

超指向性スピーカを用いたロボットによる視覚障がい者のための 遠隔作業訓練に関する基礎的検討と評価実験

Basic Study on Remote ADL Training for the Visually Impaired Based on a Parametric-speaker-equipped Robot and Its Evaluation

戒能 孝治†
Koji Kainou

滝沢 穂高†
Hotaka Takizawa

青柳 まゆみ‡
Mayumi Aoyagi

江崎 修央§
Nobuo Ezaki

水野 慎士¶
Shinji Mizuno

1. 序論

2014 年現在, 日本で視覚に障がいのある方は約 31 万人 [1]といわれている. 彼らの生活を支援する施設(例として [2])が全国にあり, ADL(Activity of Daily Living, 日常生活動作)訓練を実施している. しかし, 支援施設の数も十分でなく, 場所も偏在している. 訪問による訓練も検討されているが, コストや支援者の負担等の問題があり, 実施することが困難な状況である. このため訓練を受けられない方が多数いると考えられている. こうした状況を改善するために, 彼らを訓練することのできるシステムの開発が望まれる.

視覚障がい者の作業支援に関する研究は多岐にわたる. 近年発表された研究ではパソコン利用支援に関するものが目立つ[3][4]. その他には, 点字[5]や移動支援[6]等の研究がある. これらは支援者が介在しないシステムである.

そこで本研究は, 支援者がネットワークを用いて視覚障がい者の作業を遠隔から訓練するためのロボットシステムを提案する. 支援者は遠隔で視覚障がい者の様子を見ることができ, さらに対話しながら彼らの作業を進めることができるので, 視覚障がい者の状況に合わせて訓練を行うことができる. また, 双方が相手先を訪問する必要がないため, 負担を軽減することができる. 本論文では, 空間に配置されたさまざまな物体を扱う作業(例として棚等に配置された材料や器具等を扱う台所作業)を訓練の対象とする. 提案システムを用いて, 目隠し晴眼者を対象に台所用品を用いた被験者実験を行い, 本システムの精度を評価した.

2. 作業訓練システムの概要

提案する訓練システムの概要を図 1(a)に示す. 支援者をトレーナ, 視覚障がい者をトレーニとする. トレーナが支援施設に, トレーニが自宅にいて, 両者のパソコンはインターネットに接続されている. トレーニのパソコンには図 1(b)に示すロボットが接続されている. このロボットはパン・チルト雲台にマイクを内蔵した USB カメラと超指向性スピーカを搭載し, 雲台の制御とスピーカからの音声出力, マイクによる音声入力, カメラによる映像入力ができる. また, インターネットを介して, 遠隔からこれらのデバイスを使用することもできる.

ロボットを構成する各デバイスについて説明する. 超指向性(別名パラメトリック)スピーカは, 超音波発振子を平面上に多数並べたものである. 発振子が超音波の搬送波を低

周波(可聴)音に変調し, 音を発する. スピーカの再生音を物体に照射すると, 受聴者は反射音を物体からの音として知覚する[7][8]. これを応用して, 音を環境中の物体に反射させて, トレーニに物体の存在と位置を伝える. 本研究ではトライステート社の実験キットを用いる[7]. パン・チルト雲台はカメラとスピーカの方向を, 作業に必要な物体に向けるために用いる. 本研究ではカーリーナシステム社の advas-PT1 を用いる.

3. 訓練の概要

図 1(a)のように, トレーナはトレーニのパソコンを通してロボットを操作する. また, ビデオチャットを通してロボットの映像を取得する. 取得した映像から対象物体を探し, カメラを対象物体の方向へ向け, 音声チャットを通してスピーカから超音波を出力する. 超音波は対象物体に当たり, そこで可聴音に変化する. トレーニはその物体からトレーナが話した音声が出力されていると知覚する. このシステムを利用することで, トレーニは作業に必要な物体の位置を認識できるようになり, 訓練を繰り返すことで一連の作業手順を覚えることができる.

4. 被験者実験

4.1 実験条件

提案したシステムを用いて, 20 代の目隠し晴眼者 2 名を対象に実験を行った. 図 2 のように, 室内空間にロボット, 被験者, 机を配置し, 机の上に物体を配置する. 対象物体は鍋, 大皿, ノートパソコン, スプーンとする. 机は 4 区間に等分割され, 左から 1,2,...と番号をふる. ロボットを三脚にのせ, 被験者の頭上から机上の物体に音波を照射できるようにする. 被験者は机に正対するように座る.

実験者は, ロボットを操作し, 机の任意の区間上にある物体にビーブの超音波を照射し, 被験者に反射音が聴こえた区間を答えさせる. これを 1 つの物体につき全区間で行う. 音波を照射する区間と物体の順番はどの被験者も同じとした.

実験者は, 被験者毎に解答結果について点数をつけ, 区間や物体の違いによって認識のしやすさに違いがあるか調べる. ここで点数を以下のように定義する.

