

- 38 : Environmental : Jump from infinity to 0.2m : 15s
- 39 : Environmental : Random (Slant wall) : 60s
- 40 : Environmental : Random (Rough wall) : 60s
- 41 : Environmental : Random (Exits) : 60s
- 42 : Environmental : Random (Poles) : 60s

[* Back to Table of Contents.](#)

5. Evaluation

Many O&M instructors and the people concerned with blind education or rehabilitation have tried this system and CD, and they reported that the sound field produced by our system or CD is easier to understand for beginners than conventional training. Qualitatively, efficiency of our system and CD have been given good evaluation from O&M instructors etc.

However, quantitative evaluation of this system and CD is not completed. We are now trying to develop the method to evaluate our training effect quantitatively.

[* Back to Table of Contents.](#)

6. Conclusion

In this paper, we reported our training system or training CD for acquiring obstacle perception. Many O&M instructors and the people concerned with blind education or rehabilitation have tried our training system, and they reported that our system can reproduce the ideal sound variation that is easier to understand for beginners than conventional training. The simplified version of our training system is now working in the College of National Rehabilitation Center for the Persons with Disabilities, Japan for educational use. The latest version of our training CD "Version 1.0" has been distributed to over 150 blind facilities (Figure 7).

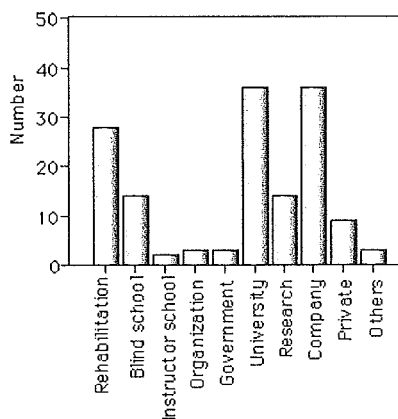


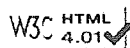
Figure 7, Distribution Statistics of CD "Version 1.0" (until Nov. 19, 2003).

[* Back to Table of Contents.](#)

References

- Blasch BB, Wiener WR, and Welsh RL (Eds.) (1997). Foundations of Orientation and Mobility Second Edition, AFB Press.
- Seki Y, (1999). Systematic Auditory Training of Obstacle Sense for the Visually Impaired by using Acoustical VR System, Human-Computer Interaction 2, pp. 999-1003.
- Seki Y, (2002). Sound Field CD for Obstacle Perception Training Ver. 1.0, <http://staff.aist.go.jp/yoshikazu-seki/CD/CD10/>.

[* Back to Table of Contents.](#)



国リハ研究紀要投稿票

視覚障害者のための3Dサウンドによる聴覚空間認知訓練システム及び訓練プログラムの開発

論文区分	短報						
表題 (和文)	視覚障害者のための3Dサウンドによる聴覚空間認知訓練システム及び訓練プログラムの開発						
表題 (英文)							
著者名 (和文)	佐藤哲司 関喜一						
所属 (和文)	産業技術総合研究所						
著者名 (英文)	Yoshikazu Seki						
所属 (英文)	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST).						
キーワード	歩行訓練、音源定位、障害物知覚、3Dサウンド、仮想現実						
チェックリスト (提出前にチェックして確認する。括弧内は「手引き」 「注意」の記載箇所)	<input type="checkbox"/> 原稿の長さとレイアウト (「注意」 4. 1) <input type="checkbox"/> アブストラクトおよびその和訳 (「注意」 4. 2, 4. 3) <input type="checkbox"/> 表紙ページの項目 (「手引き」 4. 2, 「注意」 4. 2-4. 5) <input type="checkbox"/> 人に関する論文における特別の配慮事項 (「手引き」 3. 2)						
以下は事務処理用なので、記入しないこと。							
本文	枚	図	枚	表	枚	写真	枚
アブストラクト				アブストラクト和訳			
受付番号				受付日			
担当編集委員							
論文審査委員							

