

# Tap Your Headphones: 手持ちのヘッドホンでタップ入力

Tap Your Headphones: Tap Control for Regular Headphones

真鍋 宏幸 福本 雅朗\*

**Summary.** ヘッドホンは耳に固定されているため、素早いアクセスが可能である。入力機能が付与されたヘッドホンは数多くあるが、専用のヘッドホンを利用しなければならなかった。そこで、簡便な回路を用いて、ヘッドホンへのタップ入力機能の付与を試みた。通常利用しているヘッドホンをタップすることで、音楽プレーヤの操作が可能となる。今回はさらに、音声通話機能を加え、スマートフォン上への実装を行った。

## 1 はじめに

音楽は日常生活に不可欠な存在であり、ヘッドホンを装着して音楽を聴く人々を至る所で見つけることができる。通常、ヘッドホンは出力装置でしかないため、音楽プレーヤを操作する場合には、プレーヤ本体を直接操作するか、リモコンを操作するかのいずれかとなる。プレーヤ本体は鞆の中などアクセスしにくい場所に配置されていることが多いため、すぐに操作を開始することができない。一方、リモコンを用いる場合でも、リモコンが固定されていないなどの理由により、どこにリモコンがあるのかわかりづらく、素早くアクセスすることが難しい場合が多い。一部のヘッドホンでは、耳に固定されるヘッドホンシェル自体にボタン等の入力手段が設置されており、素早いアクセスが可能であるが、専用のヘッドホンで音楽を聴かなければならなかった。ヘッドホンは音質や装着感などに影響を与えるだけでなく、頭部に装着するため形状や色などの見た目のデザインは重要な要素となっているため、専用のヘッドホンではなく、ユーザの好みのヘッドホンで入力を行うことが望ましい。

## 2 関連研究

ヘッドホンにボタン、加速度センサ、マイク [1]、タッチセンサ [4]、光学距離センサ [7]、電極 [6]などを設置すれば、ヘッドホンをを用いた入力が可能になる。しかし、それらは専用のヘッドホンであり、好みのヘッドホンで音楽を聴くことができない。好みのヘッドホンを使い続けるためには、新たなセンサを用いずにユーザの入力を検出する、つまりスピーカをセンサとして利用することが必要である。一部のインターホンではスピーカのみを用いて半二重での通話が可能であるが、通信方向の切り替えのため

に別な入力手段が必要となる。また、高度なエコー/ノイズキャンセリングを行うことにより、全二重での通話が可能なヘッドホンシステム [2] も存在するが、コストや消費電力の点で課題がある。

音楽プレーヤの操作を想定した場合、入力するコマンドの数はそれほど多くない。そこで、通常のヘッドホンへのタップを検出し、入力として用いることを試みている [5]。ヘッドホンをタップした場合、従来対象としていた外耳道から漏れてくる音声よりも、大きな信号が観測されるため、回路を簡略化や、様々なヘッドホンへの対応が可能となる。今回はさらに、マイクを使うことなく通常のヘッドホンのみを用いた音声通話機能を実装したので報告する。

## 3 ヘッドホンによるタップ検出

図1にタップ検出を行う回路を示す。通常のヘッドホンアンプに対し、差動アンプ(オペアンプ)とR2, R3, R4が追加されている(R1は電流制限等のために通常のヘッドホンアンプでも用いられる)。500Hzの正弦波をヘッドホン両端で100mV<sub>p-p</sub>となるように与えながら、ヘッドホンをタップした時の、図1におけるP点の電位を図2(i)に示す(iPod touch 付属のヘッドホンを使用)。また、R2を調整した時の差動アンプの出力(図1のTapラベル)を図2(ii)に示す。一般にスピーカはリアクタンス成分を持つため、R2を調整しても音響信号を完全にキャンセルすることはできない。しかし、タップによる信号変化(タップ信号)は、残存する音響信号に比べ十分に大きいため、簡単にタップを検出することができる。多くのヘッドホンでタップ検出が可能であるが、タップ信号が残存する音響信号と同程度になってしまうヘッドホンも存在する。

## 4 実装と評価

iPod touch および Galaxy S II への実装を行った(図3)。iPod touch では、ヘッドホンへのタッ

Copyright is held by the author(s).

\* Hiroyuki Manabe and Masaaki Fukumoto,  
NTT ドコモ 先進技術研究所

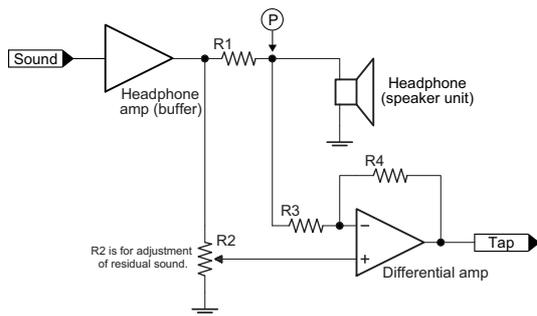


図 1. タップ検出回路 .

