

# CyARM : 非視覚モダリティによる 直感的な空間認識インタフェース

高木 友史 秋田 純一 伊藤 精英 小野 哲雄 岡本 誠  
公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科  
〒041-8655 北海道函館市亀田中野町116番地2 maq@fun.ac.jp (岡本)

## 1. はじめに (背景と目的)

### 1-1. サイボーグ - 人間の機能の拡張 -

現代社会においてヒューノイド型ロボットやロボティクス研究の進展はめざましい。ロボットには多くのセンサが搭載され、ロボットはセンサから得た情報を理解し、自己の行動を制御している。

各種センサが受信した様々な情報をロボットへ伝えずに、人間にとって理解可能な情報(インタラクション)に変換することで、人間は新しい知覚の作法を取得できる。それは環境情報を入手して行動に役立つことと同時に、人間の機能拡張・知覚拡張へと繋がるものと考えられる。

### 1-2. 視覚障害における空間認識

視覚障害者は視覚以外の感覚を活用して単独歩行しており[1]、白杖や盲導犬などの情報認識手段を利用し不足している情報を補う。しかしこれらの手段は、空間印象を直感的に得られる手段としては不十分だと考えられる。

電子的な感覚代行器も開発されているが、物体の有無は探知できても、空間印象を知覚するには奥行き・方位・質感・温度・生物/非生物の区別など様々な要素があるため、空間印象における対象の様々な情報を同時に且つ十分にユーザへ提供できているとはいえないのが現状である。

### 1-3. 研究の目的

本研究では、視覚以外の感覚で情報を知覚する手段を用い、外界の環境を探索して空間印象が認識できる直感的インタフェースを提案する。さらにインタフェースの具体的な実現方法を明らかにする。

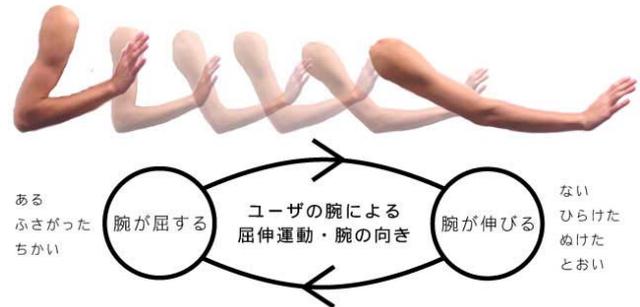


図1 : KUSSHYN Interaction のイメージ

## 2. 提案するインタフェース

### 2-1. アイディア展開 - 空間を触る -

私達は暗闇の中を平然とは歩行できず、大抵の人ならば両手を前方に出し、その両手で自分の進行方向に何か物体がないか手探りで認識しようと試みる。このような直感的な振舞いが、空間認識インタフェースにおける重要なポイントだといえる。そこで空間を認識し知覚する行為を「空間を触る」イメージと捉えた。このインタフェースの特徴は、離れた位置にある対象を非接触で且つ直感的に感じ取れることである。

### 2-2. KUSSHYN Interaction

本研究で提案するインタフェースを KUSSHYN Interaction (屈伸インタラクション) と名付け、ユーザの腕による「屈伸の度合い」から、ユーザと対象の間の距離感や対象の形状・輪郭などをユーザに伝達する。

KUSSHYN Interaction を可能にする作法として「現実距離」を「ユーザの腕の長さ」と対応付けをさせた。対象と接近した場合、ユーザの腕が曲がり肘が屈した状態となる。また、対象と十分に距離がある場合、ユーザの腕が伸びた状態となる。

これにより単なる音や振動のように抽象化されたコードを解釈するのではなく、ユーザは直感的に外界を知覚することが可能となる。

CyARM: Intuitive Interface for Sensing the Environment with Non-Visual Modality

Tomohito Takagi, Junichi Akita, Kiyohide Ito, Tetsuo Ono, Makoto Okamoto  
116-2 Kamedanakano, Hakodate Hokkaido 041-8655, Japan  
E-mail maq@fun.ac.jp (Makoto Okamoto)

