

Title	香りを強く印象づけられるタンジブルな嗅覚ディスプレイの研究
Author(s)	岸田, 和大
Citation	
Issue Date	2023-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/18257
Rights	
Description	Supervisor: 宮田 一乗, 先端科学技術研究科, 修士(知識科学)

修士論文

香りを強く印象づけられる
タンジブルな嗅覚ディスプレイの研究

岸田 和大

主指導教員 宮田 一乗

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
(知識科学)

令和5年3月

Abstract

The scent of a partner's perfume, which we perceive when hugging or kissing in our daily lives, is more attractive than a similar scent in the air, which we smell passively. In this study, we hypothesized that scents are more likely to make a strong impression on people when accompanied by active sniffing, and we developed a device that can verify this hypothesis. As a preliminary experiment, we focused on the point of picking up a scented object and smelling it, and implemented an olfactory display that incorporates this action. A DC fan was used to diffuse the fragrance in response to the act of hugging a mannequin equipped with a distance sensor. Preliminary experiments did not prove that the act of sniffing enhances the impression of the fragrance. We considered that this was due to the time lag between the hugging and the recognition of the fragrance by the user. Therefore, we tested the distance between hugging and scent presentation that minimizes the error between hugging and scent recognition. The experimental results showed that the error between hugging and scent recognition was minimized when the distance between the olfactory display and the user was 1500mm.

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	研究目的	2
第2章	関連研究	4
2.1	香りと記憶	4
2.2	嗅覚ディスプレイ	5
第3章	提案	8
3.1	研究概要	8
3.2	プロトタイプ	8
3.3	予備実験概要	9
3.4	実験方法	9
3.5	アンケート内容	12
第4章	予備実験結果	15
4.1	定量的結果	15
4.2	定性的結果	15
第5章	考察	17
5.1	考察	17
5.2	改善事項	17
第6章	本実験	19
6.1	概要	19
6.2	嗅覚ディスプレイ	19
6.3	実験	19
6.4	結果	22
6.5	考察	22
第7章	アプリケーション	25
7.1	概要	25
7.2	Body-Type	25
7.3	Cube-Type	25

第 8 章 おわりに	28
8.1 結論	28
8.2 今後の課題	28
謝辞	29
参考文献	29

目次

1.1	手に取って嗅ぐ動作を取り入れた新しい嗅覚ディスプレイ (a) 立方体 型デザイン (b) マネキン型デザイン.	2
2.1	Yanagida らの嗅覚ディスプレイ.	6
2.2	横山らの嗅覚ディスプレイ.	6
2.3	望月らの嗅覚ディスプレイ.	7
3.1	プロトタイプ：(a)Body-type(b)Cube-type.	10
3.2	Cube-type.	10
3.3	Cube-Type(Tile 断面図).	11
3.4	Body-Type.	11
3.5	Passive-Type.	13
3.6	(a)Body-Type(b)Passive-Type.	13
3.7	5つの香料.	14
3.8	コップの構造と嗅ぐ方法.	14
6.1	嗅覚ディスプレイ (body-type2).	20
6.2	マネキンに近づくユーザの距離表示 (左図) と香り提示の表示 (右図). . .	20
6.3	0mm,1500mm,3000mm の距離.	21
6.4	本実験風景.	21
6.5	香りの認識に必要な時間 (表 6.1 の A をグラフ化).	23
6.6	香りの認識に必要な時間 (表 6.1 の B をグラフ化).	24
7.1	存在感を体験できるコンテンツ.	26
7.2	クイズゲーム.	26
7.3	香りパズルゲーム.	27

表 目 次

4.1	嗅ぐ動作を伴った嗅覚体験.	16
4.2	受動的に香りを嗅ぐ嗅覚体験.	16
6.1	香りの認識に必要な時間.	23

第1章 はじめに

1.1 背景

私達は日常生活で様々な香りを体験している。例えば、屋内であれば料理の香りや洋服の柔軟剤の香り、屋外であれば他人の香水や雨あがりのアスファルトの香りなどである。しかし、私達は身の回りに存在する香りを嗅ぐ中でその香りを印象的に感じる時とそうでない時があると考えている。例えば、街中で食べ物の香りを嗅ぐ時と実際に食べる時に嗅ぐ香りの印象は違うからだ。上記のように香りの感じ方は状況によって異なると考えられる。加えて、本研究では同じ香りであってもそこに嗅ぐ動作が含まれることによって、ユーザに異なる印象や体験を与えると考える。例えば、シャンプーや香水の香りがこれに当てはまる。私達は買い物中に店内に漂うシャンプーや香水の香りを嗅いでいる。このとき認識する香りは、恋人や友人とハグをした際に同様の香りを嗅ぐ時に比べて異なる印象を与えるからだ。

加えて、ハグした際に嗅ぐ香りは空気中の同様の香りを受動的に嗅ぐ時よりも印象に残ると考えている。さらに、ここで述べた「香りの印象が残る」とは、ユーザがその香りそれ自体の記憶を強く覚えているとも捉えられる。つまり、動作が伴う嗅ぐ行為は、受動的に香りを認識することに比べて香りそれ自体の記憶を強く植え付けると考えている。

本研究では、香りを嗅ぐ体験とは「嗅ぐ動作の有無」が香りの印象と関係があると考えている。上記の香水の例を繰り返すと、ハグを伴った香水の香りと香水販売店の店内で受動的に嗅ぐ香水の香りでは、ユーザに与える印象が異なると考えるからだ。そこで、本研究は香りを嗅ぐ動作を取り入れた新しい嗅覚ディスプレイ(図 1.1 (a)(b))を実装することでユーザに香りを強く印象づける体験を考える。それと同時に実装した嗅覚ディスプレイを用いてユーザに香りを強く印象づけられるという仮説を証明する。

先行研究では、上記のような香りの印象づけを目的とした、嗅ぐ動作を伴った嗅覚ディスプレイの研究は活発ではない。嗅覚は、その他の感覚と異なり取り扱いが難しい。そのため、嗅覚ディスプレイの分野では、主にユーザへの提示手法の研究 [1] や取扱いが容易な小型化の研究 [2] が行われている。

よって、本研究で取り扱う嗅ぐ動作を取り入れた新しい嗅覚ディスプレイは、先行研究では扱われていない「嗅ぐ動作を誘発するデザイン」と「嗅ぐ動作に応じて香りを提示できる」という機能を補うことで目的の達成を試みる。

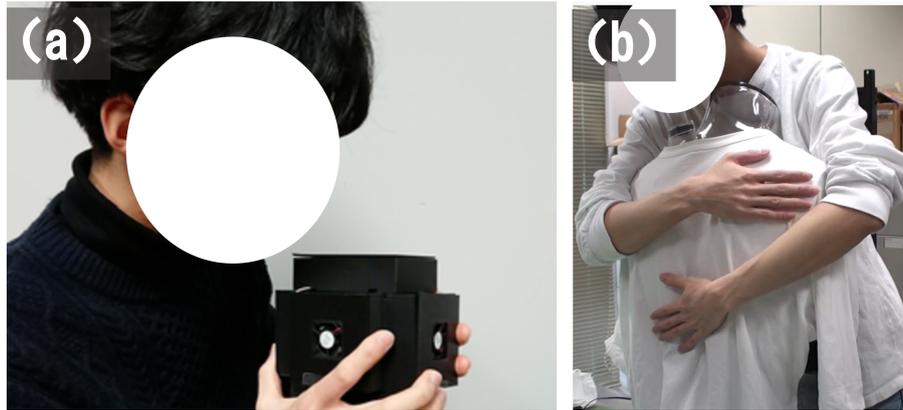


図 1.1: 手に取って嗅ぐ動作を取り入れた新しい嗅覚ディスプレイ (a) 立方体型デザイン (b) マネキン型デザイン.

