



データグローブを用いた AR 音響空間における 視覚障害者向けジェスチャインタフェース

藤原 大睦^{*1}, 石田 大顕^{*1}, 片山 遼介^{*2}, 高尾 秀伸^{*2}

Data Glove Gesture Interface Enabling Blind People at the Acoustic space of Augmented Reality .

Hiroyoshi Fujiwara^{*1}, Hiroki Ishida^{*1}, Ryosuke Katayama^{*2}, Hidenobu Takao^{*2}

Abstract - We have developed a Data Glove gesture interface for Blind People. This interface is the gesture interface for selective listening multiple 3D sound sources in the augmented reality . This is the interface for manipulating 3D sound by hand. Therefore, we have developed an interface that grab the 3D sound.

Keywords: Augmented Reality , 3D Sound , Gesture and Blind People

はじめに

1.1 背景

障害者自立支援法およびバリアフリー新法の施行により、視覚障害者の外出機会の増加が予想される。しかし、視覚障害者は視覚情報が遮断されている為、外界情報の取得が困難であり、現在地および目的地の定位が難しい、このことから視覚障害者は単独での歩行・外出は困難であるといえる。そこで先行研究^[1]では、立体音響を用いて進むべき方向と周囲のランドマーク情報が仮想音源の到来方向により認知可能な、拡張現実ユーザインタフェースを備えた買い物行動ナビゲーションシステムの開発を行った。

先行研究のシステムにおける入力インタフェースとして、白杖に3ボタンのコントローラを装着し、システムに対する入力インタフェースとして運用してきたが、侵襲性の高さ、および認知負担の大きさが問題として挙げられた。この問題を解決する為、筆者らは前報^[2]にてモーションセンサ(LeapMotion 社: LeapMotion)を用い、ユーザの自然な動きにより AR 音響空間上の仮想音源の選択的聴取を可能とする、視覚障害者向けジェスチャ入力インタフェースの研究を行った。しかし、インタフェースの検出範囲、およびセンサの検出方法に問題があり、ジェスチャ入力を使用するメリットが発揮されなかった。

1.2 目的

本報告では、入力デバイスとしてデータグローブを用いた、AR 音響空間上の仮想音源の選択的聴取を可能とする、ジェスチャ入力インタフェースの開発、およびユー

ザビリティ評価を行う。

1.3 立体音響呈示インタフェース概要

立体音響とは、我々を取り巻く実音響空間と同様に全方位的に音を聴取することができる音響的な仮想現実のことである。本研究では、立体音響による情報提示を実空間に重ね合わせた拡張現実音響空間を「AR 音響空間」と定義する。立体音響インタフェースでは立体音響による情報提示により、聴覚情報に音の到来方向という要素を加えることで、周囲の複数のランドマーク情報の同時取得が可能となっている(図1)。

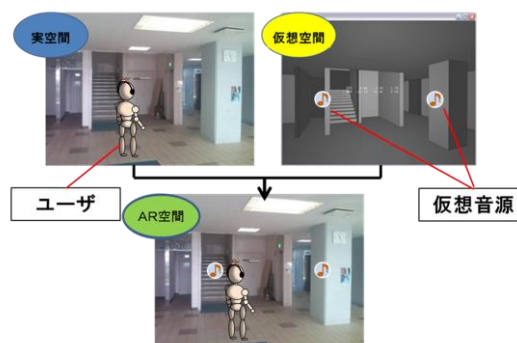


図1 AR空間イメージ

Fig.1 AR Space image

1.4 LeapMotion を用いた入力インタフェース

筆者らはジェスチャ入力インタフェースの先行研究として、ユーザの自然な動きにより仮想空間上の仮想音源の選択的聴取を可能とする、視覚障害者向けジェスチャ入力インタフェースを開発した(図2)。

この LeapMotion を使用したジェスチャ入力インタフェースのユーザビリティ評価実験を行ったところ、以下の問題点が挙げた。

- (1) LeapMotion は赤外線カメラによる検出方法の為、歩行時の日光による外部赤外線の影響を受けてしまう。

*1: 神奈川工科大学 ロボット・メカトロニクスシステム専攻

*2: 神奈川工科大学 ロボットメカトロニクス学科

*1: Department Robotics and Mechatronics Systems, Graduate School of Engineering, Kanagawa Institute of Technology.

*2: Department of Robotics and Mechatronics, Kanagawa Institute of Technology.

