

イヤフォンの物理的解放： イヤフォン自動取り外しシステムの提案

山本 匠^{*1,a)} 雨坂 宇宙^{*1,b)} 渡邊 拓貴^{2,c)} 杉浦裕太^{1,d)}

概要：近年イヤフォンの普及が進んでいるが、長時間の連続的な使用による健康リスクや周囲への危険を察知する能力の低下が懸念されている。そこで本研究では、イヤフォンを自動的に外すためのデバイスを提案する。デバイスに搭載されたモータによってユーザが着用しているイヤフォンを自動で外すことができる。本論文では提案デバイスの構成と利用シナリオおよび今後の課題を示す。

1. はじめに

近年、より一層イヤフォンの普及が進んでいる。その中でも、耳を塞ぐデバイスタイプであるインイヤ型イヤフォンやカナル型イヤフォンは、外部ノイズの影響を受けにくく、ノイズキャンセリング機能も実装容易であるため、音質の点から愛好するユーザが多い。

一方、イヤフォンを長時間利用することでの健康リスクも存在する。イヤフォンを長時間する場合、耳内の湿度変化や摩擦による不快感が生じ、耳鳴りや難聴などの聴覚障害リスクが高まる [1], [2]。また、イヤフォンを装着することで周囲への注意が散漫になるため、イヤフォンをしながらの自動車運転をすると交通事故などの危険性が高まる可能性がある [3]。

イヤフォンの長時間利用においては、音声によるアラートが対策として考えられるが、ユーザが寝ている場合などはアラートによって睡眠が阻害されてしまう。周囲の危険察知においては、外部音取り込み機能が対策として考えられるが、外部音取り込み機能は音像定位能力を劣化させてしまうため、十分な対策とはいえない [4]。

これらの課題を解決するために、我々はイヤフォンを物理的に外すための着脱可能なデバイスを提案する (図 1)。イヤフォンを自動で外すことが可能となればユーザの自発的な行動が不要となるため、睡眠を阻害しない。また、人間本来の危険察知能力を利用することができる。本論文で

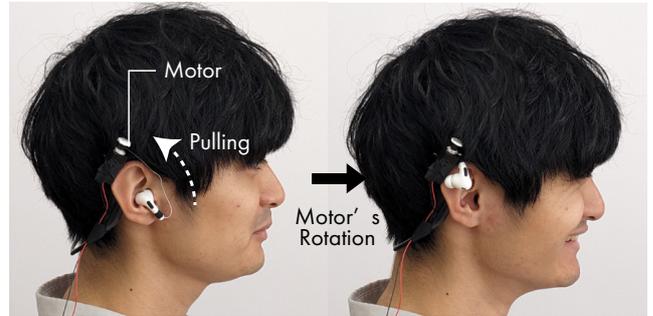


図 1 提案デバイス。ユーザが着用されているイヤフォンを自動で外すことができる。

は、提案デバイスの構成と利用シナリオを示し、最後に議論をまとめた。

2. 提案

図 2 に示すような、プロトタイプデバイスを作製した。ギアモータの軸部分に糸を取り付け、イヤフォンと装着することでモータの回転によって糸が巻き上げられる。本研究では、クリップをギアモータに固定し、耳掛け型フレームに取り付けた。糸の引っ張り方向を上方にするためにギアモータは耳上部の位置に固定した。ギアモータは 栄 42 型超小型精密ギアモータ (S.T.L Japan) を使用し、Arduino Uno とモータドライバ (TA7219P) によって制御された。

3. 利用シナリオ

図 3 に本システムの将来的な利用シナリオを示す。図 3 (a) では、睡眠時や長時間ユーザがイヤフォンを利用している場合に、イヤフォンを自動で外すことで健康リスクを防ぐ。図 3 (b) では、ユーザが自転車に乗ろうとしているタイミングで、推奨されていない、「ながらイヤフォン」を

¹ 慶應義塾大学

² 北海道大学

a) imuka06x17@keio.jp

b) amesaka@keio.jp

c) hiroki.watanabe@ist.hokudai.ac.jp

d) sugiura@keio.jp

*These authors contributed equally to this work.