要旨:

視覚障害者が歩行するためには、聴覚による障害物知覚や音源定位を活用して、空間を認知しなければならぬ。私達は、立体音響技術 (3D サウンド) を駆使し、仮想環境で聴覚空間認知の総合的な訓練が行えるシステムの開発を行った。本システムは、3D サウンドにより、自動車などの移動音源や壁等の反射を再現できる。また頭部と膝の位置センサーにより、頭部の動きや歩行移動を表現できる。このシステムにより視覚障害者は聴覚空間認知を仮想環境内で学ぶことができる。

Abstract:

In order to walk or travel, the blind people should cognize space by using auditory obstacle perception, sound localization, etc. We developed the total training system of the auditory orientation in the virtual environment by using 3-D sound technology. This system can reproduce the moving sound like car, and reflection of wall, by using 3-D sound. It can also represent head motion or walk movement by using head/knee position sensors. This system enables the blind people learn the auditory orientation in virtual environment.

キーワード: 歩行訓練、音源定位、障害物知覚、3D サウンド、仮想現実

Keywords: O&M, sound localization, obstacle perception, 3-D sound, virtual reality,

関喜一、産業技術総合研究所

Yoshikazu Seki, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST).

1. 序論

傷病等により失明した視覚障害児・者にとって、光ではなく音によって周囲の状況を認知する技能を獲得することは歩行・生活能力を獲得する上で不可欠である。現在視覚障害教育・リハビリテーションの現場における生活・歩行訓練の現状は、本物の生活環境・歩行環境において実際に被訓練者が歩行し、ひたすら周囲の音情報を聞き取って周囲の状況を認知する聴取経験を積み重ねて行くことに依存しているのが現状である[1]。しかし、訓練を開始したばかりの「初心者」の視覚障害者には、実際に自動車が必要な手がかりを選択訓練は危険を伴う場合があり、また様々な音響が混在する実環境から必要な手がかりを効率的に聴取することは困難を極める場合がある。訓練の安全性を向上させ、また訓練の効率化、さらには社会復帰までの短期間化を計るためには、実環境でやみくもに聴取経験を蓄積する訓練を行うだけではなく、音響シミュレータなどによる安全かつ体系的な聴覚空

間認知訓練を行うことが必要不可欠である。

聴覚空間認知訓練システムの開発の試みは国内外に数例存在する[2]が、それらの試作システムでは、「音源定位（自動車のように音を発している物体を知覚すること）」の訓練のみが考慮されているだけで、「障害物知覚（壁や柱のように音を発していない物体を反射音などにより知覚すること）」の訓練は考慮されておらず全く不十分であり、実用に供した物はない。また関[3]の訓練システムは、障害物知覚の基礎訓練のみを想定したものであり、「音源定位」の訓練は想定していない。

このような背景を踏まえ、筆者らは、「音源定位」と「障害物知覚」の両方の訓練に対応した実用的な聴覚空間認知訓練システムを、3D サウンドと呼ばれる立体音響技術を用いて開発した。

2. 方法

本訓練システムの原理を説明する。システムは、3D サウンド効果を生成する3次元音響処理装置 (Roland RSS-10 × 10 台)、自動車や環境音を記録する音源 (Roland AR-3000 × 10 台)、制御用のコンピュータ (Apple iBook G4)、頭部と膝の位置を計測する位置センサー (Polhemus 3SPACE Fastrak)、および訓練環境を記述した XML ファイルにより構成される。訓練音響はミキサ (Roland RFM-186 × 3 台 (1 台は予備)) を通してヘッドホン (STAX SRS-4040 × 2 台) で被訓練者と訓練士に提示される (図 1)。

