

令和 2 年 7 月 15 日現在

機関番号：43304

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01102

研究課題名（和文）環境音の可視化による聴覚障害者支援—マンガ表現を用いた臨場感フォントによる支援—

研究課題名（英文）Support on visualization of environmental sound for hearing impaired person
-Support by Ambient fonts utilized Manga techniques -

研究代表者

新井 浩 (Arai, Hiroshi)

金城大学短期大学部・美術学科・准教授

研究者番号：30331557

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：聴覚は視覚と比較すると、得られる情報量が少なく日常的に意識する機会は少ない。しかし、後方や壁の向こうなど、視野外の情報を得ることができる点はとても重要である。

本研究の目的は、環境音を視覚化するシステムを開発し、聴覚障害学生を支援することである。特に、聴覚障害者が遭遇すると思われる、危険に関する環境音に特化して取り扱う。このシステムは、8チャンネルのマイクアレイを使用して音を収集し、ロボット聴覚ソフトウェア「HARK」を使って音源の方向と距離を認識させる。またその通知には、我々が以前の研究で開発した「臨場感フォント」を使用する。臨場感フォントはマンガの手法を用いた音の表現方法である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

このシステムにより聴覚障害学生が日常的な危険・注意に関わる場で過ごしやすくなる。本研究ではヘッドマウントディスプレイによる情報提示であったが、ARコンタクトレンズなどデバイスの発達により、より有効活用が期待できる。また副次的な成果として、文字情報に依存度の高いコミュニケーションがとられる、SNSに代表されるWEB上のやりとりにおいて、重層的な臨場感ある情報交換が可能となる。

研究成果の概要（英文）：Information obtained by hearing has less than by visual. Therefore, we have few opportunities to be aware of it on our daily life. However, it is very important to be able to obtain information outside the field of view, such as behind and beyond a wall.

The purpose of this research is to develop a system that visualizes environmental sounds and support students with hearing impairments. In the present research, we focused on environmental sounds with dangers that hearing impaired may encounter. This system consists of an 8-channel microphone array and robot audition software "HARK". The system recognizes the direction and distance of the sound source. And the visualization of the recognition results are used "Ambient font" that we developed in the previous study. The "Ambient font" is an expression method utilized manga techniques.

研究分野：複合領域 デザイン学

キーワード：障害学習支援 環境音 臨場感フォント マンガ オノマトペ

1. 研究開始当初の背景

近年、日本の大学や短期大学、高等専門学校などの高等教育機関では、聴覚障害をもつ学生が増加傾向にあり、サポートの必要性が高まっている。聴覚障害学生の学校生活における一般的なサポートとして、支援学生などによるノートテイク、自動翻訳を活用したPCノートテイク、教員の使用するマイクの音をFM電波を使って補聴器等に直接送る補聴援助システムなどがあげられる。聴覚障害には、全く聞こえない者から、ある程度聞こえる者まで、症状は多様であり、必要とされるサポートもまた千差万別である。

聴覚障害学生に対する支援の手段には、手話、字幕、音声認識ソフトによるテキスト表示、要約筆記など、いろいろな方法がある。特に要約筆記(ノートテイク)はよく活用されている方法であり、著者らも聴覚障害学生の支援を目的として、要約筆記システムなどの構築を行ってきた。同システムの中で、必要な文字情報だけでなく臨場感や雰囲気といった感覚的な要素を付加する試みをしている。これらの提案には一定の成果があったが、臨場感を伝えるために行った文字表現と、聴覚障害者が受け取る情報の読みやすさのバランスが十分でないため、検討を続けている。また、話者の声と環境音の切り離しにはまだ課題が多く、限定的な環境内での研究となった。

2011年に起きた東日本大震災は死者15000人以上という甚大な被害をもたらしたが、中でも障害者の死亡率は、一般の人々のおよそ2倍であったことが分かっている。日常生活ではそれほど援助を必要としない障害であっても、災害時や緊急事態における障害者の不利益へ目を向ける必要があり、危険を知らせることは重要である。

