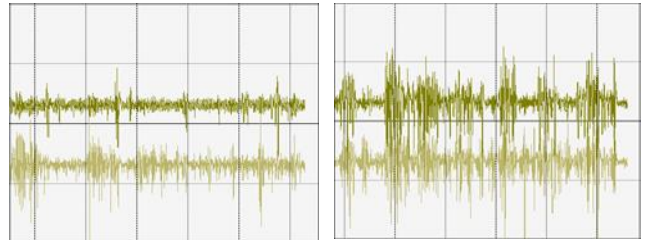


図7. 表面筋電位 (左: 仮想, 右: 現実)

当然ながら、実際の点字ブロックで計測した方が筋電位は強く表示されるが、我々はブロックのある路面の触力覚データからブロックのない路面の触力覚データを差分してブロックのみの疑似触力覚を生成し、それを実際の路面の触力覚と合わせて仮想路面を構築することを考えている。その意味で本研究は、現実世界の触力覚と仮想世界の触力覚を融合した複合現実 (Mixed Reality) による触知 VR である。疑似触力覚と実際の触力覚の比較、さらには、互いの筋電位波形の類似性を考察するのは、今後の課題である。

本研究の成否は、仮想現実感が織り成す触知情報の質と量に依存しており、それを評価するには被験者のメンタルマップを調べることに帰着されるので、困難な問題である。

### 5. まとめ

仮想現実感を創り出して、視覚障害者に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支援である。白杖を持つ手指に伝わる疑似触知感による歩行は、仮想現実移動とも呼べる触知技術であり、被験者がこれまでの体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] 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] [http://www.nhk.or.jp/str/publica/giken\\_dayori/jp3/rd-1201.html](http://www.nhk.or.jp/str/publica/giken_dayori/jp3/rd-1201.html)