本訓練システムに採用した「3D サウンド」とは、頭部伝達関数 (ヒトの頭部・耳介・外耳道などの形状によって決まる音響特性) を DSP でシミュレートすることにより、ヘッドホン聴取で3次元的な音場効果を再現する技術であり、現在アミューズメント目的などで広く使用されている音響技術である。この技術を用いると、聴覚空間認知訓練に必要な自動車等の移動音源や、壁などの反射音をヘッドホン聴取で3次元的に再現できる。位置センサーは、磁気を用いた6自由度位置センサーであり、被訓練者の頭部と膝に取り付けられた。被訓練者の頭部位置を計測することによって、頭部が動いた場合、仮想環境の音場の相対位置をその逆方向に移動する制御を行うことにより、あたかも絶対位置が固定された環境の中に自分がいるかのような没入感を作り出すことができる。これにより、被訓練者が自分の頭部の動きによる周囲の音の聞こえ方の変化を学習することができる。また、膝位置を計測することにより、被訓練者の”足踏み”動作を検出し、被訓練者は仮想空間内で歩行することができる。

制御プログラムは Mac OS X 上で動作するものとした。開発環境は REALBasic 5.5 Professional を用いた。この制御プログラムでは、仮想環境内の様子を画面に表示して、訓練士が訓練の進行状態をモニタリングすることができる (図 2)。また、プロジェクトで拡大投影することにより、ロービジョンの訓練生に視覚を通してフィードバックを与えることができる。

仮想訓練環境は、独自の XML 型式を考案して記述する方法を採用した (図 3)。記述できる内容は現在のところ、音源、道、壁、目印 (ランドマーク) の 4 つである (図 4)。このシステムでは、移動音源 10 チャネルが再現可能とした。また障害物知覚の訓練に必要な「壁」の表現方法については、有限距離音源については音量制御による遮音を再現 (図

5(a)) し、無限距離音源については鏡像法による反射、および音量制御による遮音を再現 (図 5(b)) する方式を採用した。

3. 結論

3D サウンドを利用した聴覚空間認知訓練システムを開発した。本システムにより、従来は経験的実地訓練に頼らざるを得なかった訓練が、今度は 3D サウンド技術を用いた仮想音響環境で体系的に行えるようになり、訓練の効率化が見込まれ、視覚障害者の社会復帰への短期間化が期待できる。また、訓練の安全性が向上することにより、視覚障害者の歩行訓練中の事故の危険性の減少、被訓練者の心的ストレスや恐怖感の減少も同時に期待できる。

参考文献

- [1] 例えば、芝田裕一編著、視覚障害者の社会適応訓練 (日本ライトハウス)。
- [2] 例えば、関喜一、”視覚障害者のための VR 技術”、バイオメカニズム学会誌 25 (2)、71-74 (2001)
- [3] 関喜一、”聴覚による障害物知覚とその訓練”、日本音響学会誌 60 (6)、325-329 (2004)。

図の説明

- 図1 システム概略図。(a)ブロック図 (b)装置の構成
- 図2 システム動作画面。制御プログラムは現在、Mac OS X上のアプリケーションとして動作する。
- 図3 訓練環境を記述するXMLファイルの形式。
- 図4 仮想空間の構成要素。音源、壁、目印（ランドマーク）の4つで構成する。
- 図5 障害物知覚に必要な「壁」の表現。(a)有限距離音源の遮音 (b)無限距離音源の反射・遮音