2010年代半ばから、アイフォンのアプリケーションであるSiriやGoogle翻訳の飛躍的な機能向上などが身近に体験できるようになり、ディープラーニングに関連した研究に対する機運が高まりつつあった。研究の更なる展開として、音声だけでなく環境音の可視化へ範囲を広げてみようと考えていた我々は、音の認識率向上に関してこれらの技術の導入も検討した。しかし、我々の研究に携わる人員や研究規模を考慮すると、大量の音響モデルと言語モデルを学習させることは困難であり、これらとは異なった方法を模索していた。

2. 研究の目的

本研究では、聴覚障害学生が必要とする音情報に感覚的な要素を付加し、環境音を可視化できるシステムの構築に取り組む。このシステムの特徴は、聴覚障害者には気付くことが難しいとされる視野外の危険音に対して注意を促すことである。ディープラーニングを用いず、危険を感じさせる環境音という限定的なデータベースを作成する。複雑な環境音をマンガ的なディフォルメ処理を行い、主観的に振り分けることで従来では難しかった環境音の分離を行い可視化を行う。

3. 研究の方法

システムの概要

本研究は次男3つのサブプロジェクトで構成される。

- (1) 危険音検出システムの構築
- (2) 危険音データベースの構築と環境音の特性分析システムの構築
- (3) 臨場感フォントインターフェースの構築

(1)では、マイクを通して入力された環境音から音源の方向と音量を検出して示す。また、8つのマイクから得た音データの到達時間差を利用し音源定位を行う。音の解析にはロボット聴覚ソフトウェアHARKを活用した。(2)では実際に学生生活を想定したサンプル音からデータベースを構築し、注意喚起音及び非日常音の特性分析を行う。(3)では結果の表示に、音量や音質

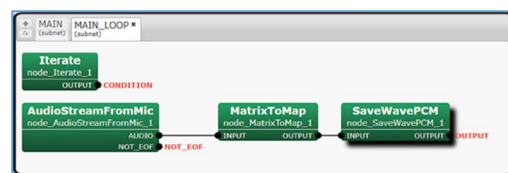


図1 マイクアレイとHARKの設定画面

を反映した「臨場感フォント」を使う。これはこれまで我々が提案してきた、書体や吹き出しなどマンガ的記号と文字を組み合わせた表示方法で、利用者に直感的な理解を促す手法である。これらの内容を、HMD (Head Mounted Display) などのウェアラブル機器を用いて表示し注意を喚起する。

3.1 マイクアレイによる音データ取得環境の構築

環境音検出システムの基礎実験としてマイクアレイを利用した録音システムを構築した。音の取得には、発生源の方向情報を含めて収集するために、水平方向 8 箇所マイクが配置されたマイクアレイを用意した。これにより、方向性のある 8 チャンネルの音情報が得られる。音データの取得ソフトには HARK を用いた。HARK は、音源定位や音源分離、音声認識を可能とするソフトウェアで Windows と Linux で動作する。HARK の web 設定はブラウザを介して行い、デバイスのチャンネル数やサンプリング周波数、録音フレーム数などを設定する。

3.2 音データ取得実験の様子

前項のシステムを利用して、「注意喚起音」と「非日常音」の取り込みを行った。音の反響が少ない屋外で、検知しやすい大きく高い音で実験を行った。注意喚起音は自動車の警笛、非日常音は空き缶とスコップを高さ 1.5m から落下させた。(図 2、図 3)音源からの距離は表 1 の通りとした。

クラクション

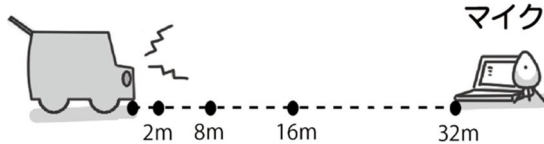


図 2 注意喚起音実験の様子

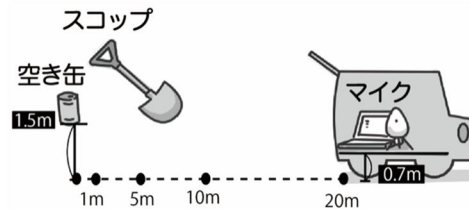


図 3 非日常音実験の様子

3.3 実権結果と考察

取得した注意喚起音の波形データを図 4-a に示す。横軸が時間を表しており、点線の目盛線が 1 秒を表している。図は 3 秒間に 2 回の警笛を鳴らした場合の結果で、波形となって現れているところが警笛を感知した結果である。同図のキャプションにある「sep_0」は、8 つあるマイクの位置を表しており、sep_0 は音源から正面となる場所にあるマイクである。本実験で使用したマイクアレイは 8ch なので、sep_0 から sep_7 まで同様のデータが 8 つ取得できる。

