

DuoEar: イヤホンの片側を別用途に使用する手法の提案

柴田 凌佑^{*1} 坂口 耕祐^{*1} 北村 太一^{*1} 武井 悠樹^{*2}
萩原 歓太^{*2} 伊藤 雄一^{*2}

DuoEar: A Method for Utilizing Each Earphone Separately

Ryosuke Shibata^{*1}, Kosuke Sakaguchi^{*1}, Taichi Kitamura^{*1}, Yuki Takei^{*2},
Kanta Hagiwara^{*2}, and Yuichi Itoh^{*2}

Abstract – In this paper, we propose a method that utilizes each side of the earphones for different purposes, deviating from the typical use of earphones as a hearable device that outputs sound. The earphones “RN002 TW” used in this paper are equipped with various sensors, including a 9-axis sensor, enabling them to capture the movement and status of devices and fixed objects. As an experiential scenario where each device can be used for different purposes, attaching one side to the ear and the other to the hand allows for various interactions. For instance, it is possible to play different sounds while performing headbanging by capturing data from the head posture and the hand’s surroundings. Another proposed experience involves wearing the device on the user’s ear, with the other end embedded in a ball. This setup provides the user with auditory feedback of the swish of ball, as well as its speed and rotation.

Keywords : earphone, input/output device, wearable, sensing, microphone

1. はじめに

従来より、イヤホンは音を聴くために両耳に装着する小型のウェアラブルデバイスとして開発されてきた。近年、半導体集積回路の微細加工技術であるマイクロマシニングの発展により、生体計測センサを中心にさまざまなセンサの小型化・集積化・低消費電力化が可能になったことで、イヤホン内部に多くのセンサを埋め込めるようになった^[1]。また、無線通信技術の発展によってワイヤレス化が実現し、イヤホンは従来の音を聴くデバイスとしての役割にとどまらず、センサから得られる身体動作や環境の情報をを用いて、さまざまな用途に活用するウェアラブルデバイスとして利用されている。

しかし、イヤホンは両耳に装着するウェアラブルデバイスとして使用することが多く、片側を音を聴くために使用し、もう片側を全く別の用途として使用している研究はあまり見受けられない。

そこで本稿では、片側を本来の用途である音を聴くためのイヤホンとして耳に装着し、もう片側をさまざまな用途に適応させ、情報を入力するデバイスとして

体の部位や既成のデバイスに取り付ける手法を提案する。

2. 関連研究

2.1 イヤホン

近年、イヤホンは音楽や通話機能などの通常の用途ではなく、さまざまな身体動作の入力を行うためのウェアラブルデバイスとして研究で活用されている。Yan らの “PrivateTalk”^[2] では、ユーザが会話をしている最中に口に手を当てるジェスチャを行うことで、音声入力をアクティブ化することに加え、口を覆うことで音声の拡散を防ぎ、唇の動きを隠すことができる。

また、菊池らの “EarTouch”^[3] では、耳を引っ張ることで形を変容させ、その動きをイヤホンで検知し、アプリケーションを操作するという技術を用いている。この手法では、イヤホンに複数の光センサを取り付け、耳の皮膚の変形を測定することで動きを取得している。

しかし、これらの研究ではイヤホンのみの機能を使用するのではなく、手の動きを同時に用いており、“耳につける” というイヤホンの性能を利用した簡易的な入力方法としては改善の余地がある。

そこで本稿では、イヤホンを両耳に装着するという一般的な概念を取り払い、片側を通常の用途と同じく耳に装着し、片側を体のさまざまな部位に装着したり、既製のデバイスに取り付けたりすることで、従来の研究よりも柔軟に扱うことのできる入力手法を提案する。

^{*1}: 青山学院大学 大学院理工学研究科

^{*2}: 青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科

^{*1}: Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

^{*2}: Department of Integrated Information Technology, College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

2.2 さまざまな入出力デバイス

身近な入出力装置の例として、パーソナルコンピュータがあり、入力装置の例としてキーボードやマウス、出力装置の例としてディスプレイやスピーカが挙げられる。この入力装置を人間の身体に置き換え、その動作情報をさまざまな用途に使用可能な出力装置としてのデバイスを開発している研究が存在する。

小型かつ人体に装着して身体動作を入力情報として使用し、デバイス操作を行っている研究として塚田らの“Ubi-Finger”^[4]がある。“Ubi-Finger”は指装着型のデバイスで、手指のジェスチャを入力情報として検知することにより、情報機器や情報家電機器の操作を可能にしている。しかし、手指のジェスチャ操作には決まった動作が必要であり、認識の難しさや手が使えなくなってしまう点が懸念される。