1.2 研究目的

本研究の目的は「手に取って嗅ぐ動作」を取り入れた新しい嗅覚ディスプレイを開発することでユーザに香りを強く印象づけることだ。私達が普段嗅ぐ香りには香りを放出する素となる物が存在する 경우가ほとんどである。本研究ではその素となる物を手に取って鼻に近づけるという動作を「手に取って嗅ぐ動作」と定義した。そして、その嗅ぐ動作を媒介とした香りの素となる物とユーザとの対話に着目したインタラクティブな体験について検討した。本研究で扱うインタラクティブな体験とは、嗅ぐ動作に応じてユーザに香りを提示することを指す。

「手に取って嗅ぐ動作」は香りの素となる物の形に依存すると考える。例えば、対象物が人間であればハグという動作が自然と行えるが、一方で手で掴まんで嗅ぐような動作をすることは考えにくい。そこで、本研究は物の形とそれに沿った個々の嗅ぐ動作に着目したうえで、嗅覚ディスプレイの形と動作について考える。本研究では、「手に取って嗅ぐ動作」に含まれる行為を以下の3つのカテゴリーに分けたうえで、もっともユーザに香りを強く印象づけられる動作を定義した。

条件 1. 物の特性に依存する動作

条件 2. 物の特性に依存しない動作

条件 3. 呼吸の方法

条件 (1) で行われる動作には「ハグ」「香りが異なる部位を嗅ぎ分ける」「枕に顔をうずめる」「ワインに代表されるようにグラスを回して香りを拡散させて嗅ぐ」「料理を味見する中で香りを嗅ぐ」「二つ以上の物を嗅ぎ比べる」「電子レンジの扉を開けて中の香りを嗅ぐ」とった具体例が挙げられる。(2) で行われる動作には「香りの素になる物に頭を近づける」「手に付着した香りを嗅ぐ」「空間を移動することで空気中の香りを嗅ぐ」「手で仰ぐことによって嗅ぐ」とった具体例が挙げられる。(3) で行われる動作には「香りを嗅いだ後息を止める」「小刻みに香りを嗅ぐ(クンクンする)」「深呼吸して嗅ぐ」とった具体例が挙げられる。

本研究では、形あるものを手に取って嗅ぐ動作であるため(3)の動作は考慮しないこととした。加えて、匂いを強く印象づけるという観点では、どのような物にも共通する動作よりも物の特性によって生じる動作の方がより印象に残ると考えた。つまり本研究では(1)の物の特性に依存する動作が伴った嗅覚ディスプレイが必要だと考える。

加えて、(1)の動作の中で用いるべき動作は「ハグ」「香りが異なる部位を嗅ぎ分ける」が良いと考える。「ハグ」は人と双方向的に行うものだ。ハグを行う間に私達はお互いに情報を交換している。例えば、相手の香りを嗅ぐ時、相手は自分の香りを嗅いでいる。私達は相手に香りを認識されること自体も意識している。このように、相互に情報交換がなされる行為は情報量が豊富であり、記憶に結びつきやすいと考えた。

次に「香りが異なる部位を嗅ぎ分ける」動作は、物の存在を認識するために有効な手段である。例えば、犬は多くの香りを嗅ぎわけることで周囲の状況や対象物を把握している。そのため、嗅ぎ分けによって物の存在をより深く把握する行為は物を知ると同時に記憶にも残りやすいのではないかと考える。以上の理由から本研究では、香りを強く印象づけるという観点において「ハグ」「香りの性質が異なる部位の嗅ぎ分け」を取り入れた嗅覚ディスプレイを実装する。

本研究が目指すのは、手に取って嗅ぐ動作を通じた香りを纏う物とユーザとの対話である。ユーザはその対話を通じて「嗅ぐ動作と香りの組み合わせ」言いかえるならば「香りの風味」について深く知ることができる。このような対話の積み重ねによって、ユーザは香りの印象や記憶を鮮明に保つことができると考えている。また、本研究では前述した嗅覚ディスプレイを用いることで、嗅ぐ動作が香りそれ自体の記憶を向上させるという仮説を最終的に証明する。

第2章 関連研究

2.1 香りと記憶

香りと記憶に関する事例も私達の日常生活になじみのあるものである。例えば、香りには「懐かしさを覚える」といった香り以外の情報を思い出すことがある。久しぶりに実家に帰省した際に玄関の匂いに懐かしさを感じると言えば納得頂けると思う。実際に嗅覚は視覚に比べて情動的な記憶が想起され、かつ扁桃体と記憶に関する処理を司る海馬がより活性化することが分かっている [3]。また、嗅覚と記憶の関係を表す代表的な事例としてプルースト現象が挙げられる。作家プルーストは、自身の著作である「失われた時を求めて」の中で、紅茶に浸したマドレーヌの香りを嗅ぐことで忘れていた幼少期の記憶を思いだしたというエピソードを取り上げた。このような、香りが引き金となって過去の記憶が甦る現象をプルースト現象 (Proust phenomenon) と呼ぶ [4]。

これまでの嗅覚と記憶の研究は、香りに付随した記憶の想起の有効性を検討した研究と香りそれ自体の記憶に関する研究の2つに分類される。1つ目は、先ほど述べたプルースト現象など、過去の記憶を思い出す研究が当てはまる。過去の記憶の中でも「運動会のリレーの肝心な場面で転んでしまい迷惑をかけた」など自己が積極的に関わった出来事の記憶のことを自伝的記憶と呼ぶ [5]。この自伝的記憶を思い出す場合、意図的想起 (voluntary memory)、無意図的想起 (involuntary memory) の2通りの方法が存在する。意図的想起とは自伝的記憶を意識して積極的に思い出す行為である。一方で無意図的想起とは「何もせずともふと思い出した」といった思い出そうという意図がなく自伝的記憶を思い出す行為である。プルースト現象とは匂いによって自伝的記憶が無意図的に想起される現象と言える。

2つ目は、本研究でも取り上げる「香りそれ自体の記憶」に関する研究である [6] [7]。この分野では主に香りの同定と香りの再認記憶の二つの研究が行われてきた。香りの同定、再認記憶とは、それぞれ「提示された香りが何の香りであるかを記述する」「一度提示された香りを一定期間経た後でも覚えているか」ということを意味している。その中でも香りの再認記憶の研究は、短期記憶 [8] と長期記憶 [9] の二つに分類できる。また、Theresa ら [10] や Jehl ら [11] のように、短期記憶と長期記憶の両方に焦点を当てた研究も行われている。その他にも、対象となる香りに名前を付けることで香りの記憶の向上を検証する研究などが挙げられる [6] [12]。一方で言語による記憶システムを頼らずとも香り独自の記憶システムによって香り自体の記憶があることも示されている [13]。

