

WhisperCast: ヘッドフォン装着者だけが聴取可能な音を再生する磁気誘導を利用した手法の検討

高橋 和也* 渡邊 恵太†

概要. 一般に普及しているダイナミック型のイヤホンやヘッドフォンは、デバイス内のコイルと振動板により音を発する。本研究では、空芯コイルの磁気誘導によって外部からヘッドフォンを鳴動させて通知する「WhisperCast」を提案する。提案手法により、ヘッドフォンを装着している人だけが聞こえる音を発生させて通知できる。提案手法による通知音は一般に流通しているイヤホン・ヘッドフォンで聴取可能であり、新たな追加デバイスや特殊な設定を必要としない。提案手法による通知の到達範囲が限られることから、ユーザの位置に合わせた音声情報の提供ができる。これを利用すると、例えば美術館におけるそれぞれの展示物に合わせた音声ガイドを、ユーザが普段持っているイヤホンを装着するだけで聴取するといった活用法が考えられる。

1 はじめに

日常生活において、ユーザの位置に合わせて適切な情報を伝達することは様々な場面で求められる。ユーザの位置と情報伝達を組み合わせるものとして、ユーザの位置に応じて道案内の音声情報が再生されるスマートフォンアプリケーションや、美術館などにおいてスマートフォンでQRコードを読み取るとそれぞれの作品に合わせた音声ガイドが再生されるサービスなどの例がある。また西村らは、位置に合わせて情報を無電源でユーザに伝達する手法であるCoBITを提案している[1]。これは、音声信号を遠距離から赤外線光として出力し、ユーザの装着するイヤホンに接続した太陽電池でその赤外線光を受信して可聴域の音声信号にデコードするものである。この手法では受信側が無電源であることから、バッテリーのメンテナンスや電池切れの心配が不要であることが利点として挙げられている。これらのように、位置情報に応じて音声で情報を提供する手法は多く提案・実用化されている。しかしその多くは、受信したい音声情報をユーザが予め想定し、ユーザ自身が事前に設定しなければならない。さらに、受信に特殊なデバイスを必要とするものもある。

本研究では、ユーザによる事前設定なしに、ヘッドフォン装着者に対してそのユーザの位置に応じた聴覚情報による通知音を伝えることを目的とし、磁気誘導を利用してヘッドフォンを外部から直接鳴動させる手法、WhisperCastを提案する(図1)。本手法ではヘッドフォン・イヤホン内部の振動板を外



図 1. WhisperCast でヘッドフォン装着者に通知を行う様子。本体には磁気を発するコイルとアンプを配している。

部から直接鳴動させるため、ユーザの事前設定や特殊な受信機器を必要としない。また磁気誘導を利用しているため、一般に流通しているヘッドフォン・イヤホンで聴取可能な通知を送信可能である。

2 WhisperCast

2.1 システム概要

WhisperCastは、磁気誘導を利用してヘッドフォン内の振動板を振動させ、ヘッドフォン等を鳴動させる手法である。空芯コイルに電気信号を流して磁気を発生させ、その磁気によって発生したヘッドフォンからの可聴音を通知として活用する。WhisperCastで発信する通知音は一般に流通しているダイナミック型のヘッドフォンやイヤホンで聴取可能であり、受信機などの追加デバイスを必要としない。また、イヤホンの有線・無線やイヤホンの接続状況、電源の状態、アクティブノイズキャンセリング機能の使用有無に関わらず、WhisperCastで発信した通知音

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 明治大学大学院

† 明治大学

が鳴動する。磁気誘導を使用しているため、デバイスから可聴域の音が出ないことも特徴である。さらに、WhisperCastのコイル部分から離れると磁界が弱くなるため、コイル周辺にのみ音声情報を送信できる。コイルを複数配置することで位置に応じて音声情報の内容を切り替えられるため、美術館や博物館における音声ガイドによる鑑賞支援システムとして活用できる。

2.2 実装

システム構成を図2に示す。コンピュータによって生成した波形を音声信号として出力し、アンプを用いて増幅する。制作したプロトタイプでは、アンプにFostex AP20dを使用し、増幅した電流を内径18cmおよび100回巻きのエナメル線（直径0.8mm）空芯コイルに流して磁気を発生させた。

