

聴覚障害者支援のための警告報知音の到来方向の伝達方法

A Method of Teating The Direction Where Auditory Signals Come for Hearing-Impaired People

織田 修平† 青木 真理子† 古家 賢一† 片岡 章俊†
 Shuuhei Orita Mariko Aoki Ken'ichi Furuya Akitoshi Kataoka

1. はじめに

聴覚障害者は、日常生活において車のクラクションや家電製品などの報知音を聞き分けることが困難もしくは不可能であるため、不便を強いられることがある。

筆者らは、警告報知音は周囲騒音の中でも健聴者であれば、比較的容易に聞き取れる音響的特徴を持つ（即ち工学的にも比較的抽出しやすい）ことに着目し、警告報知音の鳴動パターンを抽出して、それを振動で呈示するシステムの開発を進めている[1][2][3]。JIS 準拠の報知音[4]の範囲で、聴覚障害者は振動で健聴者と同様の感覚で鳴動パターンの意味を理解していることがわかった。

聴覚障害者が音の到来方向を把握することは、その方向の環境を想像しながらその音についてより理解する手助けとなることが経験的に知られている。音の到来方向を識別する方法としては、マイクロフォンアレーなどに用いられるように複数チャネルのマイクロフォンを用いてチャネル間の到達時間差などを算出して音の到来方向を識別する方法などがある[5]。しかしながらこの方法ではマイクロフォンを3チャネル以上用意する必要があり費用コストがかかり装置の規模が大きくなる。そこで本研究では、当研究所で開発したゾーン分離収音技術[6]を実装し、2チャネルのマイクロフォンで目的とする警告報知音の到来方向を4方向に分けて判別する方法を考案した。これらを実装し実際に聴覚障害者が警告報知音の到来方向を判別できるかを、ゾーン分離収音技術を実装する前と後とで比較する予備実験を行った。

2. ゾーン分離収音技術

今回実装したゾーン分離収音技術は、複数のマイクロフォンを用いて、チャネル間の到達位相差および到達レベル差を元に特定の領域（ゾーン）で発せられる音のみを分離して収音する方式で、複数の音が存在する環境下で目的とする領域の音を抽出することが可能となる[6]。

本方式は図1に示すように、2チャネルのマイクロフォンを用い、入力された信号を周波数分解部において離散フーリエ変換により周波数成分に細かく分割する。次に到達位相差・到達レベル差算出部においてチャネル間の到達レベル差および位相差を算出する。これらを用いて判定部では目的の音の周波数成分であるかどうかを判定する。

†日本電信電話株式会社 NTTサイバースペース研究所、NTT Cyber Space Laboratories NTT Corporation

信号合成部では判定部の結果に基づき、目的音が多く含まれているチャネルの周波数成分にウエイトを掛けることによって目的音の周波数を強調する。すなわち判定部において、目的音が含まれていると判定された周波数成分には重みとして1を乗算し、目的音が含まれていないと判定された周波数成分には重みとして0または0に近い値を乗算する。このように各周波数成分に重み付けした周波数成分を逆フーリエ変換により時間波形に戻し目的とする領域の音を出力する。こうすることで複数の音が存在する環境下で目的とする領域の音を抽出する事が可能となる。

3. 警告報知音の到来方向を判別する方法の提案

前述のゾーン分離収音技術を利用して、2チャネルのマイクロフォンを用いて、目的とする警告報知音の到来方向を4方向に分けて判別する方法を提案する。

図2はこれらを実現する本提案の構成図である。周囲の音を収音する2本の指向性マイクロフォンLおよびマイクロフォンRは互いに斜め後方を向くように配置する。逆に斜め前方になるように配置する方法も考えられるが、今回の場合、聴覚障害者に周囲の警告報知音の音情報を、特に視界に入りにくい後方左右の音情報を即座に知らせる事が重要となるため、後方の音の検出精度を向上させるためにも斜め後方に向けて配置することとする。

ゾーン分離収音技術部の部分は前章で説明したとおりであるのでここでは説明を省く。

到来方向判定部は、前記2チャネルのマイクロフォンLおよびマイクロフォンRから出力されたそれぞれの音響信号から算出された到達レベル差および到達位相差をもとに、目的とする音響信号

