

開放度を調整可能なヘッドセットの開発

栗原 一貴* 諸 美咲*

概要. 外気への開放度合いを物理的に調整する新しいヘッドセットを開発することが本研究の目的である。このヘッドセットにより新しい音楽鑑賞・音楽表現方法の提案と環境認知・対人コミュニケーションに関する新しい研究領域の開拓を行う。現在ヘッドセットには、耳を塞ぐ形で使用する密閉型、あえて外気をとり入れる開放型、また開放型の一つとして直接振動により音を伝える骨伝導型などが存在する。これらには、外界を遮断できるため生成された音環境に没入できる、外界の音環境を取り入れることで独特な音環境を実現できる、外界の音情報を同時に知覚できるため対人コミュニケーション・交通安全に役立つ、などの特徴がある。しかしこれらの特徴はヘッドセットの物理的構造によって実現されており可変ではない。そこでモータ制御により密閉型と開放型に変形可能な機構を備えたヘッドセットを開発する。これによって上記のような特徴をユーザが能動的に選択できるようになるとともに、使用するコンテキストに合わせて動的に開放度を変更させることにより、たとえば音楽鑑賞時に楽曲の盛り上がりに合わせて開放度が変化したり、声をかけられた・車両運転中である、などの状況をシステムが認識した際に外界の音情報を知覚できるよう、開放度を自動変更するような応用が可能となる。

1 はじめに

ヘッドフォン、イヤフォン、ヘッドセットなどは、現在普及が進んでいるスマートフォンに標準付属されていることもあり、ごく一般的になっている個人向け音響機器である。これらは聴覚的なコンテンツの提示装置としての機能に加えて、耳を覆うことで外界とユーザとを遮断する環境調整機能、およびそれにとめない他者との音声コミュニケーションに影響を与えるという意味で社会関係調整機能を持つとも考えられる。たとえば不快な外界の音響環境を遮断したいとき、誰にも話しかけられたくない時などにこれら機器を活用することはよく見られる光景である。

耳に装着する音響機器で、様々な形状のスピーカとマイクをもつものを一般化し、ヘッドセットと本論文では呼称することにする。ヘッドセットには物理的形狀などのハードウェアの特徴や、ノイズキャンセリング等の信号処理ソフトウェアの特徴により多数の種類があり、市場に出回っている。物理的な形状に着目してヘッドセットを分類すると、耳をすっぽり覆うタイプのクローズ型、外界に対し開放されているオープン型、またオープン型の一つで、骨

伝導の仕組みで聴覚を発生させる骨伝導型ヘッドセットなどを挙げることができる。

クローズ型は一般に生成された音環境に没入できる特徴を持つ。これは外界の音響を遮断することも意味している。また、耳を完全に覆う形状が周囲から視認できるため、周囲の人に「話しかけても聞こえないかもしれない」という印象を抱かせる効果があると考えられる。これは実際に話しかけた際に聞こえるかどうかによらない性質であろう。

オープン型は、外界の音環境を取り入れることで独特な音環境を実現できる特徴を持つ。外界の音響を多少聞くことができるが、外界が騒がしい場合にそれを遮断することはできない。また、市場で入手



図 1. Openness-adjustable Headset の外観。

Copyright is held by the author(s).

* 津田塾大学

可能なオープン型ヘッドセットの開放度はそれほど大きくないものが多いため、周囲の人からはクローズ型と同様、耳を完全に覆っているように見え、「話しかけても聞こえないかもしれない」という印象を抱かせる傾向にあると考えられる。一方でオープン型がその形状から、提示した音響が外界に漏れ出る「音漏れ」が問題となる。

骨伝導型ヘッドセットはオープン型の特殊なタイプである。特殊な振動を伴うスピーカを直接耳周辺の皮膚にあて聴覚を発生させる骨伝導の仕組みを応用するため、完全に耳が開放され、外界の音響を概ね通常通り聴取可能になる。また周囲の人からも「話しかけても聞こえないかもしれない」という印象を抱かせる度合いは低いと考えられる。一方で骨伝導型は一般的に「音漏れ」は大きい。

従来では用途に応じて複数のヘッドセットを使い分ける必要があったが、本研究では、物理的形状の特徴である外界への開閉度を電子制御することによって、これまで挙げたような機能性を動的に変更できるようなヘッドセットを提案・開発する。これによって TPO に応じて機能性をユーザが能動的に選択できるようになるとともに、使用するコンテンツに合わせて自動的に開放度を変更させる応用が可能である。

2 プロトタイプ開発

骨伝導スピーカにより音響を発生させるとともに、3Dプリンタで成型した開閉機構を arduino または konashi によるサーボモータによって制御するプロトタイプ1号機(図1)および開放度をより高めた機構を備えた2号機を開発した(図2)。さらに能動的音楽鑑賞サービス Songle の開発者向け機能である Songle Widget[1]を用いて、音楽動画を鑑賞中に、再生箇所がサビ区間に入るとヘッドセットが開放もしくは閉鎖することで爽快感や没入感が変化する新しい音楽体験を可能にするデモンストレーションシステムを構築した。小規模な被験者実験を行ったところ、「サビの部分で密閉し音響に没入したい」という意見と「サビの部分で開放しより開放感を得たい」という意見の多様性が見られたため、その選択はユーザおよび楽曲にあわせて選択されるべきであるという知見が得られた。

3 今後の課題

本論文では開放度を制御可能なヘッドセットのプロトタイプを開発した。今後は開放度を連続的に切り替えた場合に、どれほどの分解能でヒトは音響的差異を知覚できるのかを評価する。それに基づき、以下のような応用を検討する。

3.1 新しい音楽鑑賞と音楽表現

構築したデモンストレーションシステムを拡張し、新しい音楽鑑賞体験を提案する。楽曲の進行に応じて開放度をより精細に変更させる音楽プレーヤーアプリを開発する。

また、アーティストに依頼し、特殊な楽曲を作曲してもらおう。音程や音量のような音楽表現のパラメータの一つとして、開放度を効果的に用いてもらい、MIDI フォーマットに埋め込むなどして記録する。さらに開放度対応音楽プレーヤーを作成し、開放度信号をヘッドセットに送ることで鑑賞を行えるようにする。

3.2 環境認知と対人コミュニケーション支援

通常の密閉型ヘッドフォンを装着しているという状態は外界の音響環境を遮断するとともに、「私に話しかけてください」「外部の音は聞こえていません」という意思表示も兼ねている。これらのように、音響機器装着で生じる社会的機能を再検討する。

例えば世の中には静寂な環境で集中力が高まる人、また逆にカフェなどの喧騒の中で集中力が高まる人などが存在する。ヘッドセットの開放度の調整とこのような集中力の関係を調査し、作業への集中を支援する音響環境構築システムを提案し、効果を調査する。また、音声認識や GPS 等を用いることで声をかけられた・車内アナウンスがあった・車両運転中である、などの状況をシステムが認識した際に外界の音情報を知覚可能なよう、開放度を自動変更するシステムを提案し、効果を調査する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15H0273 の助成を受けた。

参考文献

- [1] Songle Widget. <https://widget.songle.jp/>
(2015/10/07 確認)



図 2. 開放度をより高めた機構を備えたプロトタイプ2号。