2.2 嗅覚ディスプレイ

HCIの分野においても、香りに関する研究が行われている。その1つがユーザに香りを提示する嗅覚ディスプレイの研究である [14]。嗅覚ディスプレイの研究は受動的または能動的に香りを嗅ぐ研究に区分することができる。

受動的に香りを嗅ぐ嗅覚ディスプレイの研究としては、Yanagidaら [1] の非装着型の香り提示デバイス (図 2.1) が挙げられる。この研究は、空気砲の原理を用いてユーザの鼻に香りを直接提示する装置を考案し、香り提示手法の可能性について言及している。その他にも、ユーザに香りを視覚や聴覚と一緒に提示する研究や遠隔地にある香りを分析しその場で再現する研究 [15]、デザインに配慮されたピアス型嗅覚ディスプレイ [16] など単に香り情報を提示することのみが行われてきた。

一方で、能動的に香りを嗅ぐ嗅覚ディスプレイの研究としては、横山ら [17] の仮想空間上に匂い場を生成する研究 (図 2.2) や望月ら [18] の嗅ぐ動作に特化することで香りの残留問題などの解決を試みた嗅覚ディスプレイの研究 (図 2.3) などが挙げられる。他にも、Cindyら [19] の粘土のような柔軟性のある素材を用いて、ユーザーの操作によって香りの変化が楽しめる、物の形状変化と匂いを取り入れた嗅覚ディスプレイやJudithら [2] のスマートフォンで遠隔操作できるネックレス型小型嗅覚ディスプレイ、Stephenら [20] のデジタル写真集に匂いをタグ付けして検索する嗅覚ディスプレイなどが研究されている。

しかし、香りを嗅ぐ動作そのものに着目した研究はこれまで活発には行われていない。また、嗅ぐ動作と香りそれ自体の記憶の関係性に着目した上で嗅ぐ動作を取り入れた嗅覚ディスプレイの研究は現状確認できていない。そこで本研究では、嗅ぐ動作を伴った香りと香りそれ自体の記憶の関係性に着目した。ここで述べている動作とは「形のある物を手に取って鼻に近づける」という動作に限定する。

本研究は香りそれ自体の記憶に関する分野において、能動的に香りを嗅ぐ動作が加わることで香り自体の記憶が向上するという仮説を証明する研究になる。そのため、本研究は香りがきっかけとなりそれに付随した記憶を想起させるプルースト現象を扱う研究と反対の関係に位置すると考えている。加えて、本研究はHCI分野において能動的に嗅ぐ嗅覚ディスプレイの中の嗅ぐ動作に焦点を当てた研究に位置する。

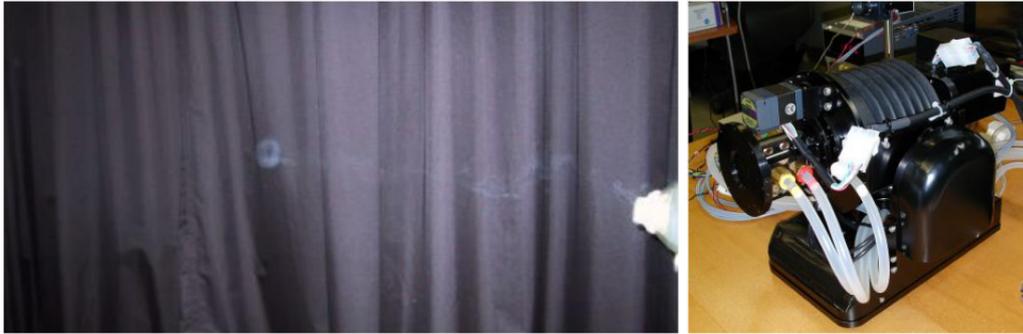


図 2.1: Yanagida らの嗅覚ディスプレイ.

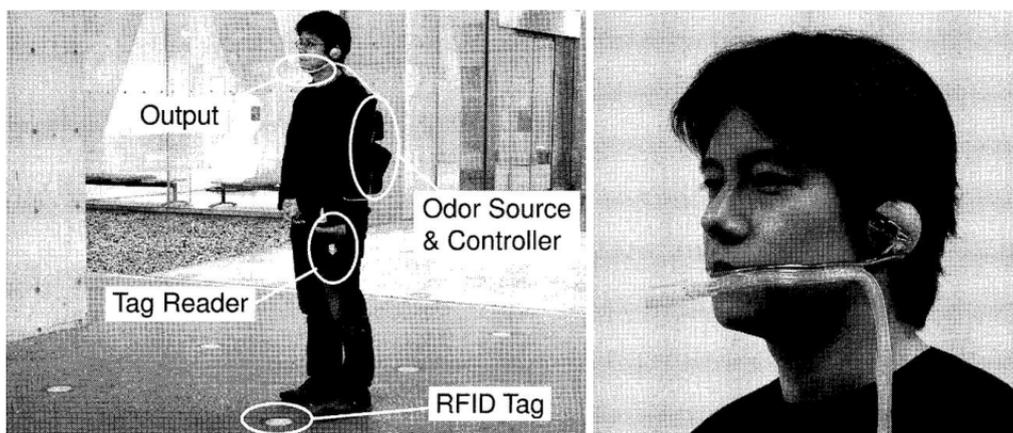


図 2.2: 横山らの嗅覚ディスプレイ.

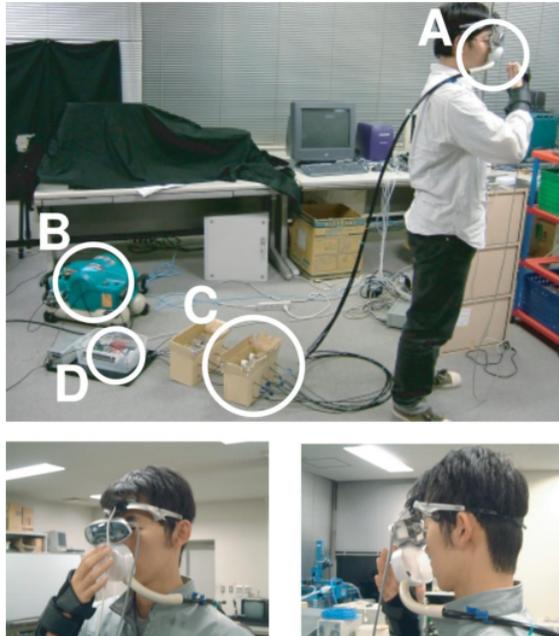


図 2.3: 望月らの嗅覚ディスプレイ.

第3章 提案

3.1 研究概要

本研究では, 前述したように「手に取って嗅ぐ動作」を取り入れた新しい嗅覚ディスプレイを開発することで, ユーザに香りを強く印象づけることを目指す. そのためには, ユーザに手に取って嗅ぐ動作を誘発させるデバイス設計と嗅ぐ動作が伴うことでユーザの香りの記憶力が向上しているかを検証する必要がある. よって, 以下にその詳細を説明する.