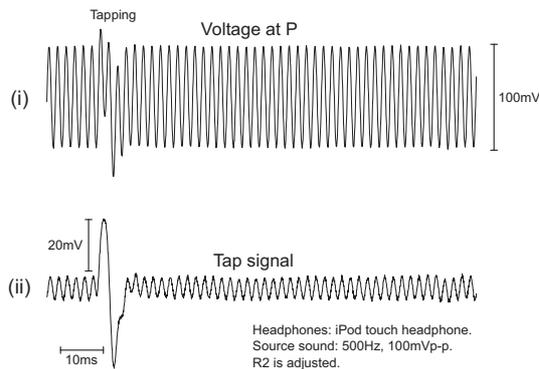


図 2. タップによる信号の変化 .

プ入力により、音楽プレーヤを操作することができる（再生・停止、曲送り/戻し、ボリュームアップ/ダウン）。左右のヘッドホンへのタップの組み合わせ、もしくは片方のヘッドホンへのタップのリズムにより、操作コマンドを発行することができる。Galaxy S II では、音楽プレーヤ操作に加え、片方のヘッドホンを音声出力、もう一方のスピーカをマイクとして用いることで、双方向の音声通話を可能とした（この方法で音声通話機能を実現したアダプタは過去にある [3]）。いずれの実装においても、電源は本体から供給される。

残存する音響信号は、ヘッドホンの電気特性、再生音量などによって決まり、タップ信号の大きさは、タップする場所、強さ、向きなどによって決まる。そのため、例えば弱い力でタップするユーザの場合、タップ信号が残存する音響信号と同程度となってしまう場合がある。そこで、タップ信号の大きさをあらかじめ取得しておき、それに応じて最大音量を制限することで、誤認識を抑制することができる。

6名の被験者が2種類のヘッドホンを用いて音楽プレーヤの操作を行った結果、5名の被験者は静止時、歩行時共に95%以上の割合で正しい操作が行うことができ、ジャンプや頭部を左右に動かした場合でも false positive は観測されなかった（1名の被験者は正解率80%程度で、複数回 false positive が観測された）。ヘッドホンが耳に合わない、タップ

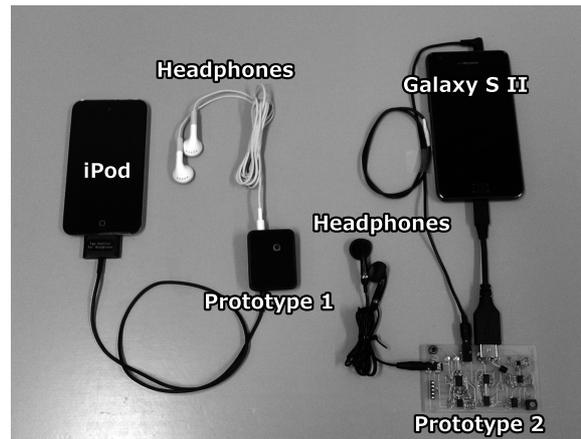


図 3. 実装した2種類のプロトタイプ

が弱い、手のひら全体でタップする場合などで誤認識が発生したが、概ね正確な操作が可能であると言える。

## 5 まとめ

簡便な回路を用いて、通常のヘッドホンにタップ入力機能を付与する手法を提案した。プロトタイプの実装を行い、タップ入力によりほぼ正確な操作が行えることがわかった。タップ入力機能に加え、音声通話機能の実装も行うことで、ユーザの好みのヘッドホンがイヤホンマイクとして機能するようになる。false positive がほとんど見られないことから、ランニング中の音楽プレーヤ/携帯電話の操作などにも適していると考えられる。

## 参考文献

- [1] ナップ エンタープライズ, インコア. <http://www.incore.jp/>.
- [2] 日鉄エレックス, e 耳くん. <http://www.ns-elex.co.jp/solution/security/factory/factory02.html>.
- [3] カネボウ, フリートーカー・チェンジャー, 2002.
- [4] V. Buil, et al. Headphones with touch control. In *Proc. MobileHCI'05*, pp. 377–378, 2005.
- [5] H. Manabe, et al. Tap control for headphones without sensors. In *Proc. UIST'11*, pp. 309–313, 2011.
- [6] 真鍋ほか. ヘッドホンを用いた EOG 法による視線入力インタフェース. *情処論*, Vol.52, No.4, pp. 1515–1526, 2011.
- [7] 谷口ほか. みみスイッチ: 外耳の動きを入力情報とする常時装用型入力装置. *インタラクシオン'10 予稿集*, 2010.