

## 擬似触覚形状の生成による視覚障害者のオブジェクト認識の向上 Improvement of object recognition for the visually impaired by generating pseudo-haptic shapes

翼 久行<sup>(1)</sup> 村井 保之<sup>(2)</sup> 関田 巖<sup>(1)</sup> 徳増 真司<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

人が受け取る情報の大部分は視覚経由なので、晴眼者は不自由なく情報を取得して行動認識に生かすことができる。一方、視覚障害者（特に、全盲者もしくは強度の弱視者）は聴覚や触覚・力覚などを使って間接的な代替情報を取得することで行動認識を起こすしか手段がない。

本研究は視覚障害者にオブジェクトの状況や形状などを理解した行動認識を行わせること、即ち、晴眼者が瞬時に視覚で行うオブジェクト認識を、現状の視覚障害補償技術のハードウェア制約内でソフトウェア的に触知手法を向上させることで、視覚障害者自身がオブジェクト認識を行えるような支援手段を開発することを目標としている。

情報技術の発達により、文字情報の伝達は著しく向上しているが、図的情報や形状的情報は言語化が難しく、例え言語化されても聴覚による一次元的な情報伝達では理解が困難であり、二次元的・三次元的な認識意識の拡充が必要となる。本報告では、2次元ないしは3次元の基本形状を合成・分割することで生成した仮想擬似オブジェクト形状による触知支援手法を考察する[1]。

### 2. 触知による行動認識

一般に行動認識へのアプローチは、ユビキタスセンシングとウェアラブルセンシングに大別される。前者は環境にセンサを配置して、そこから得られたデータで行動認識を行う。後者はウェアラブル機器を身につけ、オブジェクトへの1人称視点映像から行動認識を行う。例として“料理をする”という行動に対し、鍋に付けたセンサで検知するのがユビキタスセンシングであり、装着したカメラが鍋を探す行為で検知するのがウェアラブルセンシングである。

行動認識が推定できれば支援が可能となる。通常、ユビキタスセンシングは時間的・空間的な縛りを有するので、行動認識が限定される（例えば、視覚障害者が処方された薬にセンサを添付すると、内服という行動に対して探す手間や過誤を防止できるが、その状況下のみで有効である）。

一方、ウェアラブルセンシングは時や場所に自在であるが、オブジェクトを視線追跡できない視覚障害者には不利である。仮に1人称視点映像を代替的に取得しても、その映像からオブジェクトを理解するのは容易ではないので、視覚障害者に行動認識を誘起させるには、触知によるオブ

ジェクトの形状伝達は必須である。本研究は、このような背景のもとに新たな触知手法を確立するのが課題の核心をなす問いであり、図形情報の理解を向上させる触知状況の可聴化[2]も含めて、これまで深く研究されていなかった触知による行動認識への支援を目指す。

### 3. 擬似オブジェクト形状の生成

著者等の知る限りでは、環境内のオブジェクトを触知化して形状を伝達するといった研究は殆ど行われていない。その理由として、現状で使用されている触知機器、例えば、触覚で2次元図形を理解する点図ディスプレイや、力覚で3次元形状を理解する力覚デバイスの表現能力では、正確にオブジェクトを認識させるほどの分解能にない点が挙げられる。しかし著者等は、触知機器の精度が足りなくとも、このような形状のオブジェクトが環境内にあると情報伝達ができれば、行動認識を誘起させるのは可能であると考えている。触知させたい形状生成に膨大なデータを使用せずに、単純で基本的な形状のみ（2次元情報として円や四角形など、3次元情報として球や直方体など）を用意し、それらを組み合わせれば（和集合、積集合、差集合などの基本演算を施して擬似的な複合オブジェクトが生成できれば）良い。触知機器の精度は高くなく、また、手指による触知能力も低いので、対象オブジェクトの生成は擬似的な形状で充分である。オブジェクトを理解する際の、表示要求に応じた拡大・縮小に対して触知機器に適した複合オブジェクトの生成が可能であることが重要である（実時間的にも実行可能な記憶容量の点でも大切である）。

本研究で使用している触知機器は、汎用的ではなく携帯できるものでもないが、触覚を感じる液晶パネルや力覚を感じる繊維などの新技術が生まれているので、視覚障害者に行動認識を起こさせることは非現実的な問題ではない。

図1に、2次元複合オブジェクトの形状生成過程の例を示す。触知するオブジェクトの形状はすべて基本的なオブジェクトからの複合オブジェクトとする。その理由として触知機器の能力に沿った仕様に合わせやすいことにある

（図1は、基本的な図形である円Aと四角形Bを合成し、基本演算を施しながらG1やG2のような複合オブジェクトを生成している）。図2のように、オブジェクトの生成における基本形状や基本演算の適用は、オブジェクト指向の考えに基づいて設計されるので、クラス概念やメッセージ通信に基づく拡張性のあるシステムとなる。複合オブジェクトの形状生成については、既に距離場空間モデルと呼ばれる空間表現法が提案されており、その手法を用いて形状生成やモデリングを行っている[3, 4, 5]。