1 回目の警笛の 1.4 秒付近を拡大したものを図 4-b に示す。8 つマイクの波形を重ねて表示したものであるが、図の中心付近で大きな振幅を持つマイクと小さめの振幅のマイクがあることがわかる。大きな振幅を持っているのは sep_6、sep_7、sep_0 である。図 4-c は 8 つのマイクが検知した音を比較するために作成したレーダーチャートであり、1.4 秒時点の検知レベルの分布を表している。音源は sep_0 の前方(上方)にあるが、sep_7 付近が音を感知した中心となっている。

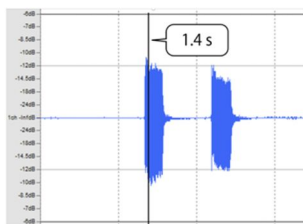


図 4-a 注意喚起音の波形データ

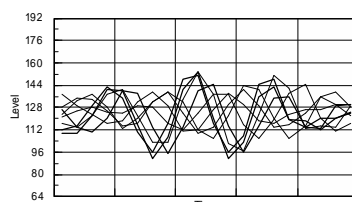


図 4-b 1.4sec 付近の音量レベル

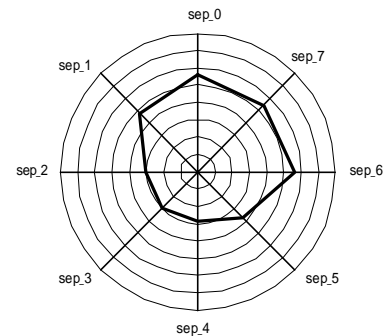


図 4-c 1.4sec の音量検知レベルの分布

次に非日常音の実験結果を図 5-a に示す。時間方向の目盛り間隔は図 4-a と同様で、点線が 1 秒を表している。3.3 秒付近と 6.4 秒付近に大きな波が見られ、それぞれ 3.3 秒付近が空き缶を落とす音、6.4 秒付近がスコップを落とす音である。空き缶を落とした 3.3 秒付近の拡大図が図 5-b である。注意喚起音の場合とは異なり、8 つのマイクで取得した音が同様の傾向の傾向を示している。しかし、図 5-c に示す 3.3 秒付近のレーダーチャートでは、音源方向の sep_0 や sep_1 が他より強く感知していることがわかる。

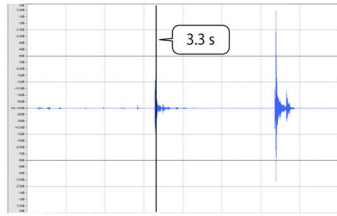


図 5-a 非日常音の波形データ

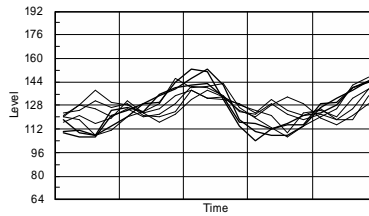


図 5-b 3.3sec 付近の音量レベル

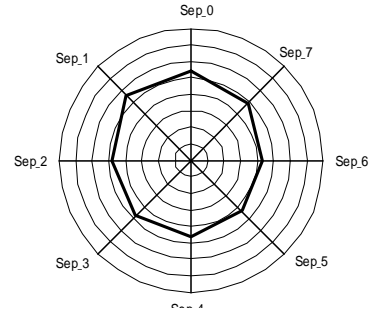


図 5-c 3.3sec の音量検知レベルの分

今回は表 1 に示す条件で実験を行ったが、音源から遠ざかるに従って波形の変動が小さくなり、グラフにしたときの差異が分かりづらかった。今後、波形の時間推移も含めた解析、車内での反射音の影響等を考慮した取得方法の確立が必要だと考えられる。