- 3 点... ロボットが提示した区間と被験者が答えた区間が一致した場合
- 2 点... ロボットが提示した区間と被験者が答えた区間の差が ± 1 以内の場合
- 1 点... ロボットが提示した区間と被験者が答えた区間の差が ± 2 以上の場合

† 筑波大学

‡ 愛知教育大学

§ 国立鳥羽商船高等専門学校

¶ 愛知工業大学

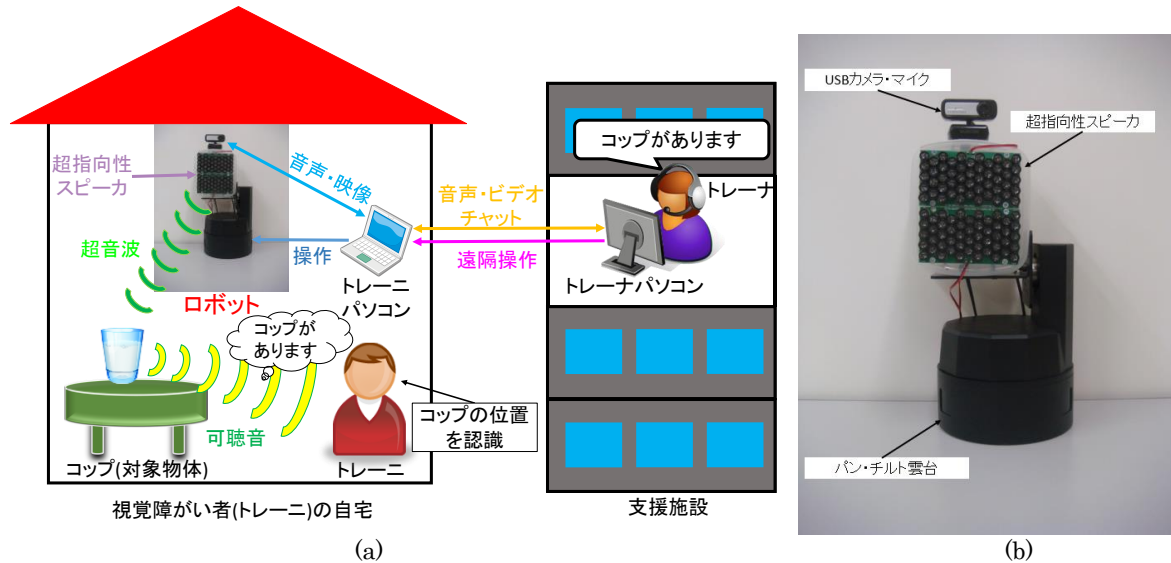


図1 作業訓練システムの概要(a)と訓練用ロボットの構成(b)

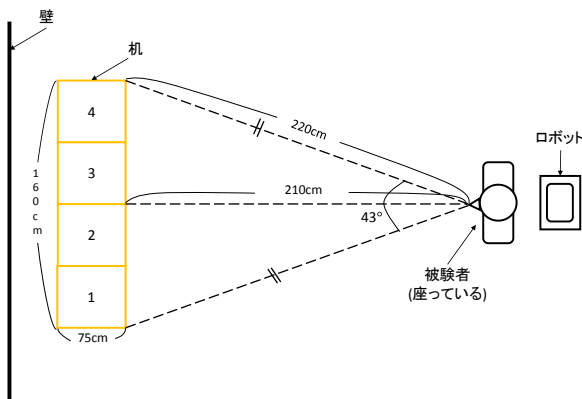


図2 ロボット, 机, 被験者の配置(上から見た図)

4.2 実験結果

表1, 表2より被験者の解答を物体別にみると, 鍋の点数が特に悪かった。これは鍋が丸みを帯びた物体であるからだと考えられる。ロボットが鍋の方向を向いた状態で超音波を照射すると, 音波が鍋に当たったときに拡散反射するため, 被験者が物体の位置を正しく認識できていないと考えられる。別の例では, スプーンの点数が良かった。これは超音波が机で反射した後, 壁の方向に進み, 壁から可聴音を出力するからだと考えられる。被験者はその音を聴くことで物体の方向を認識していると考えられる。

また, 解答を位置別に見ると, 被験者の正面付近(区間2,3)に置いた物体の点数が高いことがわかる。

5. まとめ

本研究では超指向性スピーカを搭載したロボットを使用して, 視覚障がい者の作業訓練を遠隔から行うシステムを提案した。そして, 台所用品を用いた方向認識実験を行い, 結果から大きい物体よりも小さい物体で, また, 正面付近にある物体で位置をよりよく指し示せることがわかった。

今後の課題としては, 精度向上や, 台所等の実環境における実験があげられる。

謝辞: 本研究の一部は JSPS 科研費 25560278 の助成を受けたものです。

表1 被験者1の解答結果

	鍋	大皿	ノートPC	スプーン
区間1	1	2	2	2
区間2	1	3	3	3
区間3	2	2	2	3
区間4	1	2	2	1

表2 被験者2の解答結果

	鍋	大皿	ノートPC	スプーン
区間1	2	3	1	2
区間2	2	2	3	3
区間3	1	2	3	3
区間4	1	1	1	3

文 献

- [1] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課統計調査係：“平成23年度生活のしづらさなどに関する調査(全国在宅障害児・者等実態調査)結果の概要”，2013-06.
- [2] 東京都視覚障害者生活支援センター
<http://www.tils.gr.jp>
- [3] 渡辺ほか：“視覚障害者支援技術研究のレビューと将来への展望”，電子情報通信学会技術研究報告・WIT, 福祉情報工学 109(358), p57-64, 2010.
- [4] 松永ほか：“音声ブラウザの利用を考慮したウェブリンクの提示に関する提案”，電子情報通信学会技術研究報告, SP, 音声 102(418), pp5-8, 2002
- [5] 渡辺ほか：“点間隔を広げた点字の読みやすさに関する研究”，電子情報通信学会技術研究報告, WIT, 福祉情報工学 107(273), pp13-16, 2007
- [6] Saeid Fazli etc：“Collision-Free Navigation for the Blind Persons Using Stereo Matching”，International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 2, Issue 12, 2011
- [7] 有限会社トライステート
<http://tristate.ne.jp/tsjb007.htm>
- [8] 宮里勉：“超指向性スピーカを用いた可聴音アクティブソナー方式による視覚障がい者歩行支援装置”，感覚代行シンポジウム, 2012.