3.2 プロトタイプ

本研究は香りを強く印象づけるために「形あるものを手に取って嗅ぐ動作」を行える嗅覚ディスプレイを提案する. 従来の嗅覚ディスプレイは, ユーザの鼻に香りを提示するシンプルな機能であることが主流であった. そのため, 本研究は嗅覚ディスプレイは手に取って嗅ぐ動作を伴うことで香りを認識できる機能を持つプロトタイプを試作した. 前述したように, 本プロトタイプは手に取って嗅ぐ動作の中でも「友人や恋人とのハグ」「香りが異なる部位を嗅ぎ分ける」に着目した. 本研究ではこの二つの動作「ハグ」「嗅ぎ分け」をコンセプトとしたプロトタイプをそれぞれ「Body-Type」「Cube-Type」と名付けた(図 3.1 (a)(b)).

Cube-Type(図 3.2) は, 香料を密閉する香料密閉部と香りを増幅させる香り増幅部で出来た6つのタイルで構成される 14cm × 14cm の立方体型デバイスである. まず, 今回の実装では香料と香料を保持しておくための紙製パックと多孔質で匂い分子を通すプラスチック製のチャック式ポリ袋, 香料を密閉するために用いたプラスチック素材で作られたタイル (a) とタイル (b) のセット 6つを香料密閉部として用いることとした. また, 香料の増幅に用いた 12V の DC ファン (F3010EB-12UCV), DC ファンに電流を流す為に用いたスイッチング AC アダプター 12v(GF18-US1215-T), ブレッドボードを香り増幅部として用いることとした. ユーザは提案デバイスを手に取って各面を嗅ぐことで各面の6種類の異なる香りを嗅ぎ分けることができる. 1つのタイルは(図 3.3)のように香料の入ったチャック式ポリ袋を内封している. そして, 配線口から DC ファンに送電, 通気口からファンが外部に送るための空気を調達する.

Body-Type(図 3.4) は, 香料を密閉する香料密閉部と香りを増幅させる香り増幅部, 特定の動作を誘発させるデバイス形状部, ユーザの動作に反応して匂いを提示するインタラクション部の要素で構成されている. 本実装では, 香料と香料を保持しておくための多孔質で香り分子を通すプラスチック製のチャック式ポリ袋を香料密閉部に用いた. 加えて, 香り増幅部に 12V の DC ファン (F3010EB-12UCV), デバイス形状

部にマネキンの上半身の胴体部, インタラクション部に Arduino nano, ブレッドボード, フォトリフレクタを用いた. ユーザは提案デバイスをハグすることで指定した香料を嗅ぐことができる. 香料は, 鼻の位置を考慮してマネキンの左肩後部に設置した.

3.3 予備実験概要

本研究では, 香りを強く印象づけられる嗅ぐ動作を伴った新しい嗅覚ディスプレイの実装を目的としている. そこで, 本実験では制作した Body-Type を用いてハグ動作の有無による香りの記憶力への影響とハグ動作の定性評価について調査を行った. 具体的には, ハグを伴って香料を嗅ぐ場合と受動的に香料を嗅ぐ場合を比較することで, 手に取って嗅ぐ動作が香り自体の記憶力にどのような影響を与えるかを調べた. そのため, 本実験では能動的に香りを嗅ぐデバイスと受動的に香りを嗅ぐデバイス (以下 Passive-Type と呼ぶ) を用意した. 能動的に香りを嗅ぐデバイスには Body-Type を用いた. また, Passive-Type (図 3.5) は $9.5 \times 9.5 \times 12.5$ (cm) のプラスチック容器の内部に香料を設置した上で蓋部分に取り付けた DC ファンで香りを放出する構造になっている. また, 本実験を通して香りを印象付けるという観点で, 嗅覚ディスプレイに必要な要素や注意点について考察を行った.

3.4 実験方法

本実験の詳細は以下の通りである.

被験者: 大学院生 10 名 (20 代の男性 7 名, 女性 3 名) であった. 10 名のうち 5 名ずつを Body-Type, Passive-Type の 2 グループに分けて実験を行った (図 3.6).

期間: 実験は, 初日と初日から 1 週間後の 2 回に分けて行った.

香料: 入手の手軽さと Body-Type の香りの親和性からシャンプーの原液 5 種類 (A, B, C, D, E) を使用した (図 3.7). A から順にのメンソール系の香り, ナチュラルフローラル系の香り, フルーツとフローラル系の香り, フローラル系の香り, 柑橘系の香りを提示する.

実験器具: 嗅覚ディスプレイ (Body-Type, Passive-Type), マネキンに着せる洋服, 換気用のサーキュレーター, 紙コップ, スマホスタンドを使用した.

手順: 本実験では嗅ぐ動作の有無と香りの記憶との関係性について調査した. 具体的には, 被験者が嗅いだ香りを一週間後も記憶しているかについて評価している. また, 期間を一週間後とした理由は人間の嗅覚に対する記憶力が落ちるタイミングが一週間であることや関連研究の方法を参考にしたからである [6] [21].

実験初日は前述した 2 グループが動作の有無を通して香りを記憶した. 被験者は, Body-Type と Passive-Type のどちらかで 20 秒間 1 つの香りを嗅ぎ続けた. 被験者にはその香りを覚えておくようにと事前に伝えた. また, 被験者が十分に香りを認識できることや空間に香料が充満することを防ぐことができる, 関連研究で採用されていたという理由から, 時間を 20 秒間とした [6].

このとき, 20 秒間は各デバイスで以下のように定義した. Body-Type の場合, ハグの姿勢が完了した時点から 20 秒とした. また, Passive-Type の場合, 椅子に座った被験

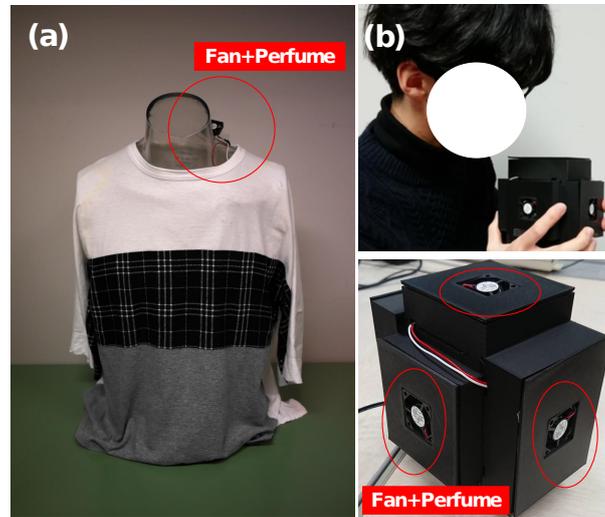


図 3.1: プロトタイプ : (a)Body-type(b)Cube-type.

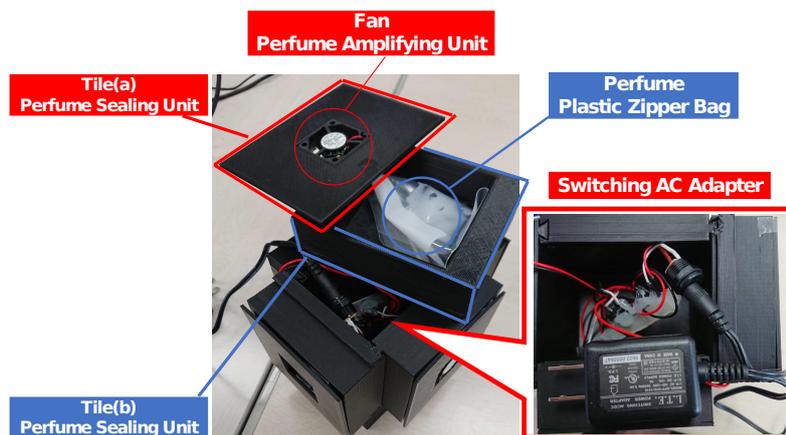


図 3.2: Cube-type.