3.4 音声データの視覚化

ユーザに「警告音」や「異常音」を伝えるために音声データを視覚化した。図 6 は、図 4 に示す実験データの視覚化画像であり、グレースケールで着色された 8 つの部分に分割される。グレースケールは音を検出した時間を示しており、白は早い時期、黒は遅い時期を意味する。音の到達時間の早い方向(グレースケールの明るい方向)が音源の方向を示しているため、図 6 では上側が音源であることを示している。

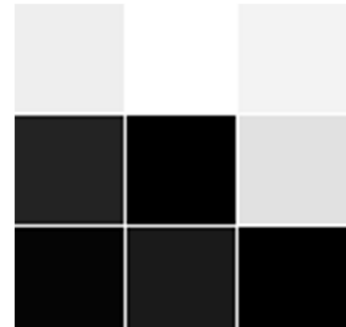


図 6 実験データの視覚化画像

3.5 臨場感フォントを用いたインターフェースの提案

3.5-1 日本語におけるオノマトペ

日本語は、他の言語と比べオノマトペの種類が多いと言われている。オノマトペの厳密な区分は難しいが、音や声を直接表す「擬音語」とものや人の様子を表す「擬態語」に分けて考えることが多い。大坪(1989)は、意味に基づいて、視覚・聴覚・触覚などの感覚的なものに心理的な表現などを加え 7 つに分類している。これを参考に、聴覚のオノマトペを選定する。日本語は英語と比べ動詞の種類は少なく、細やかな違いをオノマトペで表現している。例えば雨の降り方でも、ざーざー、パラパラ、しとしと、ごうごう、など多様な表現がある。

3.5-2 音量と音質の表現

システムで得た方向と音量のデータを基に、臨場感フォントを用いた直感的なインターフェースを提案する。従来の臨場感フォントは、音の大きさや高さに加え、感情や周囲の雰囲気を追加した。今回は音量と固い、柔らかいといった音質を追加する。またこれらの表示方法は HMD を使って表示する。

音の感覚は、大きさ (loudness) 高さ (pitch) 音色 (ねいろ) の 3 要素 (属性) に分類されるといわれている。音の大きさは吹き出しの大きさと形状で表現する。(表 1) 一定レベルの音量までは、基本系の大小で表示し、それ以上の音量は吹き出しの形状を変化させる。日常的な騒音レベルといわれる 70dB 程度を中央

音質	Lv. 5(+)	Lv. 4	Lv. 3	Lv. 2	Lv. 1(-)
高い 固い					
やや低い 柔らかい					

表 1 音の大きさと吹き出し形状の対応

音のタイプ/高さ	Lv.5 (+)	Lv.4	Lv.3	Lv.2	Lv.1 (-)
1 金属質 (軽)	キンッ	カンッ	コンッ	ゴンッ	ドンッ
2 金属質 (重)	カン	コン	ゴン	ドン	
3 警笛 (高)	ブッ	ブッ	ブーン		
4 警笛 (高/短)	ブッ	ブッ	ブッ		
5 警笛 (低)	パァーン	ファァーン	バーン		
6 警笛 (低/短)	バンッ	ファン	ヴァン		

表 2 音の高さを目安に選んだ 6 つのオノマトペ

ここでは 高さ と 音色 を音質として複合的に取り扱う。第 2 の音の高さは、周波数に対応する感覚である。一方、大きさ、高さについては物理的性質に主として対応しているのに対して、音色の方は対応する物理的性質が、まだはっきりとはわかっておらず、共通認識されたオノ

マトペが使用されている。
今回は落下する缶と車の警笛に対して、周波数を目安に6つのオノマトペを選んだ(表2)固い、柔らかいといった音質の違いは、オノマトペの語感と書体によって表現する。オノマトペは教師データとタグ付けを行いデータベース化した。

3.5-3 音源の方向の表現

これらの情報をHMDに表示し、聴覚障害者の注意を促す。図7の通り、上下を2分割、左右を4分割し表示基準とする。中心視野である前方は画面上部に表示する。周辺視野は中央部、視野外は画面下部に表示する。音源の発生方向はスピーチバルーンの突起で表す。図は実験で得た値を臨場感フォントを用いて表示した例である。これらの動きはunityを使って開発しており、方向、音量、音質の3つの要素からなる入力に対応して、図のような出力を返す。

