

HMDによるベクシオン刺激提示下での嗅覚閾値について

有賀 安央衣[†] 坂内 祐一[‡] 妹尾武治[#]

神奈川工科大学大学院情報工学専攻[†] 神奈川工科大学情報学部[‡] 九州大学芸術工学研究院[#]

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を使用する VR システムでは視覚誘導性自己移動感覚 (ベクシオン) が頻繁に誘発される。これに嗅覚刺激を同時提示して体験させる場面が生まれている。しかし、ベクシオンと嗅覚の関係については調べられていなかった。そこで筆者らは、嗅覚ディスプレイで香りを、HMD でベクシオン刺激を提示し、両感覚間の相互作用を調査した。現在までに、両感覚間に相互作用があること、ベクシオン刺激が嗅覚へ与える影響は概ね促進方向であることが示唆されている[1][2]。今回は、ベクシオン刺激が嗅覚閾値へ与える影響を調査した。HMD 非装着時・HMD によるベクシオン動画提示時・静止画提示時で閾値を測定し、条件間で値を比較する。

2. 実験装置および提示条件

2.1. 嗅覚刺激

ラベンダー (Oil of Lavender) とバナナ (Isoamyl Acetate) の 2 種類の香料を使用した。香料は濃度が 5% となるようにエタノールと精製水によって希釈した。香りの提示にはインクジェット式嗅覚ディスプレイ Fragrance Jet 2 を用いた (図 1)。これはインクタンクから香料を微小な液滴として空気中に射出する。射出量は数ピコリットル (pl) 単位で、射出時間は 0.1 秒単位で制御出来る。提示された香料は極めて微細であるため、その大部分が気化する。気化した香料は嗅覚ディスプレイ後部のファンにより、被験者の鼻元へと運ばれる。嗅覚ディスプレイには小タンク 3 つが格納可能であり、それぞれ 128 個の微細な穴が開いている。同時に射出を行う穴の個数は 1 個単位で変更可能である。微細な穴 1 個あたりの平均射出量を単位平均射出量と呼ぶ。1 個の穴からは 0.1 秒間に 150 回射出されるので、0.1 秒当たりの射出量は以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} \text{射出量} &= \text{単位平均射出量(pl)} \\ &\quad \times \text{同時射出数(0~128)} \times 150(\text{回}) \end{aligned}$$

0.1 秒当たりの射出量は同時射出数にのみ依存

Olfactory Threshold under Vection Stimulus by HMD

[†]Aoi Aruga, Graduate School of Information and Computer Science, Kanagawa Institute of Technology

[‡]Yuichi Bannai, Department of Information Media, Kanagawa Institute of Technology

[#]Takeharu Seno, Faculty of Design, Kyushu University



図 1 嗅覚ディスプレイ : Fragrance Jet II

する。本実験では同時射出数を射出レベルと呼ぶ。

2.2. 視覚刺激

ベクシオン刺激は、ドットが画面中央から外へ拡散する動画と、画面外から中央へ収束する動画の 2 種類を使用した。拡散刺激は前進方向、収束刺激は後退方向の移動感覚を誘発する。動画のドットのサイズは距離変化に応じて物理的な大きさが一定となるよう変化した。さらにドットは濃度勾配を形成せず、静的な奥行きがかりをもたらしなないので、奥行きがかりは動きによるもののみであった。ドットの移動速度が視野角に対して約 8.1 度/秒、画面上に約 2500 個のドットを表示する動画を用いた。図 2 にその静止イメージを示す。この画像を、静止画条件として提示した。視覚刺激の提示には、Oculus Quest を用いた。視野角は、対角 100 度である。視覚刺激は視野全体に表示された。

2.3. 実験環境

被験者を椅子に座らせ、顎を顎乗せ台に乗せて実験を行った。嗅覚ディスプレイは、約 35.2 度傾けた台に設置した。顎乗せ台の高さを調整し、各被験者の鼻の下に風が当たるようにした。この時、嗅覚ディスプレイ内部射出口から鼻の下までの距離は約 242mm だった。実験中は常にファンを起動させ、ベクシオン知覚への風の影響をなくした。風速は約 1.8m/秒であった。実験の様子を図 3 に示す。全ての香り提示は吸気と同期させるため音による射出タイミングの通知を用いた。射出 3 秒前から 1 秒間隔で通知音を鳴らし、射出直前には前 3 回と異なる音を出した。

