

聴覚フィードバックを付与した耳掃除の提案

高下 昌裕^{†1} 栗原 洋輔^{†1} 岡崎 龍太^{†1}
 蜂須 拓^{†1†2} 梶本 裕之^{†1†3}

他人の耳穴を掃除する行為は、掃除目的のみならず親密なコミュニケーションを目的として広く行われている。しかし視覚・聴覚の手がかりが乏しく、主に耳かき具から伝わる触覚を頼りに行わなければならない。そのため耳穴内での耳かき具の動きを把握し難く、耳穴を傷つける危険がある。一方で視覚手がかりを与える内視鏡は耳掃除にはコストが高い。そこで我々は、耳かき具で皮膚を擦る音を耳掃除者にフィードバックすることを提案する。これにより耳掃除の安全性および作業効率を向上させることを試みる。

Safer Ear Cleaning by Adding Auditory Feedback

Masahiro Koge^{†1} Yosuke Kurihara^{†1} Ryuta Okazaki^{†1}
 Taku Hachisu^{†1†2} Hiroyuki Kajimoto^{†1†3}

Ear cleaning is familiar for Asian people not only for medical care but also for relaxation and communication. However, cleaning the other person's ear has a risk of injury because it is difficult to grasp movement and position of the earpick. Since the visual and auditory cues are limited, users must rely only on somatosensory cues. On the other hand, endoscope to see inside the ear is expensive. In this study, we propose auditory feedback of earpick interaction to provide additional cue. Our developed device is composed of microphone and earphone to catch and replay the sound associated with ear cleaning in real-time. We envision that this technique would improve safety and efficiency of ear cleaning.

1. はじめに

耳掃除は外耳道の耳垢除去を目的として日常的に行われている行為の一つである。耳掃除は多くの場合自分自身で行うが、他者に行ってもらう場合もある。例えば幼児の場合は自分自身で行うことは危険であり、親が代わりに耳掃除を行う。また耳掃除は親密なコミュニケーションのいち手段という側面もあり、女性店員が男性客の耳掃除を行う耳掃除専門店[1][2]も存在する。

しかしながら、特に他者の耳を掃除する場合は耳かき具の挙動を把握することが難しく、耳を傷つけてしまう危険性が高い。成人の外耳道は平均幅 6mm, 奥行き 30mm 程度[3]と小さく、一般的な耳かき具で他者の耳を掃除する場合、耳の中を目視することは困難である。また聴覚の手がかりも乏しいため、耳かき具から手に伝わる触覚の手がかりのみを頼りにして耳かき具の動きを把握しなければならない。耳かき具に加える力の加減が難しく痛みを与えてしまう、外耳道は薄い皮膚で覆われているため傷つけてしまう等の恐れがある。

さらに子供の耳掃除を行う場合は、耳掃除を嫌がり暴れることがあるため危険性はさらに高まる。子供は新陳代謝が活発で耳垢が溜まりやすいため、親が子供の耳掃除を行う機会は多いが、実際に子供の耳掃除中の事故は

多発している[4]。

そこで我々は、他者の耳掃除を行う際の安全性を高めることを目的として聴覚フィードバックを付与した耳かき具を提案する。図 1 に本システムの使用風景を示す。耳かき具で外耳道を擦る音を耳掃除者にフィードバックすることにより、耳掃除者が耳かき具の動きや外耳道の状態を把握しやすくなると考えた。これにより耳掃除における安全性や作業効率の向上が期待される。



図 1 システムの使用風景

2. 先行研究

Yao らは関節の内鏡検査での小さな傷の検出において、触覚・聴覚フィードバックが有効であることを示している[5]。また金らは筆記音のフィードバックにより、字のなぞり書きの筆記量が向上したと報告している [6]。ロ

†1 電気通信大学

†2 日本学術振興会特別研究員

†3 科学技術振興機構さきがけ

†1 Graduate School, The University of Electro-communications

†2 JSPS Research Fellow

†3 Japan Science and Technology Agency (JST)

ボットを用いた遠隔手術においても触覚・聴覚フィードバックが提案されており、手術器具に生じる振動や音といった手がかりにより操作性を高めている[7][8]。これらの知見から、聴覚フィードバックの付与は作業対象の状態を把握し易くするとともに、作業効率も向上させる効果があると考えられる。したがって耳掃除においても聴覚フィードバックの付与により同様の効果が得られる可能性がある。

耳かき具は既に様々なものが販売されており、他者の耳掃除を行う際に耳穴内を見やすくする耳かき具も多数存在している。例えば先端が光る耳かき具[9][10]や内視鏡を搭載した耳かき具が販売されている[11]。これらの耳かき具も耳掃除の安全に貢献しているものの、先端を光らせるタイプは耳かき具の状態によっては耳穴の中が見えにくく、また内視鏡はコストが高いといった問題がある。

視覚を補う耳かき具が多数存在している一方、聴覚を補う耳かき具は我々の知るかぎりでは存在しない。音であれば耳かき具の状態や耳掃除者の視点によらずフィードバックが有効であり、また内視鏡などに比べ低いコストで実現できると考えられる。

3. 耳かき音フィードバックシステム

3.1 システム構成

耳かき音フィードバックシステムの外観を図 2 に、システムの構成を図 3 に示す。本システムは小型シリコンマイク (KNOWLES 社製 SPU0409HD5H-PB)、竹製耳かき具、増幅回路、イヤホンで構成される。マイクを竹製耳かき具の先端から約 30mm の位置に接着剤で接着した。この位置にマイク装着した理由は、成人の外耳道の長さが約 30mm [3]でありマイクが耳掃除を阻害しないようにするためである。マイク以外に圧電フィルム等を利用することも考えられるが、試行した結果最も高音質に記録できる手法としてマイクを採用した。

