

嗅覚能力の擬似的拡張を実現する手法および体験の開発

グループ名: 9bit / 奥谷哲郎 (代表者)¹⁾・飯森優斗¹⁾・石原匠²⁾ / 指導教員: 中西泰人

- 1) 慶應義塾大学環境情報学部
- 2) 慶應義塾大学総合政策学部

研究の概要



本研究では、微細な平面空間に対して高密度で付与された匂い成分を知覚する体験を通して、自身の嗅覚における空間分解能が擬似的に拡張される感覚を提示する手法を提案する。

人間の嗅覚には、微細な空間に対して高密度で付与された匂い成分の位置を正確に知覚することができないという空間分解能の制約が存在する。しかし、これを解決する手法は提案されておらず、微細な空間との嗅覚を通じたインタラクションを実現する手法は検討されていない。

そこで、本研究では微細な物体に対する操作を検出するシステムと、空間に依存しない匂いの提示方式を用いて、微細な平面空間に対してミリメートル単位の高密度で付与された匂い成分を知覚する手法を提案する。また、それらのシステムを用いて、爆弾の運搬ルートが示された暗号を匂いが手がかかりに解読する体験を制作することで、嗅覚能力の擬似的な拡張を目指す。

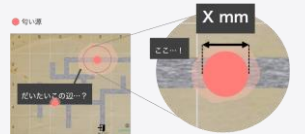
1. 背景と目的

人間は諸感覚情報の性質だけでなく、それらの情報を用いて刺激の発生源を定位することができる。例えば、視覚については左右の目を利いた両眼視差、聴覚においては左右の耳を用いた両耳間時差・音圧差を手がかりに、それぞれ視覚、聴覚刺激の位置を把握することができる。そして、嗅覚の場合は匂い源の定位が可能であることが明らかになっている[1][2]。

一方、人間の嗅覚には空間分解能の限界が存在する。左右の鼻腔に入る気流のうちもっとも速度が早い部分同士の距離は3.5cm程度であり[2]、それよりも小さなスケールでは両鼻における入力差分を定位に用いることが難しい。また、平面に配置された匂い発生源を探索する実験では結果における誤差が大きく、正確に匂い源の位置を特定することはできなかった[3]。

すでにユーザーを取り巻く周囲環境としての広い空間や、ユーザーが手に持てる程度の大きさの物体を扱った研究[4][5][6]はなされているが、微細な空間に対してミリメートル単位の高密度で付与された匂いについて検討しているものはない。

そこで、本研究では微細な平面空間に対して高密度にマッピングされた匂い成分を知覚することで、自身の嗅覚能力を擬似的に拡張する体験を制作する。



2. 制作した体験

小さな空間に付与された匂いが手がかかりに暗号を解読する体験「匂いの暗号」を制作した。

犯罪組織に諜報員として潜入して、組織の計画を阻止するために爆弾のありかを解読する。地図上にあぶり出して書かれた運搬ルート上の匂いを、博士が作った嗅覚拡張装置を使って嗅ぐことで、爆弾のありかをmm単位の精度で特定する。



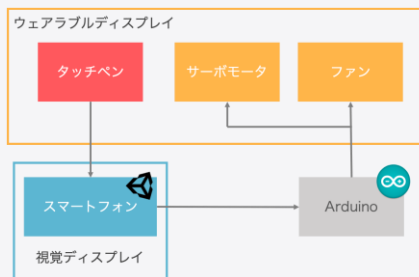
体験者は犬の鼻を模したデバイスを顔に装着する。鼻の先を地図が書かれた紙に押し付けることで、そこにある匂いを嗅ぐことができる。

実際の匂い嗅ぎ行為と同様に、実際に自分の頭部を移動させながら匂いを嗅ぐように匂いととのインタラクションを設計した。

地図は15cm四方程度の大きさであり、匂いは最小で5mm間隔で付与されている。匂いがある地点に鼻を近づけると匂い提示機構が動作して匂いが提示される。

3. 実装

装置は犬の鼻を模したウェアラブルディスプレイとスマートフォンを用いた視覚ディスプレイから構成される。ウェアラブルディスプレイには匂いを提示する機構を内蔵しており、顔に装着した状態で匂いを感じることができる。また、先端にはスマートフォンとの接触を検出するタッチペンを取り付けている。スマートフォン上ではUnityアプリケーションが動作しており、タッチペンとの接触地点に応じてそこに匂いがあるかどうかを検出する。その結果をUDPでArduinoに送信することで、嗅覚ディスプレイを動作させる。