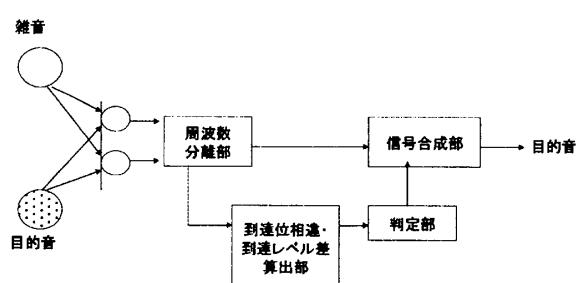


図1 ゾーン分離収音技術のフロー図

の到来方向を4方向に分けて判定し到来方向情報として警告報知音伝達部へ出力する。4方向にわけて判定する方法として図3のように、マイクロフォンLおよびマイクロフォンRから出力されたそれぞれの音響レベル(L_p , R_p)の到達レベル差($L_p - R_p$ とする)に注目して、マイクロフォンLから出力された音響信号のほうが大きい場合($L_p - R_p > 0$)は『左』を目的とする音の到来方向と判定し、逆にマイクロフォンRから出力された音響信号のほうが大きい場合($L_p - R_p < 0$)は『右』を目的とする音の到来方向と判定する。次に到達レベル差がごく小さい場合($L_p - R_p \approx 0$)は、前または後であると判定する。さらに前と後を判別する為に2本のマイクロフォンが後方を向いているという特徴を利用して、音響レベル和 $L_p + R_p$ が、あらかじめ決められた閾値Nより大きい場合($L_p + R_p > N$)は『後』を目的とする音の到来方向とみなすし、一方小さい場合($L_p + R_p < N$)は『前』を目的とする音の到来方向とみなす。

警告報知音伝達部はゾーン分離收音技術部から出力された音響信号を受け取り、波形包絡を保ったまま振動で感知可能な周波数に変換し[1][2]、到来方向判定部からの到来方向情報をもとに当該振動子を駆動させる。

以上の方法により、2チャネルのマイクロフォンを用いて、目的とする警告報知音の到来方向を4方向に分けて判別することが可能となる。

4. 実装および聴覚障害者への予備実験

以上の提案手法を実装し、下記の条件で聴覚障害者が警告報知音の到来方向を判別できるか、実装前と実装後とで比較検証を行った。

- ・ 到来方向表示は左右2方向のみ。
- ・ 2チャネルマイクロフォンを被験者頭部に装着し、2チャネル振動子をそれぞれ両手に持たせた。
- ・ 被験者の前後左右に設置してあるスピーカーからそれぞれ10回ずつランダムに報知音を流した。
- ・ 被験者は聴覚障害者1名

結果は下表の通りである。

	左	右	合計	正解率
実装前	3/10回	2/10回	5/20	25%
実装後	10/10回	10/10回	20/20	100%

実装後は実装前と比較して正解率が75%向上し聴覚障害者は到来方向を明確に判別できていると考えられる。

5. おわりに

警告報知音の到来方向の伝達方法として、ゾーン分離收音技術を応用し従来よりも少ない2チャネルのマイクロフォンのみで、4方向にわけて判別する方法を提案した。予備実験により、被験者一人ではあるが、実装後は実装前と比べて聴覚障害者の到来方向の判別率が75%向上し、2方向

ながら本提案手法の有効性を確認した。今後は被験者を増やし、さらに4方向による有効性検証および、実環境での有効性検証を行っていく予定である。

参考文献

- [1]織田, 水島, 他, “聴覚障害者のための警告・報知音の伝達方法に関する検討”, 信学会全国大会2003, A-19-9
- [2]織田, 水島, 他, “聴覚障害者への振動呈示に関する基礎検討”, 信学会全国大会2004, A-19-4
- [3]織田, 水島, 古家, 他, “聴覚障害者支援を目的とした報知音の振動呈示による伝達方法とその有効性の検証” 信学技報 WIT2004-45
- [4]「高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品の報知音」JIS S 0013:2002
- [5]大賀, 山崎, 金田「音響システムとデジタル処理」信学会編
- [6]青木, 古家, 他, “ゾーン分離收音技術”, NTT R&D Vol.50 No.4 2001

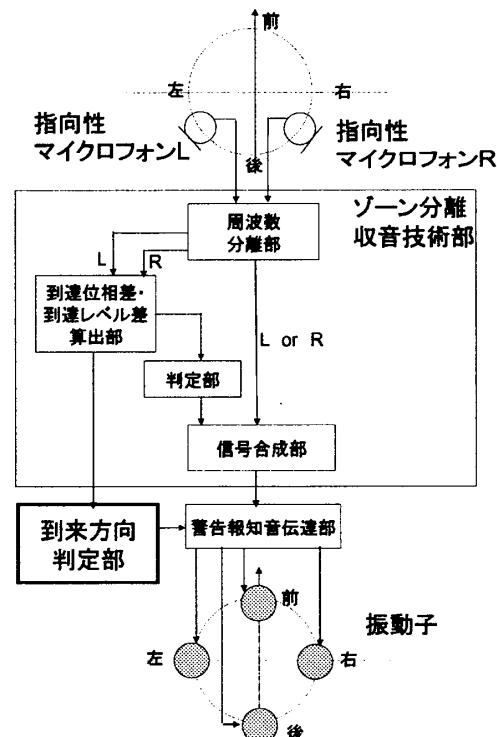


図2 本提案の構成図

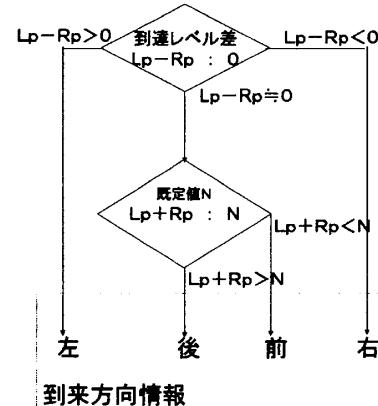


図3 到來方向判定部の処理フロー図