2.3 関連手法

磁気誘導を活用して音声信号を送受信する手法として、ヒアリングループがある[2]。これは、会議室などの部屋に予めコイルを敷設しておき、そこにマイクで入力した音声信号を流すというものである。補聴器や専用の受信機を用いて、聴覚障害者が登壇者の声を明瞭に聴取するためのものである。補聴器のTモードを使用すると、部屋のループコイルから発生した磁気を補聴器本体に内蔵されたピックアップコイルが受け取り、可聴域の音に増幅する。本提案手法ではヒアリングループで使用されている磁気よりも強力なものを使用し、ユーザは一般的なヘッドフォン・イヤホンで聴取する。それにより受信機や追加デバイスを必要とせず、ユーザの事前設定なしに通知を外部から送信できる。

3 アプリケーション例

街なかではヘッドフォンやイヤホンを装着する人が多く、音による情報伝達が困難な場合がある[3]。佐藤らは、火災警報器の音がヘッドフォンにより聞こえなくなる可能性があることを明らかにしている[4]。ヘッドフォンを外部から強制的に鳴動させる本手法を通常のスピーカと併用することで、より多くの人に警報や通知を伝達できる可能性がある。また、視覚情報と聴覚情報が遮断された状態、例えばHMDとヘッドフォンを同時に装着している場合でも、外部からの通知を直接受け取れる。さらに、駐輪場の出口部分にWhisperCastを設置することで、イヤホンを装着した自転車の運転者に対してのみ安全のための通知を送信できる。

ヘッドフォンを装着しなければ聴取不可能である特徴を活用したエンタテインメントコンテンツの開発も考えられる。例えば、謎解きゲームで謎を解くと特定の指令が出され、ユーザがヘッドフォンを装

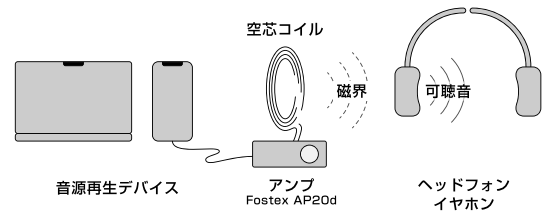


図2. システム構成図。ヘッドフォン・イヤホンは任意のダイナミック型のものが使用可能である。

着することでアイテムの位置からの音を聞き取ることができるようなコンテンツが実現可能である。

提案手法は磁気を利用しているため、WhisperCastの通知音をダイナミックマイクを使用して集音できる可能性がある。これにより、ChatGPTや合成音声技術を合わせて活用し、スマートスピーカーへ無音で情報送信できる可能性がある。

4 議論・制約

WhisperCastによる通知の到達範囲は、コイルの大きさや供給される電力に依存する。より強力な磁界を発生させれば通知の到達範囲を拡大できるが、それに伴ってコイル周辺には非常に強い磁界が発生する。コイルの作る強い磁界がペースメーカーに影響を与えて健康的な被害が出ることや、その他の電子機器や記録装置、磁気カード等に影響を及ぼすことが考えられる。そのため、近づく物体や人との距離に応じて磁界の強度を調整するような対策が必要である。

提案手法は磁界を用いてヘッドフォンを鳴動させているため、骨伝導イヤホンやコンデンサ型イヤホンのように磁力で振動板を振動させないヘッドフォンやイヤホンでは鳴動しない。

通知としてWhisperCastを使用する場合、提案手法により発生させる磁気の強度とヘッドフォン内部の音量の関係性について調べる必要がある。また、WhisperCastを使用するシチュエーションは、音楽を聞きながら外部から音声通知を受け取る状況を前提としている。現在、警報音として採用されている音は様々あるが、WhisperCastの特性に合致した通知音を探索して検証する必要がある。

参考文献

- [1] 西村拓一, 伊藤日出男, 中村嘉志, 山本吉伸, 中島秀之. 位置に基づくインタラクティブ情報支援のための無電源小型情報端末. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2659–2669, 11 2003.
- [2] 藪謙一郎. 障害者が必要としている音声技術. 日本音響学会誌, Vol. 74, No. 3, pp. 136–143, 2018.
- [3] Kazuhiro Hara, Saburo Nakano, Kaori Sato, Kaoru Ashihara, Shogo Kiryu, and Noboru Miura. Perceptibility of environmental sounds by earphone wearers listening to pop and rock music. *Acoustical Science and Technology*, Vol. 31, No. 6, pp. 387–393, 2010.
- [4] 佐藤香織, 管美冬, 桐生昭吾, 蘆原郁. 複合カフェにおけるヘッドホンオーディオ聴取時の火災警報音の聞こえについて. 日本音響学会誌, Vol. 68, No. 4, pp. 180–187, 2012.