3. 実装



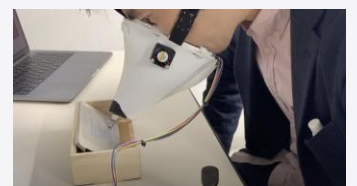
匂い提示で多く用いられるファンとフィルターを用いた機構には応答速度が遅いという欠点があり、本研究のように匂い嗅ぎ行為同士の時間間隔が短い場合には向かない。そこで、香料を染み込ませたガーゼを取り付けたサーボモータを回転させることで、匂い源を体験者の鼻に近づけたり遠ざけたりすることで匂いの有無の切り替えを行なった。

	サーボ	リボルバー	フタ	ファン
応答速度	○	○	△	×
提示範囲	○	△	○	○
残臭	△	×	△	×



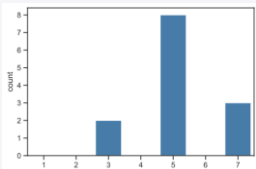
4. 結果と考察

IVRC2020において審査委員会賞を受賞した、視嗅覚を用いたクロスモーダル体験としての完成度が評価された。



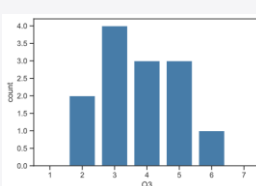
4. 結果と考察

Q1. 匂いをどれくらいはっきり感じましたか



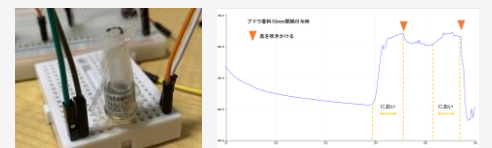
- 7段階リッカート尺度による質問紙法を用いた調査を実施した
- 対象者13名(20-50代)
- 実際の匂い嗅ぎ行動を模した匂いととのインタラクション手法について肯定的なコメントを得た
- 匂いをどれくらいはっきり感じましたかという質問に対するスコアの平均値は5.2で、十分な強度で匂いを提示できたと考えられる。
- 一方で、匂いの有無の差の明瞭度を問う質問では、匂いありの状態と無しの状態を適切に切り替えて提示することができていないことが明らかになった。実際に体験者からは常に匂いを感じたというコメントを得た。これは匂いを強度を高めるあまり、残臭対策が不十分になったことが原因と考えられる。これは、排気用のファンの向きや風量を流体シミュレーションの結果に基づいて調節したり、匂い源を隔離するための物理的なシャッターを設けることによって改善が見込まれる。

Q2. 匂いの有無の差をどれくらいはっきり感じましたか



5. 今後の展望

匂い提示機構における残臭対策に加えて、入力に半導体匂いセンサーを用いることで、対象を実世界に存在する匂い成分にまで拡張したい。微小な匂い成分をセンシングするために、匂いセンサーの指向性を高めたり、センサー値の安定化に取り組むことを予定している。



6. 参考文献

- [1] Kensaku Mori, et al. Neurons in the Anterior Olfactory Nucleus Pars Externa Detect Right or Left Localization of odor Sources. PNAS. 2010. 107(27). p.12363-12368. doi:10.1073/pnas.1003999107.
- [2] Porter, J., Craven, B., Khan, R., et al. Mechanisms of scent-tracking in humans. Nat Neurosci. 2007. 10. p.27-29. doi:https://doi.org/10.1038/nn1819
- [3] 安藤史織, 榎部早穂. ニオイ発生源の定位における探索行動に関する検討. におい・かおり環境学会誌. 2015. 46(6). p.403-411. doi:https://doi.org/10.2171/jao.46.403
- [4] Mochizuki, A., Amada, T., Sawa, S., Takeda, T., Motoyashiki, S., Kohyama, K., Chihara, K. Fragra. ACM SIGGRAPH 2004. 2004. 4. doi:10.1145/1186223.1186377
- [5] 重野寛, 本田新九郎, 大澤隆治, 永野豊, 岡田謙一, 松下 温. 仮想空間における風と香りの表現手法. 仮想空間システム/Friend. 情報処理学会論文誌. 2001. 42(7). p.1922-1932.
- [6] 横山 智史, 谷川 智洋, 広田 光一, 廣瀬 通孝. ウェアラブル嗅覚ディスプレイによる匂い場の生成・提示<特集>五感情報インタフェース. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌. 2004. 9(3). p.265-274. doi:https://doi.org/10.18974/vtrsj.9.3_265