- (2)センサの検出範囲が決められている為、常にユーザが検出範囲を意識して操作しなければならない。
- (3)ユーザの日常的な動作の妨げにならないような設置場所が無い。

また、実験協力者の内省報告より、「デバイスの検地範囲を意識して操作しないといけない」、「ジェスチャの認識が悪い」という意見があった。上記の問題を解決する、新しいデバイスを用いてインタフェースの完成度を高めることで、ユーザへの認知負担を軽減させ、より精度の高いシステムの開発ができると考えられる。

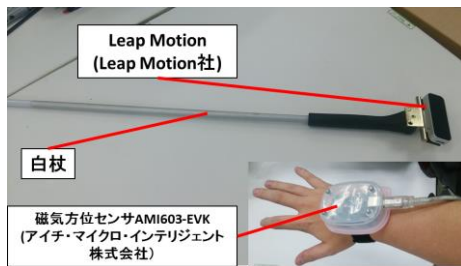


図2 ジェスチャ入力デバイス

Fig.2 Gesture input device

2. 開発インタフェース

2.1 インタフェース概要

本報告では、上記のインタフェースを改良し、入力デバイスとして、手に直接装着するグローブタイプのデバイスを使用する。画像認識を用いたカメラタイプのデバイス(Microsoft 社: Kinect・LeapMotion 社: LeapMotion等)のように検知範囲・設置場所等のインフラ整備を必要とせず、環境要因(外部赤外線・ノイズ等)の影響を受けにくい為、ユーザの手のモーションの取得するうえで最適なデバイスだと考えられる。

本インタフェースは実音響空間に PC で生成された仮想音響空間を重ね合わせた、「AR 音響空間」上の複数の立体音響による情報を選択的に聴取する為のインタフェースである。立体音響は複数の情報を同時に提示し、直感的に理解できるというメリットがある(図3)。しかし、提示する情報が多い場合、一つ一つの情報の認知が困難になる。そこでユーザが必要な情報を選択する手段として、ジェスチャ入力インタフェースを提案する。

このインタフェースは「AR 空間上の仮想音源を手で直接操作するインタフェース」である。本インタフェースのターゲットユーザである視覚障害者が情報を得る場合、主に聴覚情報、および実物体に触ることによる触覚情報を使用し、情報を取得している。情報(音源)に対し腕を伸ばし、触れる・掴む・放すという把握動作は視覚障害者にとっての自然な動きであると考えられるため、AR 空間上の情報に視覚障害者が直接的にアクセスできるインタフェースとして、音に直接触れる・音を掴むといったジェスチャは、視覚障害者向けシステムにおいて

有効だと考えられる。また、仮想音源を直接操作することであたかも音に触れているような操作感をユーザに提供し、遠方の対象(情報)に対し、探索行動における、ローカルサーチをおこなっているような感覚を想起させるのではないかと考えられる。

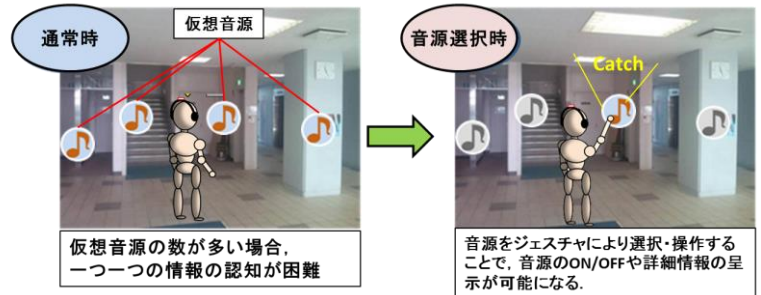


図3 インタフェースイメージ

Fig.3 Interface of image

2.1 インタフェース使用方法

AR 仮想音源を選択するインタフェースを開発する為に、次のプロセスが必要だと考えられる。

(1)仮想音源を探索する。(2)仮想音源を選択する。(3)仮想音源を決定する。(4)仮想音源の決定を解除する。

(1)・(2)については、腕の角度情報、および手の座標情報を、仮想空間上の音源の座標情報と比較し、腕の角度の直線上に仮想音源が存在する場合のみ、ロールオーバー音を提示する。ロールオーバー音が提示されている状態を「音を選択している」と定義する。(3)については掴むというジェスチャをトリガとし、「音源を決定した」と判断する。(3)の状態から手を開くことで(4)の「仮想音源の決定状態の解除」とする(図4)。