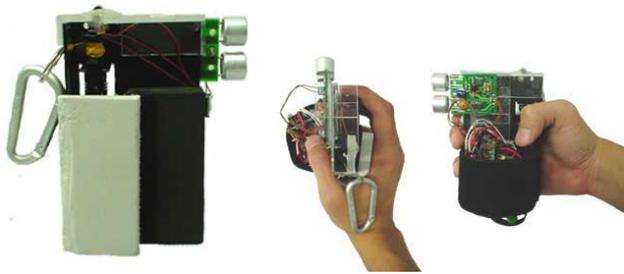


図2：CyARMのプロトタイプ

### 3. 実装 / CyARM

提案したインタフェースを実現する装置をCyARM(サイアーム)と名付けた。CyARMはユーザの腕に対し、制御と自動化を促すことでユーザの外界に対する知覚拡張を提供する。

#### 3-1. CyARMの内部構造

対象物までの距離を測るための超音波送受信機とワイヤーを巻き取るためのリールを備えたモータ、及びこれらを制御するマイコン(H8/3664)からなる。まず発せられた超音波が対象物から反射されて戻るまでの時間から対象物までの距離を求める。ワイヤーの伸びがこの距離に応じたものになるようにリールの位置を制御する。ワイヤーはユーザの身体に接続され、CyARM自体を握り腕を伸ばすことでワイヤーに張力を与えて使用する。対象物への距離に応じたリールの位置の制御により腕の伸びが抑制され、仮想的に腕が伸びたような感覚や手の先に何かあるような感覚を生む。

#### 3-2. CyARMの制御

上記にあるCyARMの機能実現には、リールとモータの接続部に可動ジョイントを使用した。可動ジョイントはワイヤーを引っ張ることで軸が傾くため、リールの位置が数mmずれる。このずれを磁気センサで検出し、ユーザが腕を伸ばそうとする動作を検出する。腕を伸ばそうとした際、モータをワイヤーが伸びる方向に弱く回転させて腕を伸ばすのを助長するが、それ以外は弱くワイヤーを戻すことで、力を加えないときはワイヤーが巻き戻る機構と等価な動作が実現可能になる。

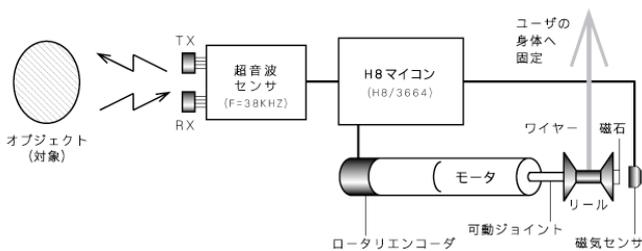


図3：CyARMの内部構造

## 4. CyARMを用いた評価実験

### 4-1. 壁と壁の間のスリットを通過する実験

アイマスクをして視覚を遮断した被験者4名により壁と壁の間のスリットを通過する評価実験[2]を実施した。その際には比較対象として音波式障害物感知装置のTri-Sensor (KASPA™)による同実験も実施した。2つの壁で構成されたスリットには複数のパターンを用意した。

### 4-2. 評価実験から

評価実験ではビデオ解析やインタビューなどの定性的な分析を行い、ユーザビリティに関わる課題や要求の抽出を行った。

比較した2つの装置とも物体の有無は探知できたが、CyARMはフィードバックを主とするユーザビリティに関して、多くの改善の余地がみられる。

しかし壁の薄さが認識できたことや、移動している人をCyARMを利用して追跡できたことなど、いくつかの特性が評価実験から得られた。



図4：CyARMの動作確認と評価実験の様子

## 5. まとめと今後の展開

CyARMは従来の感覚代行器で認識できる物体の有無に加え、非接触にして対象物の表面をなぞるような感覚で物体の形状が認識できることと他感覚を併用して変化する状況を認識できることが判明した。

今後は現状のプロトタイプの超音波センサによる距離の検出や形状把握の精度を向上させることと、それに加えて物体の質感や肌理を検出しユーザに伝達するインタフェースの検討を行う。

## 6. 参考文献

- [1]佐々木正人, 三嶋博之編: 身体とシステム; アフォーダンス行為, 3章, 金子書房 (2001).
- [2] B. Hughes: Active artificial echolocation and the nonvisual perception of aperture passability, Human Movement Science 20, pp.371-400, (2001).