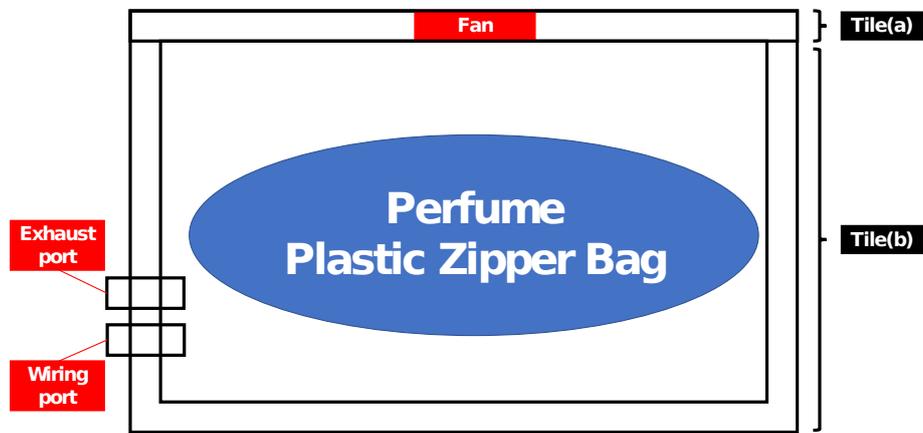


图 3.3: Cube-Type(Tile 断面图).

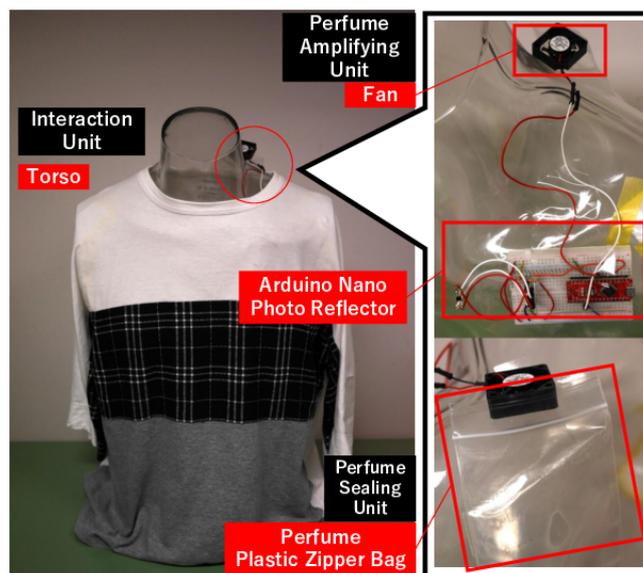


图 3.4: Body-Type.

者が香りを認識した時点(挙手をするよう指示をした)から20秒とした。本実験では、前述した香料Cを用いて香りの記憶作業を行った。

加えて、実験初日から一週間後に香りを同定する実験を行った。被験者は、紙製とプラスチック製のカップを二重に被せた香料AからEの5つ(図3.7)を順番に嗅いだ。嗅ぐ方法は、外側のプラスチック製のカップを取り外した状態で、紙製カップの底面に開けた小さな穴に鼻を近づけるといったものだ(図3.8)。その後、一週間前に嗅いだ香りがどれであったかを同定した。このとき、20秒間1つの香りを嗅いだ後に1分間の換気を行ったうえで再度別の香りを20秒間嗅ぐというサイクルで実験を行った。これは被験者の嗅覚疲労を防止するとともに部屋に複数の香りが充満するのを防ぐためである。また、香りの同定のために被験者は以下のアンケートに回答した。

3.5 アンケート内容

実験終了後に以下の2つのアンケートを実施した。1つ目は香りの同定についてのアンケートである。香りの同定だけでなく被験者の自信度についても調査した。

Q1「一週間前に嗅いだ香りはどの匂いだと思いますか、合っていると思うものに○をつけてください」

A • B • C • D • E

Q2「Q1での回答への自信度を次の(1)~(5)の内から選び丸をつけてください」

- (1) 自信がある 間違いないと思う 香りを覚えている
- (2) まあまあ自信がある おそらく間違いないと思う 香りを少しは覚えている
- (3) どちらともいえない わからない
- (4) あまり自信がない 間違っているかもしれない 香りをほとんど忘れてしまった

- (5) 自信がない 間違っていると思う 香りを忘れてしまった

2つ目は、定性評価についてのアンケートである。このアンケートには動作ありの被験者4人、動作なしの被験者2人が回答した。アンケートの内容は以下の2点である。

Q3「嗅覚ディスプレイで香りを嗅いだときにどのような香りに感じたか」

Q4「香りを嗅ぐ体験の感想と改善点について」

このアンケート結果を基に、香りを印象付けるという観点で、嗅覚ディスプレイに必要な要素や注意点について考察した。考察では、嗅覚提示に必要な要素を洗い出したうえで嗅覚ディスプレイに必要な機能を検討する。

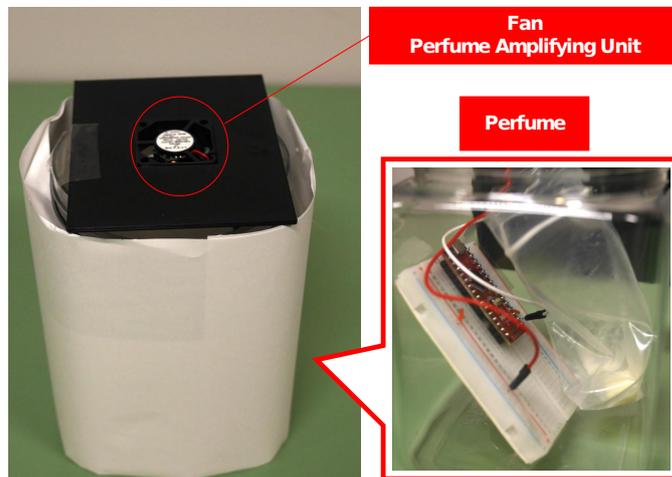


図 3.5: Passive-Type.