(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

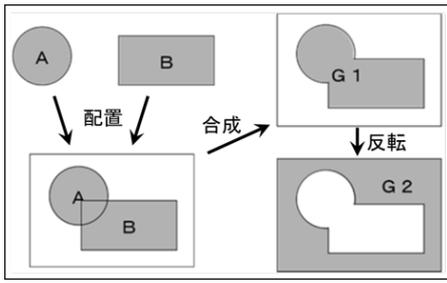


図1. 複合オブジェクトの形状生成過程

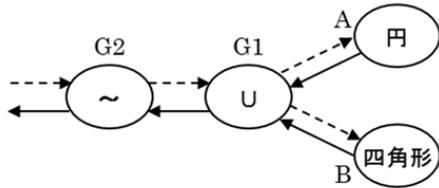


図2. 基本形状や基本演算の適用

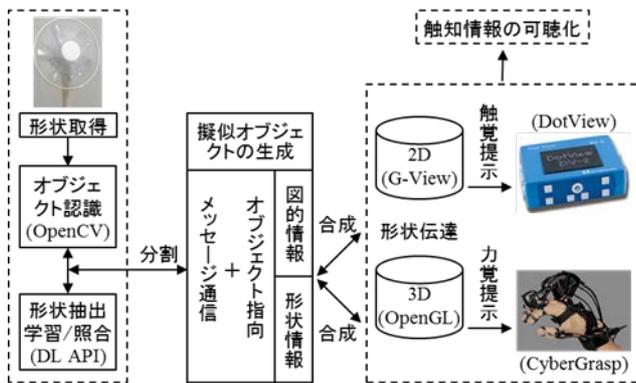
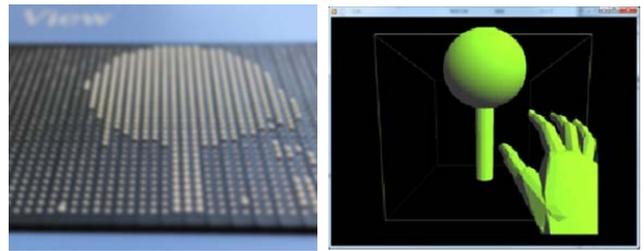


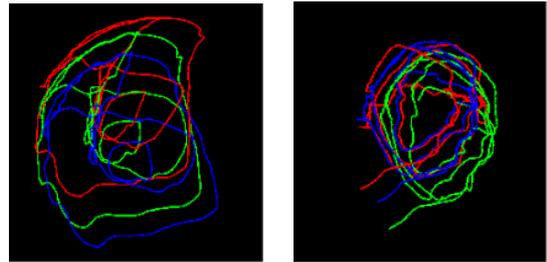
図3. システムの概要

図3に、開発を目指すシステムの概要を示す。その中心は擬似オブジェクトの生成であり、図的情報の構成と形状情報の構成の二つから成っている(同図内の中央部分)。擬似オブジェクトの生成の後、形状伝達として触覚提示と力覚提示を行う(同図内の右部分)。提示時における触指状況は、可能ならば可聴化(言語への落とし込み)を行う。環境にあるオブジェクトの形状取得は、探索・認識・形状抽出・学習/照合などから成るが、これらはパターン認識の既存手法や商用サービスを利用する(同図内の左部分)。

環境内のオブジェクトを認識して扇風機と判断されると、その距離場データ(一般的な扇風機の距離場データで代用)をもとに擬似オブジェクトの生成を行う。図4は、扇風機を基本形状(2次元情報は円と細い方形、3次元情報は球と細い円柱)と基本演算(和集合)から生成した擬似オブジェクトであり、それを点図ディスプレイ(DV-2)と力覚フィードバックデバイス(CyberGrasp)を制御するPC内で表示したものである。ここで、点図ディスプレイの触知はPC上の描画になるが、力覚フィードバックデバイスの触知はPC内にOpenGLで形状を作成し、その仮想形状に仮想手が触れると手指に生成された力覚が伝達される。



(a) 触覚提示 (図的情報) (b) 力覚提示 (形状情報)  
図4. 擬似オブジェクトの形状伝達



(a) 実際のオブジェクト (b) 擬似のオブジェクト  
図5. 触指状況(扇風機頭部)の追跡比較

図5は、扇風機の頭部に対する実際と擬似の各オブジェクト触指軌跡の比較である。単なる触跡のみでは殆どオブジェクトの形状を表現できていないので工夫が必要である。

#### 4. まとめ

環境内にあるオブジェクトの図的情報や形状情報が触知できれば、(音声による情報伝達が困難な場合でも)行動認識の誘起を可能とする状況が作り出せると考えている。即ち、視覚障害向けの触知可能なオブジェクトセンシング手法が構築できれば様々な補償支援への展開が期待できる。

**謝辞:** 本研究は平成30年度科研費18H03656(触知の向上による視覚障害者のオブジェクト認識意識の拡充)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, 宮川: “視知や触知の向上による視覚障害者のオブジェクト認識支援”, ヒューマンインタフェースシンポジウム(HIS2017)講演論文集, No.7A1-4, pp.775-778, 2017.  
 [2] Murai Y., Tatsumi H., Miyakawa M.: “Recording of fingertip position on tactile picture by the visually impaired and analysis of tactile information”, Proc. 16th Int. Conf. on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP2018), Accepted, 2018.  
 [3] 徳増, 巽, 村井, 仁尾: “距離場空間モデルによる汎オフセット概念とその応用”, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.1, pp.26-37, 2001.  
 [4] 田中, 館原, 巽, 徳増: “空間表現のためのオブジェクト指向プログラミング”, 情報処理学会第57回全国大会論文集, Vol.4, 3N-7, pp.121-122, 1998.  
 [5] 館原, 田中, 巽, 徳増: “オブジェクト表現による複雑な物体形状の生成”, 情報処理学会第57回全国大会論文集, Vol.4, 3N-8, pp.123-124, 1998.