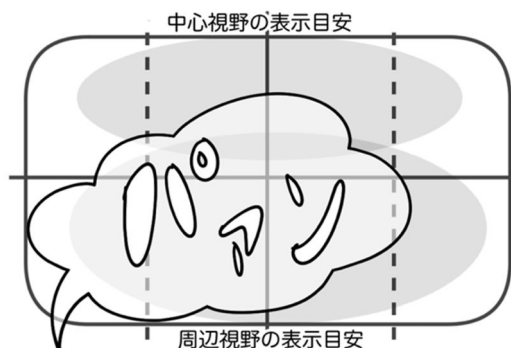


図7 臨場感フォントで表示した例

4. 研究成果

聴覚障害学生のための危険音可視化システムを提案し、その基幹システムの開発と臨場感フォントを使ったインターフェースを構築した。本研究ではマイクアレイを使って8チャンネルの音情報を得ることができ、これらを解析することにより音源定位を行うことができた。また臨場感フォントインターフェースの実装により、音の方向、音量、音源について感覚的に伝えることができた。他方、音の入力環境によって精度がやや不安定なことがあり、危険音データベースのより一層の充実、およびオノマトペと危険音の関連づけを強化していく。また臨場感フォントを使ったインターフェースのルール作りには、感覚的な違和感が少なくなるよう微調整を行いたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hiroshi Arai, Takehiro Ido, Hidetaka Nambo, Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, and Shuichi Seto.	4. 巻 -
2. 論文標題 Events and sounds that hearing impaired persons feel dangerous.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceeding of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2017 (APIEMS)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新井浩, 井戸健敬, 下村有子, 川邊弘之, 瀬戸就一	4. 巻 41
2. 論文標題 聴覚障害学生支援のための環境音の可視化 マンガ技法を用いた展開	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 金城紀要	6. 最初と最後の頁 PP.7-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Arai, Takehiro Ido, Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, and Shuichi Seto.	4. 巻 -
2. 論文標題 A system that warns of dangerous environmental sounds for the hearing impaired	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceeding of the the 12th International Conference on Management Science and Engineering Management	6. 最初と最後の頁 PP.1135-1144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 新井浩, 井戸健敬, 南保英孝, 下村有子, 川邊弘之, 瀬戸就一	4. 巻 42
2. 論文標題 聴覚障害者が危険に陥る事象とそれに付随する音	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 金城紀要	6. 最初と最後の頁 p17-p22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 新井浩、井戸建敬、下村有子、川邊弘之、瀬戸就一	4. 巻 -
2. 論文標題 危険音の可視化システムによる聴覚障害学生の支援	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 大学ICT推進協議会2018年度年次大会	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新井浩、井戸健敬、下村有子、川邊弘之、瀬戸就一	4. 巻 -
2. 論文標題 マンガ表現を用いた環境音の可視化による聴覚障害学生支援	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 大学ICT推進協議会2019年度年次大会論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Arai, Takehiro Ido, Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, and Shuichi Seto.	4. 巻 -
2. 論文標題 A suggestion for a method on visualization of dangerous environmental sounds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2019 (APIEMS)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Hiroshi Arai, Takehiro Ido, Hidetaka Nambo, Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, and Shuichi Seto.
2. 発表標題 Events and sounds that hearing impaired persons feel dangerous.
3. 学会等名 The Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2017 (APIEMS) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新井浩、井戸建敬、下村有子、川邊弘之、瀬戸就一
2. 発表標題 危険音の可視化システムによる聴覚障害学生の支援
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2018年度年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroschi Arai, Takehiro Ido, Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, and Shuichi Seto.
2. 発表標題 A system that warns of dangerous environmental sounds for the hearing impaired
3. 学会等名 The 12th International Conference on Management Science and Engineering Management (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroschi Arai, Takehiro Ido, Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, and Shuichi Seto.
2. 発表標題 A suggestion for a method on visualization of dangerous environmental sounds
3. 学会等名 The Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2019 (APIEMS) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新井浩、井戸健敬、下村有子、川邊弘之、瀬戸就一
2. 発表標題 マンガ表現を用いた環境音の可視化による聴覚障害学生支援
3. 学会等名 大学ICT推進協議会2019年度年次大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----