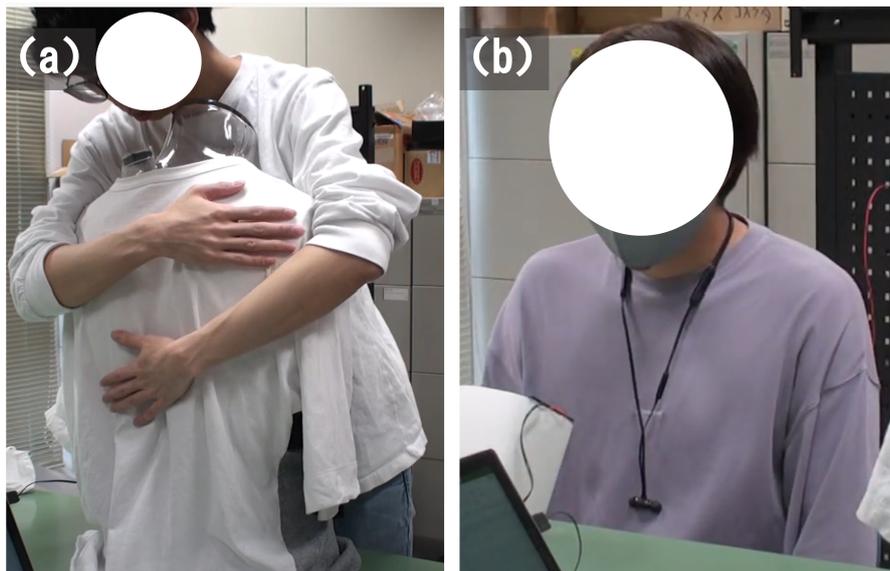


図 3.6: (a)Body-Type(b)Passive-Type.

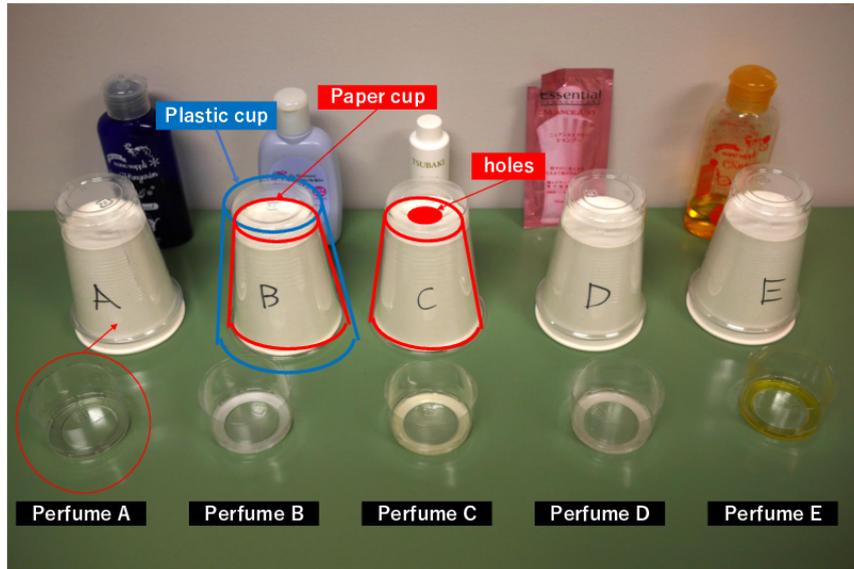


図 3.7: 5つの香料.

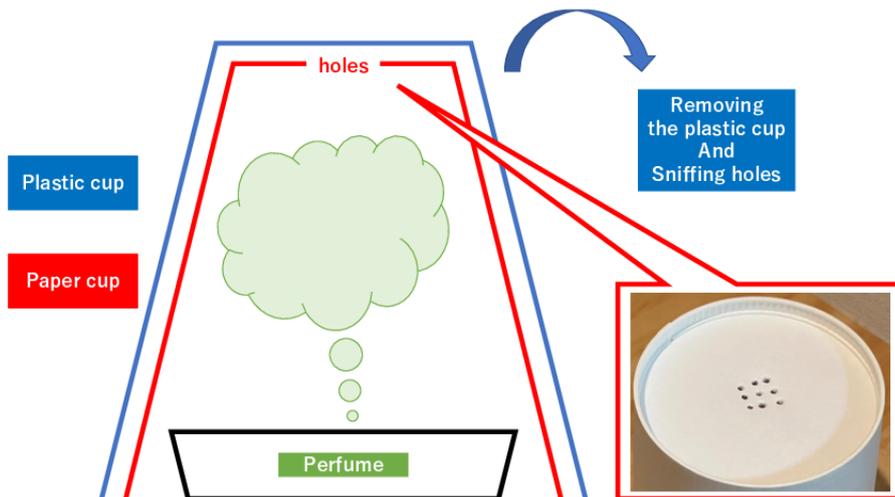


図 3.8: コップの構造と嗅ぐ方法.

第4章 予備実験結果

4.1 定量的結果

実験は表 5.1, 表 5.2 のような結果となった. 被験者には便宜的に X1 から Y5 の記号で示した. 香りの同定では Body-Type, Passive-Type とも 2 人の正解者が現れた. 自信度では, Body-Type の被験者が高い値を示す一方で Passive-Type の被験者にはばらつきがあった (数字が若いと自信度が高い).

4.2 定性的結果

定性アンケートでは, 前述のとおり以下の 2 点に関して質問を行った. その回答を紹介する.

Q3 「嗅覚ディスプレイで香りを嗅いだとき, どのような香りだと感じたか」

Body-Type

- 洗剤や香水の様な香り
- 洗剤そのものや, 化粧の濃い (つまり香水?) 人を連想させる
- 柑橘系の香り (シトラス), オレンジ色を連想させ, 夏っぽい香り

Passive-Type

- ブルーベリーのような香り
- シャンプーやコンディショナーのような香り

Q4 「香りを嗅ぐ体験の感想と改善点について」

Body-Type

- ハグをするという体験自体は面白かった
- ハグを強制させられるのは不自然なので, 自然にハグを促す必要がある
- マネキンが硬かったので, 人間の様な柔らかさだと, 良い抱き心地が得られそう
- より自然な香りがするとよい
- ハグ以外の動作を模索する

Passive-Type

- 香りのついたバスタオルで香りを嗅ぐ
- 大きなぬいぐるみなどに抱き着いて香りを嗅ぐ

表 4.1: 嗅ぐ動作を伴った嗅覚体験.

被験者記号	性別	正解/不正解	自信度
X1	M	不正解	2
X2	M	正解	2
X3	F	正解	2
X4	M	不正解	2
X5	M	不正解	2

表 4.2: 受動的に香りを嗅ぐ嗅覚体験.

被験者記号	性別	正解/不正解	自信度
Y1	F	正解	2
Y2	M	不正解	1
Y3	M	正解	5
Y4	F	不正解	4
Y5	M	不正解	3

第5章 考察

5.1 考察

実験を踏まえて、以下に定量結果と定性結果の考察を行う。

定量結果の考察

Body-Type と Passive-Type の正解者はどちらも2人であったことから、同定率に差がないことが明らかになった。つまり、嗅ぐ動作によって香りが強く記憶されるということは立証できなかった。自信度では、Body-Type の被験者が高い値を示す一方で Passive-Type の被験者にはばらつきがあった。この事実から、香りを記憶している自信と香りを嗅ぐ動作の有無が関係している可能性が考えられる。もし嗅ぐ動作が香りの記憶に対する自信度を向上させるならば、今回のような少人数の実験では結果に現れづらい記憶力の向上がみられた可能性がある。現状では、推測の域をでないことから今後さらなる検証を行うため実験方法や嗅覚ディスプレイの改善を行いたい。

改善点としては「香り提示とユーザが香りを認識する時間差」が挙げられる。時間差が大きくなれば想定する「手に取って嗅ぐ動作」と異なってくるため、実験結果と仮説が異なった理由の1つとして考えられるからだ。そのため、本実験では時間差を縮めることを目指す。