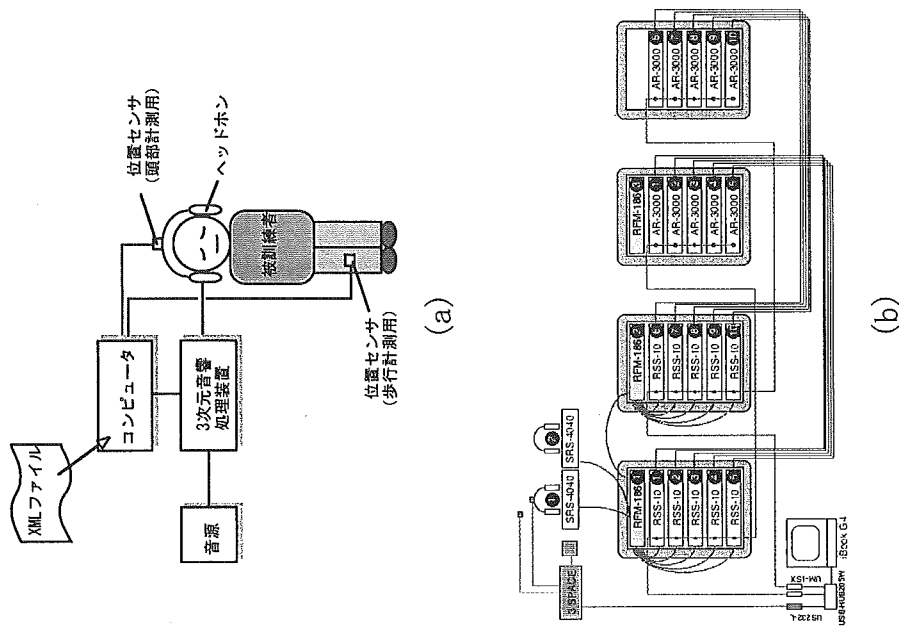


図1

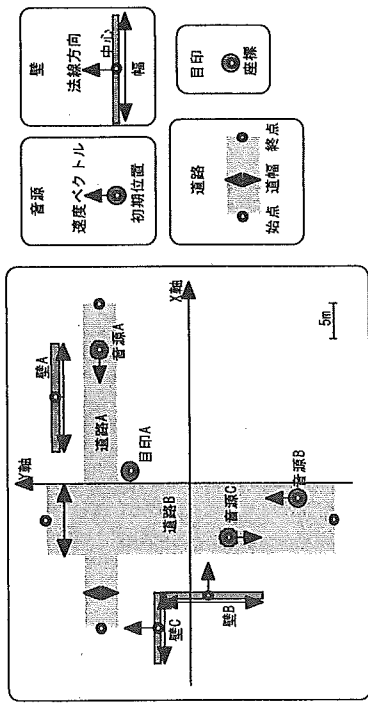
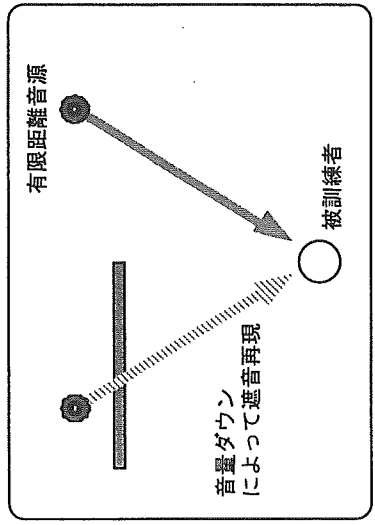
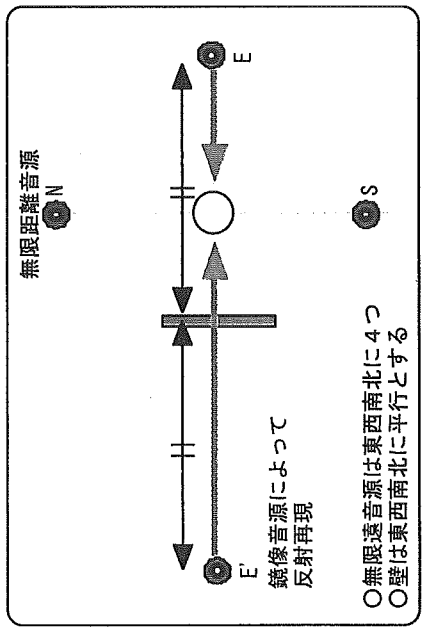


図4



(a)



(b)

図5