3. 本実験

香りを感じできる最小の濃度である嗅覚検知閾値を測定した。ここでの濃度は 2.1 で述べた射出レベルを指す。

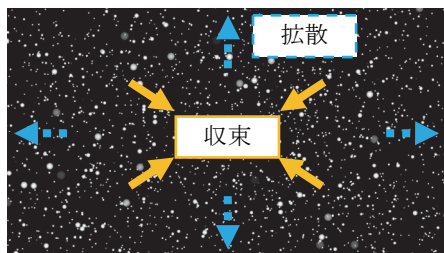


図2 視覚刺激の静止イメージ



図3 実験の様子

3.1. 実験方法

被験者に対して音に同期した香り提示を2度行い、一方をパルス射出による付臭のもの、他方を無臭のものとした。この2回の提示順序はランダムに設定し、被験者には通知しなかった。射出時間は0.3秒とし、2回の提示間隔は8秒とした。1度の比較ごとに、1回目と2回目のどちらの提示音後に香りを感じたかを二択で、感じた強さを表2の5段階で回答させた。初期の射出レベルを5とした。初期値で2度正解した場合は射出レベルを2ずつ下げて不正解となった時点で測定を終了した。初期値で不正解だった場合は射出レベルを2ずつ上げて2度正解した時点で測定を終了した。図4にその流れを示す。1度の比較ごとに約30秒間の休止を入れ、他方の香料の測定に移る前には5分程度の休憩を挟んだ。視覚刺激は香り提示の約10秒前から提示し、1度の比較が終わるまで続けた。香り提示後は、黒地に白字で表2を表示し回答させた。

全ての被験者で、HMDなし条件から開始した。その後、HMDを用いて静止画、拡散刺激、収束刺激を提示した。視覚刺激の提示順序はランダムとした。1条件に対して、2香料の検知閾値を連続して測定した。香りの提示順序は順序効果を考慮し、ラベンダー→バナナまたはバナナ→ラベンダーの順で測定する者を分けた。これは測定終了まで変更しなかった。

3.2. 実験結果

被験者8名(平均22.8歳、男性)に対して実施した結果を図5に示す。ラベンダー香料では、HMD装着時の方が、HMD非装着時より検知閾値が小さくなった。バナナ香料では、拡散条件で最も検知閾値が大きくなり、HMDなし条件で最も小さくなった。したがって、ラベンダー香

表1 香りの強さの5段階評価

1	わからない
2	やっと感知できる香り
3	何の香りか分かる弱い香り
4	楽に感知できる香り
5	強い香り

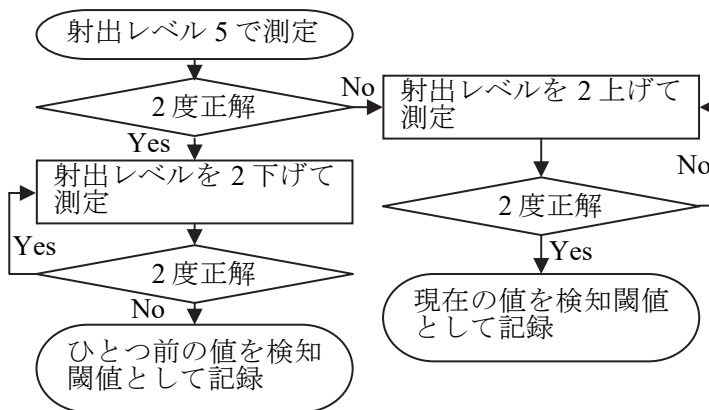


図4 検知閾値測定の流れ

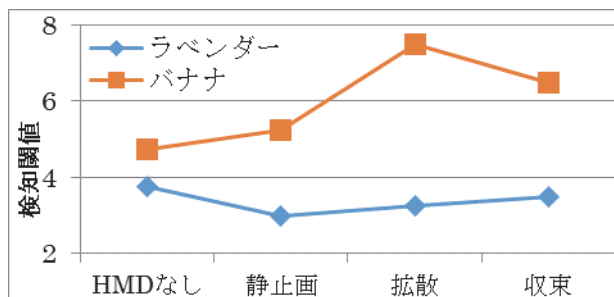


図5 実験結果

料ではHMDを装着することで嗅覚感度が鋭くなる傾向にあったのに対し、バナナ香料ではHMDによるベクシオン刺激、特に拡散刺激が嗅覚感度を鈍くさせた。

4. おわりに

ベクシオン刺激が嗅覚検知閾値に与える影響は、香料ごとに異なることが示唆された。今後は弁別閾値を用いてさらに詳しく調査していく。

参考文献

- [1] Aruga A., Bannai Y., Seno T.: Investigation of the influence of scent on self-motion feeling byvection; International Journal of Informatics Society, 11(2), 65-73 (2019.10.19)
- [2] 有賀安央衣, 坂内祐一, 妹尾武治: HMD提示によるベクシオン刺激と嗅覚刺激の知覚的相互作用に関する検討; 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 24(4), 361-370, (2019.12.31)