定性結果の考察

Q3 に対する回答から Body-Type, Passive-Type に関わらず、1つの香りに対して人それぞれ異なる印象を持っていることが分かった。これは、香料として使用した「シャンプー」が特定の言葉での表現が難しい香りであったためだと考えられる。

Q4 に対する回答からは、Body-Type の被験者はハグに対して不自然さを感じたこと、一方で Passive-Type の被験者は香りに形を求めていることが分かった。被験者は Body-Type とハグをする際、ハグ動作では感じるものがないマネキンの硬さに不満を感じていた。加えて、そもそも実験者からハグを促されることに不自然さを感じていたために違和感を覚えていたと考えられる。Passive-Type の評価から、人々は香りと形が一緒に提供される嗅覚体験を求めている可能性が考えられる。

5.2 改善事項

実験の注意点

人が香りを認識する感覚や香りの記憶力は個々人で異なっている。このことから、被験者を Body-Type, Passive-Type のような条件でグループに分けることは推奨できない。本実験のように、嗅ぐ動作の有無に関係なく香りに関する記憶力が高い人は正解するが、記憶力が低い人は正解できないといった現象が考えられるからだ。そのため、

被験者全員が Body-Type と Passive-Type の嗅覚体験を両方行ったうえで、被験者 1 人に対して Body-Type と Passive-Type の差を比較するべきであると考えます。加えて、被験者数を数十人程度に増やした状態で実験を行うことで、本実験では現れなかった自信度による差が同定率に影響を与えるのではないかと考えます。また、本実験では 1 週間後の検証の際 Body-Type と Passive-Type どちらの被験者も同じ方法で香りの同定を行った。この方法に対して、香りを同定する際も Body-Type と Passive-Type を使用した実験も考えられる。そのため、香りの記憶と同定の条件に関しても考える余地があると考えます。

嗅覚ディスプレイの注意点

Body-Type のアンケート結果から、被験者はハグに不自然さを感じていた。この結果から、香りを発生する物の形や触感が不自然な場合、香りの印象づけることに悪影響を及ぼす可能性が考えられる。そのため、より自然なハグの条件に近づける必要があると考えます。本実験では、被験者にハグを強制したが、自然にハグを誘発できる機能を嗅覚ディスプレイに実装する必要があると考えます。

第6章 本実験

6.1 概要

本研究では前述の結果と考察に基づき本実験を行った。前述した実験では、実装した嗅覚ディスプレイが香りを強く印象付けられるかどうかを評価した。結果として、嗅ぐ動作が香りの印象に影響を与えることは証明できなかった。本研究では、この原因を「香り提示とユーザの香り認識時の時間差」と「嗅ぐ動作以外の要素でリアリティの不足」であると考えた。そのため、本実験では原因の1つと考えられる「香り提示とユーザの香り認識時の時間差」を最小にした嗅覚ディスプレイを新たに実装と評価を行った。

実装では、4500mm まで測定可能な距離センサ (Kinect for Windows v2) を用いた。そして、ハグを行う前のユーザを認識し、ハグ前に香り提示を行うことで、時間差の最小化を目指した。評価実験では、被験者には 0mm, 1500mm, 3000mm の距離からマネキンに近づいたうえで香りを嗅ぐように指示した。そして、香り提示とユーザの香り認識時の時間差が最小化される距離を評価した。

6.2 嗅覚ディスプレイ

本実験では「香り提示とユーザの香り認識時の時間差」を解消するために、測定距離の長い距離センサを用いた新たな嗅覚ディスプレイ「Body-Type2」を実装した(図 6.1)。Body-Type2 は、Body-Type と同様に香料を密閉する香料密閉部と香りを増幅させる香り増幅部、特定の動作を誘発させるデバイス形状部、ユーザの動作に反応して匂いを提示するインタラクション部の要素で構成されている。本実装では、香料と香料を保持しておくための多孔質で香り分子を通すプラスチック製のチャック式ポリ袋を香料密閉部に用いた。加えて、香り増幅部に 12V の DC ファン (F3010EB-12UCV)、デバイス形状部にマネキンの上半身の胴体部、インタラクション部に Arduino nano、ブレッドボード、距離センサ (Kinect for Windows v2) を用いた。加えて、提案デバイスはユーザの接近によってインタラクティブに香料を提示できる。距離センサがカメラ画像(図 6.2)の中心座標中の距離を測定することで被験者の接近を感知する。また、香料は、マネキンの高さを調整することで、ユーザの鼻の位置に合わせることが可能である。

6.3 実験

以下に実験の概要を示す。

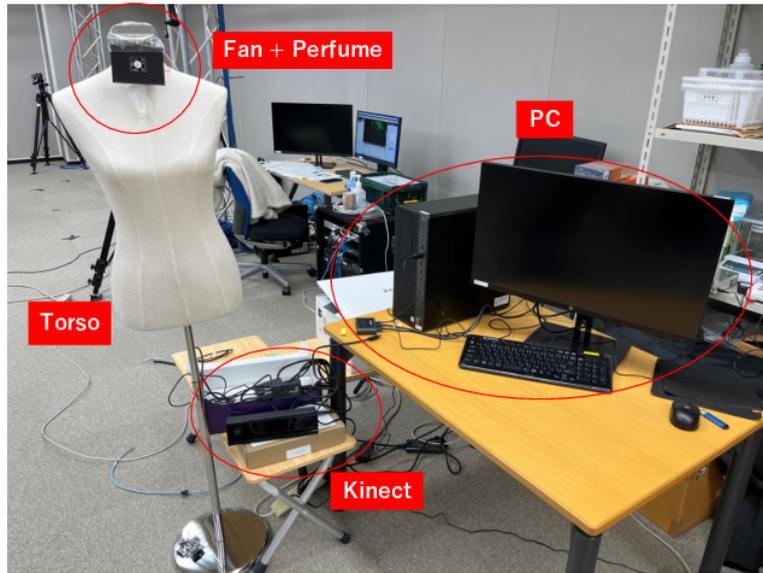


図 6.1: 嗅覚ディスプレイ (body-type2).



図 6.2: マネキンに近づくユーザの距離表示 (左図) と香り提示の表示 (右図).

被験者: 大学院生 10 名 (20 代の男性 7 名, 女性 3 名) であった.

環境: 室温 24 °C, 湿度 20 % の環境で実験を行った.

機材: 改良した嗅覚ディスプレイ (Body-Type2), Arduino nano, ブレッドボード, DC ファン, AC アダプタ, 香料, チャック式ポリ袋, パソコン, Kinect for Windows v2, 色付きテープを使用した.

香料: 入手の手軽さと Body-Type の香りの親和性からシャンプーの原液 (3g) を使用した.

手順: 被験者に黒テープの各目印 ((α) 0mm (β) 1500mm (γ) 3000mm) からマネキンの前 (α) まで歩くように指示した (図 6.3). 被験者が歩き ((α) の場合は実験を) 始めると, 距離センサが被験者を認識する間は途切れなく, DC ファンが香りを提示した (図 6.4).