ユーザ (耳掃除者) はイヤホンを装着した状態でマイク付き耳かき具を用いて他者の耳掃除を行う。耳かき具で外耳道を擦ると音が発生し耳かき具に伝わる。この音をマイクで取得、増幅後イヤホンからリアルタイムに出力する。

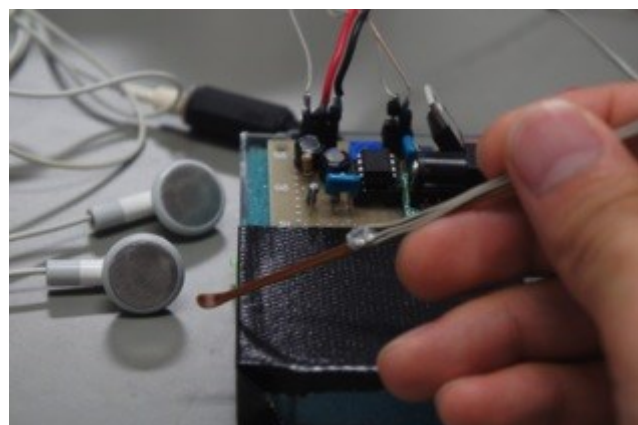


図 2 耳かき音フィードバックシステムの外観

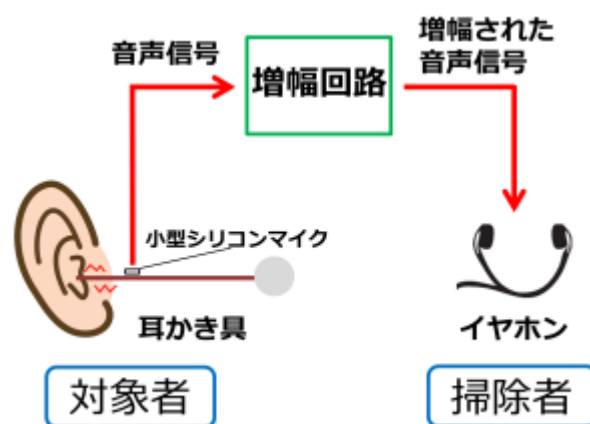


図 3 システムの構成

3.2 動作テスト

筆者を含む 3 名で本システムを体験したところ、全員が自分自身の耳を掃除しているときと同じガサゴソとした音が聞こえるというコメントが得られた。また 1 名の使用者からはフィードバック音に対してくすぐったさを感じるというコメントが得られた。人は耳近傍で発せられる音を聞くときくすぐったさを感じることが知られており[12]、本フィードバック音でも類似の現象が生じたと考えられる。

4. おわりに

本稿では耳掃除の安全性と作業効率向上を目的として聴覚フィードバックを付与した耳掃除を提案した。さらに耳掃除の際に生じる音を取得し、耳掃除者にフィードバックするシステムのプロトタイプを製作した。

今後は提案手法が耳掃除において安全性や作業効率向上に有効であるかを医療手技練習用の耳の模型を用いた実験で確認する予定である。また電子回路の小型化を行い、耳かき具に組み込むことで実用性を高めることを検討している。さらに耳穴内の見えを改善する耳かき具と

の統合や触覚的フィードバックの付与によって、より安全性が高く、効率的に耳掃除が行える耳かき具の実現を目指す。

参考文献

- [1] 山本耳かき
<http://www.yamamotomimikaki.com/inquiry.html>
- [2] 耳かき処夢ごち
<http://www.yumegokochi.jp/>
- [3] M.Schuenke, E.Schulte, U.Schumacher, L.M Ross, E.D Lamperti, M.Voll : THIEME Atlas of Anatomy Image Collection--Head and Neuroanatomy, p.143, Thieme, 2007.
- [4] 東京都消防庁, 日常生活における事故情報, 耳かき中の事故に注意!
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/topics/201302/mimikaki.html>
- [5] H. Yao, V. Hayward, R. E. Ellis: A Tactile Enhancement Instrument for Minimally Invasive Surgery, Computer Aided Surgery, Vol. 10, No. 4, pp. 233-239.
- [6] 金 ジョンヒョン, 橋田 朋子, 大谷 智子, 苗村 健: 筆記音のフィードバックが筆記作業に与える影響について, 情報処理学会 インタラクシオン 2012.
- [7] K. J. Kuchenbecker, J.Gewirtz, W.McMahan, D.Standish, P.Martin, J.Bohren, P.J. Mendoza, D. I. Lee. : VerroTouch: High-Frequency Acceleration Feedback for Telerobotic Surgery., EuroHaptics 2010, pp. 189-196.
- [8] A.M. Okamura, Methods for haptic feedback in teleoperated robot-assisted surgery, Industrial Robot : An International Journal 2004, Vol.31, No. 6, pp. 499-508.
- [9] 株式会社レーベン, ののじ ママ・ミエール,
http://shop.yokohama-city.co.jp/i-shop/product.asp?cm_id=258684
- [10] 旭電気化成株式会社, あかりちゃん耳かき,
<http://www.smile-asahi.co.jp/amk-101.html>
- [11] コデン株式会社, 内視鏡つき耳かきイヤスコープ 13000 画素
http://www.coden.co.jp/pd_es13000.html
- [12] N. Kitagawa, Y.Igarashi, Tickle sensation induced by hearing a sound, The Japanese Journal of Psychonomic Science 2005, Vol.24, No.1, pp.121-122.