また、Yan らの“HeadGesture”^[5]では、頭部姿勢をヘッドマウントディスプレイ (HMD) によってセンシングすることにより、手を使ってのジェスチャやリモコン操作などをせずに入力アプローチを行うことを可能としている。しかし、HMD では装着による頭部への圧迫や重量による不快感がある。

本稿で使用するイヤホン“RN002 TW”では、9 軸センサにより手指の動作情報の取得や頭部姿勢の変化の読み取りが可能で、指装着型のウェアラブルデバイスや HMD に比べ、軽量で装着も容易であり、ジェスチャなどの決まった動きを用いる必要もなく、入出力が可能である。

3. 実装計画

本稿では、9 軸センサ (3 軸加速度・3 軸ジャイロ・3 軸コンパス) や温度センサなど、複数のセンサが搭載されており、片側ずつからセンサのデータを取得できるイヤホンである“RN002 TW”を使用する。

ユーザがイヤホンの片側を耳に装着する際、イヤホン本来の役割である“音を届ける”ことを行う。また、9 軸センサ、温度センサ、Sense Mic を使用することで、ユーザの頭部姿勢、体温、心拍を計測することもできる。

一方で、ユーザがイヤホンの片側を耳以外で使用する際には、装着する対象の性質や固定する体の部分によって使用するセンサを変更する。例えば、移動する物に装着した場合、9 軸センサを活用することで移動を検知することができ、マイクを使用することで周辺的环境音を收音できる。また、頭部以外の体の一部に装着した場合、装着した部分の身体動作を取得できる。

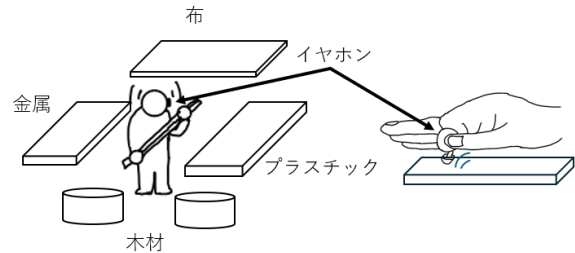


図1 ミュージシャン体験の様子

4. 体験プラン

4.1 体験シナリオ 1 ミュージシャンの体験

本節では、図1に示すように、片側のイヤホンを耳に装着し、もう片側を手で固定・保持することで、ミュージシャン体験を提供する。この体験では、耳に装着した片側のイヤホンの9 軸センサを用いることで、ヘッドバンキングしたときの頭部の動きを取得できる。そのほかにも、各種センサによる外耳孔表面温度・脈関連情報を取得することで、どのくらいユーザが興奮しているかを判別できる。

ユーザは、もう片側のイヤホンをギターのピックのように保持し、空いている手で1本の弦が張られている板を持つ。イヤホンをピックのように弦を弾き、弦の振動から発生する音をマイクで收音することで、その音をギターの音に変換し、耳に装着したイヤホンを介してユーザに提供できる。弦を押さえつけることで振動を抑制し、異なる振動音を発生させたり、イヤホンの9 軸センサを使用することで手の動きを取得することで、さまざまな音をユーザに提供できたりし、疑似的にギターの演奏を行える。

また、周囲にあるさまざまな素材の板をイヤホンに保持している手で叩いたり、擦ったりすることで振動音が発生し、ギターと同様にマイクで周囲の音を收音することで、対応する楽器の音を耳に装着したイヤホンを介してユーザに提供できる。木材を叩くとドラムの音、金属を叩くとシンバルの音、プラスチックを叩くとピアノの音が聴こえるなどのさまざまな例が挙げられる。マイクで集音した音に対して、高速フーリエ変換し、周波数成分に分解することで、どの周波数成分が多く含まれているかをリアルタイムで分析する、リアルタイム周波数分析を行う。

4.2 体験シナリオ 2 ボールの状態取得

本節では、図2に示すように、片側のイヤホンを耳に装着し、もう片側のイヤホンを軽量で野球ボール程度の大きさのボールに埋め込むことで、ボールの状態から対応する音をユーザに与える体験を提供する。ボールの状態は、イヤホンに内蔵されている9 軸センサを用いて把握する。