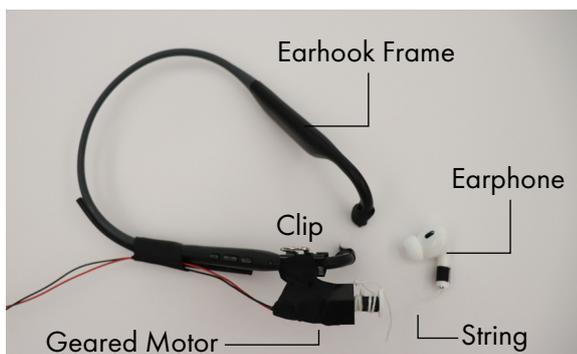


図 2 試作したデバイスとその構造

させないようにイヤフォンを外す。図 3 (c) では、ユーザの後方から自転車などが接近している場合に、素早くイヤフォンを外すことでユーザに注意喚起を促す。その他に、イヤフォン装着者が話しかけられた時に、デバイスが外れることでスムーズなコミュニケーションの移行をサポートする利用例や、音量が突然上がるトラブルに対して物理的に対処する利用例などが考えられる。

4. 議論・制約・今後の課題

本研究では糸とギアモータを用いてイヤフォンを外す手法を提案した。本手法を用いてユーザのイヤフォンを外すことができるものの、現状のシステムではイヤフォンが外れたことを認識する機能はない。そのため、イヤフォンが耳から外れた後も糸によってイヤフォンが巻きあげられてしまうという課題がある。市販イヤフォンに実装されているイヤフォンの着脱検知機能の利用、または提案デバイス自体にイヤフォンの着脱を検知する機能を搭載することで、この課題は解決できると考える。

本手法で作製したプロトタイプはギアモータが耳付近に固定されている。そのため着用者にギアモータの駆動音が聞こえ、音楽鑑賞、通話、睡眠などを阻害する可能性がある。今後、ギアモータの固定位置を検討すると共に、着用者からのフィードバックを得てデバイスの着用感や不快感などの影響を調査する。

本手法で作成したプロトタイプは、モータが右側にのみ付けられており右耳のみのイヤフォンを外すことができる。今後は左耳側にもモータを取りつけ両耳のイヤフォンを外す手法を検討する。さらに、機構の改善により1つのモータにより両耳のイヤフォンを外す手法を検討する。

5. 終わりに

本研究では、デバイスに搭載されたモータによってユーザが着用しているイヤフォンを自動で外すことができるデバイスを提案した。今後はデバイスの改良に加え着用者からのフィードバックを得てデバイスの利点や課題について調査を進める。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費（課題番号：

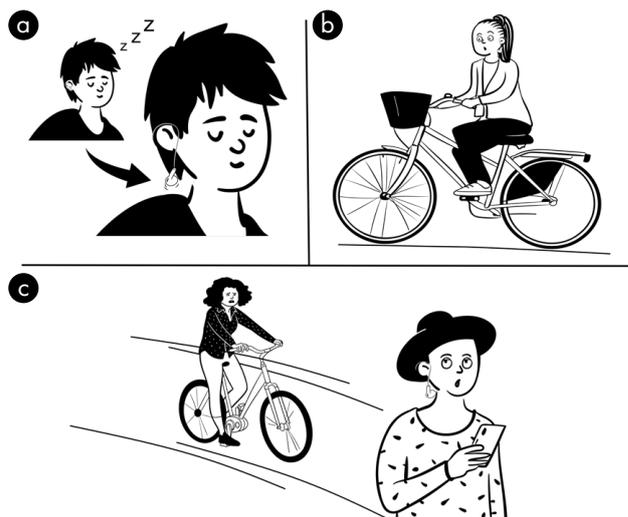


図 3 利用シナリオ

23KJ1884) の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Jarvey, S. and Gouyaso, H.: The Influence of Earphone Usage Behaviour on Ear Disorders, *Journal La Medicohealthico*, Vol. 2, No. 5, pp. 10–15 (2021).
- [2] Dehankar, S. S. and Gaurkar, S. S.: Impact on Hearing Due to Prolonged Use of Audio Devices: A Literature Review, *Cureus*, Vol. 14, No. 11 (2022).
- [3] Stelling-Konczak, A., Hagenzieker, M. and Wee, B.: Cycling and sounds: the impact of the use of electronic devices on cycling safety (2013).
- [4] Watanabe, H. and Terada, T.: Transparency Mode of Hearable Reduces Your Spatial Hearing: Evaluation and Cancelling Method to Restore Spatial Hearing, *IEEE Access*, Vol. 11, pp. 97952–97960 (online), DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3312713 (2023).