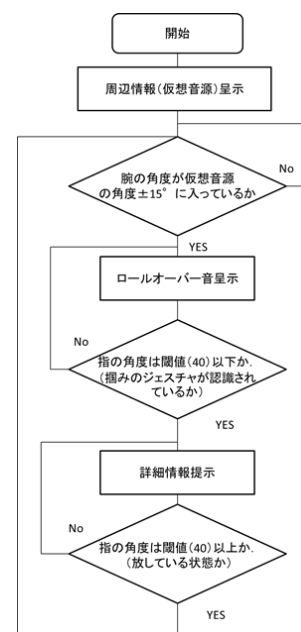


図4 インタフェース使用方法

Fig.4 How to use the interface

2.2 システム構成

インタフェース構成を以下の図 5 に示す。各構成機器について以下の①～⑤に示す。

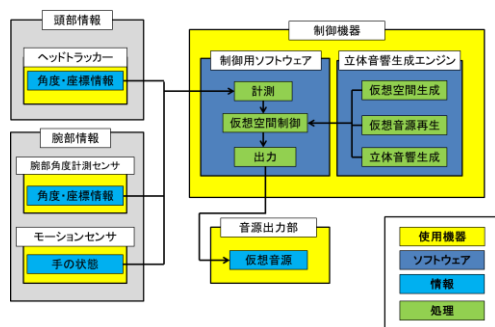


図 5 インタフェース構成図

Fig.5 The configuration of the interface

①開放型ヘッドホン

本デバイスはシステム構成図のヘッドトラッカーと音源出力機器にあたるデバイスである。

本インタフェースでは開放型ヘッドホン（SONY：PFR-V1）に 9 軸ワイヤレスモーションセンサ

（LOGICAL PRODUCT）を組み合わせ使用した（図 6）。本ハードウェアは、磁気方位センサでユーザの頭部角度情報を取得し、音源をヘッドホンによるバイノーラル方式で出力することである。密閉型ヘッドホンとは違い、周囲の環境音を聴取可能なため、視覚障害者向けインタフェースとして適していると考えられる。



図 6 開放型ヘッドホン

Fig.6 Open-type headphones

②手腕部センサ

本デバイスはシステム構成図のモーションセンサと腕部角度計測センサにあたるデバイスである。

手腕部センサには 5DT 社：5DTDataGloveUltra と、磁気方位センサ（アイチ・マイクロ・インテリジェント株式会社：AMI603-EVK）を使用した（図 7）。

5DTDataGloveUltra は各指の拳部から第一関節までの範囲に設置された、光ファイバー製のひずみセンサを用い、指の屈折状態を検出している。本研究ではジェスチャを定義するための指の情報を取得する為に、DataGlove を使用し、磁気方位センサを腕の角度情報の取得に使用した。

前報のジェスチャ入力インタフェースでは腕に磁気方位センサを装着し、白杖に装着された LeapMotion の

上でジェスチャを認識させていたが、本報告における開発インタフェースでは、右腕に DataGlove、および磁気方位センサを装着するため、ユーザの行動を制限しにくく、白杖による情報取得も阻害しない為、視覚障害者向けシステムの入力インタフェースとして適していると考えられる。

腕部センサの重量は 155 g となっている。

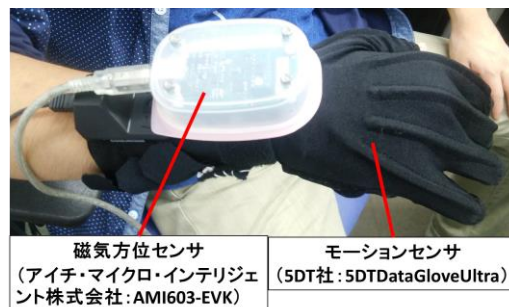


図 7 DataGlove+AMI603-EVK

Fig.7 DataGlove and AMI603-EVK

③立体音響生成エンジン

立体音響生成エンジンとして CATT 社製の CATT-Acoustic v9TM + TUCT を使用した。このソフトは、空間のモデリングを行い、モデリングした空間の情報をもとに、ERTF(Environmental Related Transfer Function)を算出し、立体音響の生成を行う。

④制御用ソフトウェア

制御用ソフトウェアとは、取得した情報を計測し、仮想空間を制御するソフトウェアである。システムの制御には、Macromedia 社製の Director MX を使用した。

⑤制御機器

制御機器とは上記のシステムを動作させるための PC である。本研究では Panasonic 製：Let'snote CF-SX4 を使用した。

システムの流れとして、頭部、腕部、手部の各データを制御用プログラムが取得し、仮想空間上のリスナーの位置、腕の角度情報並びに手の状態を判断する。仮想空間上のリスナーの位置に応じて、立体音響生成エンジンが立体音響を生成し、開放型ヘッドホンからバイノーラル再生で聴覚情報が呈示される