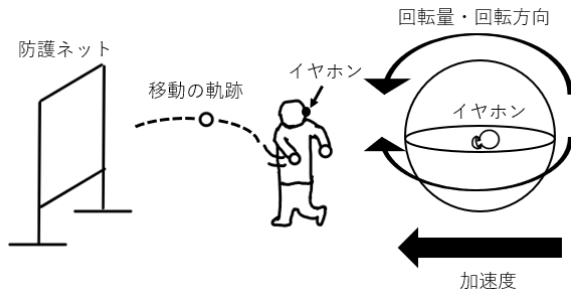


図2 ボールの状態取得

9軸センサが取得したボールのデータをスピード・回転量・移動距離といった情報に変換し、それに対応した音をユーザに提示する。ユーザがボールを振りかぶっているとき・ボールが空中を移動しているとき・ボールが衝突したときといった例が挙げられる。本シナリオでは、ボールにイヤホンを取り付けたが、日常生活で動かす全ての物体に対応できると考えられる。

4.3 フロアプラン

フロアプランは、ヒューマンインタフェースシンポジウムの企業展示での大きさを参考に、幅1.8m × 奥行1.5mのスペース、または、広いスペースを確保できた場合の幅3.0m × 奥行3.0mのスペースの2パターンを想定して作成する。シナリオ1では、ミュージシャンの体験を行うために、演奏用の素材を用いた簡易的なセットを用意し、体験者はセットの中心で体験を行う。シナリオ2では、ボールを投げるため、投げたボールがブース外に出ないように、防護ネットを配置する。会場内でボールを投げる行為が危険と想定される場合は、ボーリングのようにボールを転がす体験に変更する。

以上のシナリオより、幅1.8m × 奥行1.5mのスペースの場合は、図3のような構成で中央でシナリオ1、2のどちらか、幅3.0m × 奥行3.0mのスペースの場合は、図4のような構成で幅1.5m × 奥行1.5mのスペースでシナリオ1を行い、幅1.5m × 奥行3.0mのスペースでシナリオ2を行う。

参考文献

- [1] 日暮栄治, 澤田廉士, 須賀唯知: 小型生体計測センサの実装技術; 精密工学会誌, **Vol.73**, No.11, pp.1190-1194 (2007).
- [2] Yan, Y., Yu, C., Shi, Y., Xie, M.: PrivateTalk: Activating Voice Input with Hand-On-Mouth Gesture Detected by Bluetooth Earphones; Proceedings of the 32nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.1013-1020 (2019).
- [3] Kikuchi, T., Sugiura, Y., Masai, K., et al.: EarTouch: Turning the Ear into an Input Surface; Proceedings of the 19th International

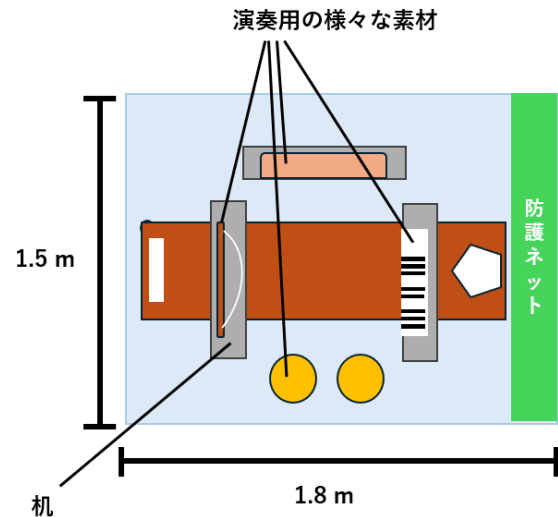


図3 幅1.8m × 奥行1.5mのスペース

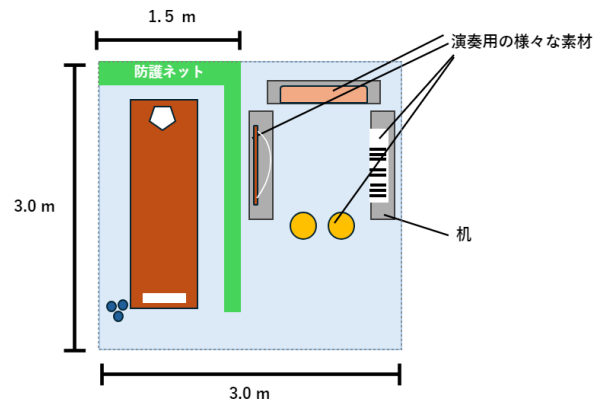


図4 幅3.0m × 奥行3.0mのスペース

Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, No.27, pp.1-6 (2017).

- [4] Tsukada, K., Yasumura, M.: Ubi-finger: Gesture input device for mobile use; In Ubicomp 2001 Informal Companion Proceedings, **Vol.11**, (2001).
- [5] Yan, Y., Yu, C., Yi, X., Shi, Y.: HeadGesture: Hands-Free Input Approach Leveraging Head Movements for HMD Devices; Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, **Vol.2**, No.198, pp.1-23 (2018).