

2020 年度教育奨励基金「学習・研究奨励金」

学習・研究成果報告書

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

慶應義塾大学 環境情報学部 2 年 奥谷哲郎

慶應義塾大学 環境情報学部 2 年 飯森優斗

慶應義塾大学 総合政策学部 2 年 石原匠

1. 研究成果の概要

本研究では、微細な平面空間に対して高密度に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。ヒトは両側の鼻孔に入力される匂い成分を利用して空間の情報、例えば匂い源の大まかな位置や方向を捉えることができることが明らかになっている[1]。このような性質を活かして、ユーザーを取り巻く周囲環境としての広い空間に存在する匂いや、ユーザーが手に持てる程度の大きさの物体の匂いを扱った研究[1][2][3]がなされているが、微細な空間に対してミリメートル単位の高い密度で付与された匂いの定位について検討しているものはない。また、ヒトの空間分解能の制約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い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、匂い源の定位能力の擬似的な向上を感じることができる体験を制作した。

2. 制作した体験の内容

本研究では、嗅覚における空間分解能の向上を感じさせるために、以下の2つのアプリケーションを制作した。

2.1 匂いの回路

「匂いの回路」は、目が見えない宇宙人を香りで導いて宇宙人に回路を修理させる、視嗅覚を用いたマルチモーダルな体験である。匂い源の定位には、匂いのする方向に身体を向ける、匂いのする場所に頭部を近づけるなどといった運動が伴うことが多い。そのような匂い源を探索するための身体運動のスケールを小さくすることで、空間分解能が拡張された感覚を提示することができるのではないかと考えた。そこで、本体験ではテスターとはんだごてを模したデバイスを用いて、小さな基板の上に匂いをつけるという設定を与えた。

装置は体験者の入力を検出する入力装置、CG エフェクトを提示する視覚ディスプレイ、匂いを提示する嗅覚ディスプレイによって構成される。複数の匂い源を小さな空間に配置する場合、ある地点の匂いを嗅いでから別の地点の匂いを嗅ぐまでの時間間隔が短くなり、素早い匂いの切り替えが求められる。そこで、サーボモータに取り付けられた匂い源を鼻孔に接近、離反させることで、高い応答速度をもつ匂い提示機構を実装した(体験および機構の概要を説明した動画は[4]を参照)。



図 1 匂いの回路の体験の様子

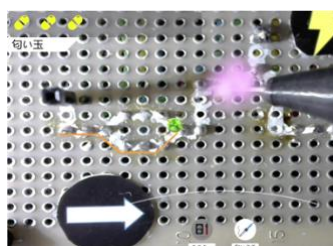


図 2 匂いの回路の視覚映像



図 3 嗅覚ディスプレイの構造

2.2 匂いの暗号

「匂いの回路」の制作を通じて得られた知見をもとに、匂いを手がかりに爆弾の運搬ルートが示された暗号を解読する体験である「匂いの暗号」を制作した。具体的には、体験の世界観やストーリーの作り込みによる嗅覚インタラクションの必然性の提示、匂いをより効率的に鼻に搬送する機構の開発、実際に匂いを嗅ぐ際の身体動作を模したインタラクションの導入といった点に注力した。

体験者は犬の鼻を模した装置を顔に装着する。匂いがついている地点に鼻の先を接触させると匂い提示機構が動作して匂いが提示されるようにすることで、実際に自分の頭部を匂い源に近づけることで匂いを嗅ぐという自然な操作感を設計した。体験者からはその手法について肯定的なコメントを得た。また、体験者に対して実施した質問紙法による調査では、匂いを強く感じたという回答が多く、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からは、匂いの提示と非提示の切り替えが適切になされていないことが示唆された。これは匂いの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。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たりすることによって改善が見込まれる。

体験には5mm間隔で匂いの有無を判断させる状況が組み込まれており、実際に体験者が匂いのする部分をミリメートル単位の精度で特定する様子が観察された。「匂いの回路」と比較してより空間分解能の高まりを体感することができたことから、匂い定位に関わる身体運動の縮小が有効である一方、その運動が実際の匂い嗅ぎ行動に類似したものである必要性が示唆された。以上の事柄から、実際の匂い定位動作を模したインタラクション手法が、自分自身が匂いを嗅いでいるという行為主体感を生起させ、結果的にその能力の拡張感を誘発させたと考えられる。



図 4 匂いの暗号の体験の様子 1



図 5 匂いの暗号の体験の様子 2



図 6 匂いの暗号の装置全体

3. 研究成果の発表

本研究の成果を IVRC2020 SEED STAGE[5]にて発表し、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、審査委員会賞を受賞した。また、第 25 回バーチャルリアリティ学会大会にて口頭発表を行った。

謝辞

本研究は教育奨励基金「学習・研究奨励金」の助成により行われました。研究活動を支えてくださった慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス教育奨励基金様ならびに城南信用金庫様に心からの感謝を表します。

参考文献

- [1] Porter, J., Craven, B., Khan, R. et al. Mechanisms of scent-tracking in humans. Nat Neurosci. 2007, vol.10, p.27-29. doi:10.1038/nn1819
- [2]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, vol.9, no.3, p.265-274. doi:10.18974/tvrsj.9.3_265
- [3] 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
- [4] <https://youtu.be/tJZYC7EPpk0>
- [5] <http://ivrc.net/2020/>