3. ユーザビリティ評価実験

3.1 ジェスチャ入力インタフェース評価

開発・改良したジェスチャ入力インタフェースのユーザビリティ評価実験を行った。本評価実験では、DataGlove を使用したジェスチャ入力インタフェースのユーザビリティ評価を行った。

3.2 実験タスク

実験協力者の耳の高さの仮想平面上 1 メートル先から呈示音を呈示する。実験協力者は呈示されている呈

示音を選択していただく。データグローブを使用した改良インタフェース、および LeapMotion を使用した改良前インタフェースの 2 条件を行った。

3.3 実験場所

神奈川県立 神奈川工科大学 認知行動科学室

3.4 実験協力者

実験協力者の視覚障害者のプロフィールを表 1 に示す。

表 1 実験協力者プロフィール

Table 1 profile of cooperators

実験協力者	性別	年齢	原因疾患	受障期間	視野	視力
C1	女性	70代	網膜色素変性症	16年	全盲	全盲
C2	男性	40代	糖尿病性網膜症、緑内障	14年	6度	両眼 0.01
C3	男性	40代	先天性		全盲	全盲

3.5 評価項目

本研究では、インタフェースの快適性、および満足度を評価する。快適性の評価は 1) 実用性・満足度・使いやすさ調査、および 2) 内省報告による主観評価を行う。

実用性・満足度・使いやすさ調査票 (USE) とは、30 項目の質問が実用性、満足度、使いやすさ、学習のしやすさという 4 つのカテゴリに分かれており、文章はどれも肯定的な内容で、これに対しユーザはどれだけ同意できるかを 1〜7 の 7 段階のリッカート尺度で評価する^[3]。

3.6 実験条件

実験条件は、データグローブを使用した 1) 改良インタフェース条件、および LeapMotion を使用した 2) 改良前インタフェース条件の 2 条件とした。1) の実験風景を図 8 に示す。



図 8 実験風景

Fig.7 Image of experiment

4. 結果・考察

4.1 結果

USE による、開発インタフェースのユーザビリティ評価結果を図に示す。大きな差はでなかったものの実用性の項目は改良後インタフェースの得点が高かった(図 9)。

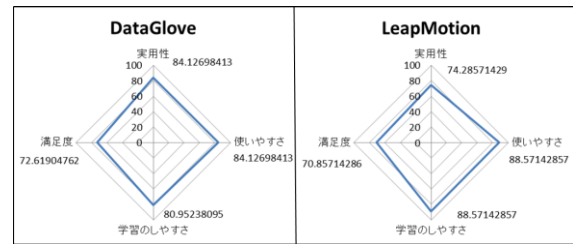


図 9 実用性・満足度・使いやすさ調査票

Fig.9 Usefulness,Satisfaction,and Ease of Use

4.2 考察

USE の結果より、2 条件間に大きな差が無かった理由としてインタフェースのコンセプトに大きな違いがなかったためだと考えられる。しかし、実用性の項目において、改良後インタフェースの得点が高かった理由として、入力デバイスを腕に集約したため、視覚障害者の日常的な行動を阻害しにくい為だと考えられる。また、内政報告より、「ジェスチャを認識しやすい」「腕が自由に動かせる」という意見も頂けた。よって、ユーザの手に直接装着可能、および外部赤外線の影響を受けない DataGlove は視覚障害者の外出時の入力インタフェースとして適していると考えられる。

5. おわりに

5.1 得られた知見

本実験で得られた知見として以下が挙がる。

- 1) データグローブを用いた視覚障害者向けジェスチャ入力インタフェースのテストベットの開発、および改良に成功した。
- 2)ユーザにデバイスの仕様を意識させないことで、実用性の評価が向上することが示唆された。

5.2 今後の展望

先行研究の買い物行動支援システムとの統合を行うことで、買い物行動におけるジェスチャ入力インタフェースの有用性を明らかにする。

引用・参考文献

- [1] 片山遼介, 高尾秀伸: 視覚障害者向け買い物行動支援システムの開発:人間工学会 第 55 回大会 抄録集, 2D3-2, pp. 304-305, (2014).
- [2] 藤原 大陸, 片山 遼介, 高尾 秀伸:"仮想音源の選択的聴取を可能とする視覚障害者向けジェスチャ入力インタフェースの研究", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015, 2534D, 2015.
- [3]Tom Tullis,Bill Albert:ユーザエクスペリエンスの測定 UX メトリクスの理論と実践,東京電気大学出版局 (2014)