被験者には, (α) の上で立った状態で香りを認識を口頭で申告するように指示した. そして, 被験者が (α) 上に直立してから香りを認識するまでの時間を測定した. また, 本実験では前回実験と異なり, 被験者にハグや能動的に嗅ぐ行為ではなく受動的に嗅ぐことを指示した. ハグを行う前に, 認識できる量の香り分子が, マネキンの周囲を満たしていることを確認するためである. そして, (α)(β)(γ) の中で (α) に到達した

時点から香りを認識するまでの時間差が最小であった距離を評価した.つまり,被験者は「 (γ) から歩き始めて (α) 上で香りを認識する」「 (β) から歩き始めて (α) 上で香りを認識する」「 (α) から実験を始めて (α) 上で香りを認識する」の3つのパターンで中で時間差が最小になる距離を評価した.各実験の間には休憩を設けることで,被験者の嗅覚疲労を防ぐとともに,部屋の換気を行った.

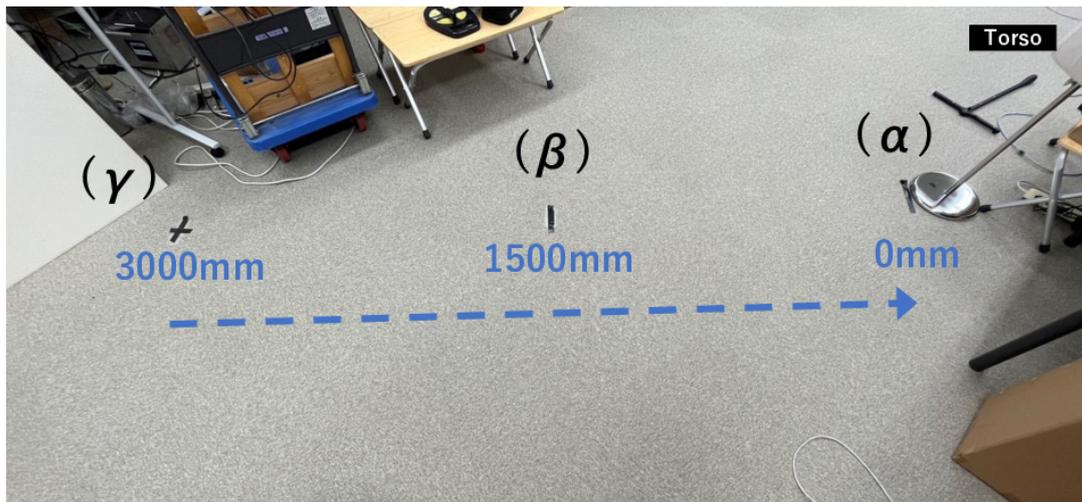


図 6.3: 0mm,1500mm,3000mm の距離.



図 6.4: 本実験風景.

6.4 結果

実験は表 6.1, 図 6.5, 図 6.5 のような結果となった。被験者は Z1 から Z10 の記号で示した。香りを提示する距離 (α)0mm, (β)1500mm, (γ)3000mm の中で, (α)0mm に到達した時点から香りを認識するまでの時間差が最小になったのは (β)1500mm であった。表 6.1 の A における各被験者ごとの値は測定値 (秒) である。B における各被験者ごとの値は, A の各測定値から 0mm 地点での値を引いた相対値になっている。例えば, Z1 の B における 3000mm の相対値-1.54 は $1.69 - 3.23 = -1.54$ から導かれる。平均値とは 3000mm, 1500mm における各被験者の相対値の平均である。この時 3000mm における平均値は-1.196, 1500mm における平均値は-2.106 となる。0mm における値は 0 であるため, 0mm に到達した時点から香りを認識するまでの差を小さい順で並べると, -2.106(1500mm), -1.196(3000mm), 0(0mm) となる。よって, 人間とマネキンの距離が 1500mm の時に香り提示と認識の時間差が最小になった。

6.5 考察

香りの提示と認識の時間差は, (β)1500mm の時に最小になることが判明した。これは, ファンでマネキンに香りを纏わせる際, 香りの性質上, 瞬時に纏う／纏わないの切り替えが出来ないからだと考えられる。そのため, 1500mm の時に, ユーザがマネキンの前に立つ瞬間と香り分子の拡散が最大になる瞬間が一致すると考えている。(β)1500mm の時に各被験者は, (α) 地点に比べて平均 2 秒早く香りを認識していた。そのため, ハグなどの能動的に嗅ぐ動作を加えることでより瞬時に香りを認識できると考える。以上のことから, 本研究では, 新しく制作した Body-Type2 は「香り提示とユーザの香り認識時の時間差」の影響を最小化できると考える。(ただし, 本実験で使用した香料は 1 種類のみであるため, 全ての香料で同様の効果がでることは検証できていない。)

表 6.1: 香りの認識に必要な時間.

		被験者										
	距離	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	平均
A	3000mm	1.69	7.13	1.66	1.37	6.09	5.79	3.11	3.91	5.22	4.28	-
	1500mm	0.6	4.68	1.68	1.39	3.75	4.19	2.81	5.64	3.38	3.03	-
	0mm	3.23	6.03	2.96	3.95	4.43	4.53	6.27	9.59	4.29	6.93	-
B	3000mm	-1.54	1.1	-1.3	-2.58	1.66	1.26	-3.16	-5.68	0.93	-2.65	-1.196
	1500mm	-2.63	-1.35	-1.28	-2.56	-0.68	-0.34	-3.46	-3.95	-0.91	-3.9	-2.106
	0mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

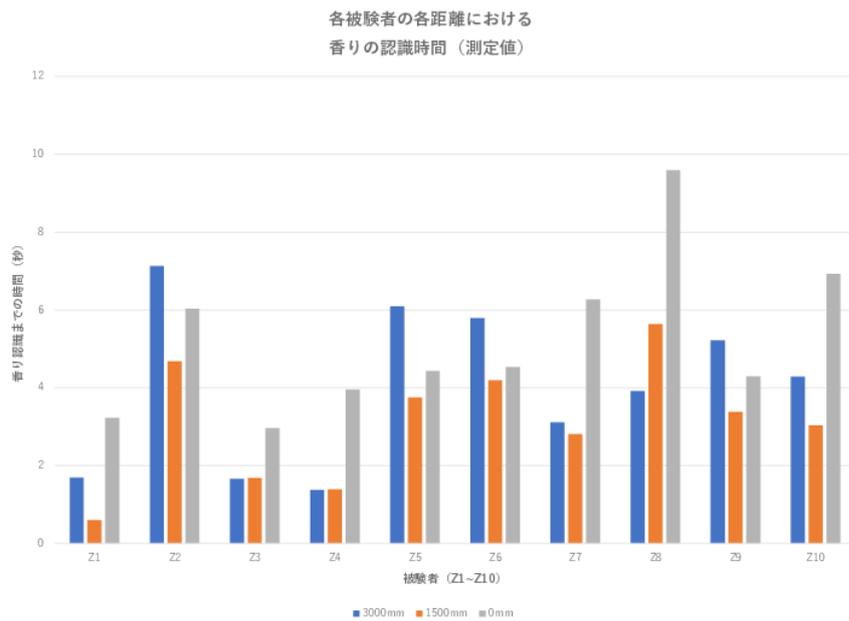


図 6.5: 香りの認識に必要な時間 (表 6.1 の A をグラフ化).

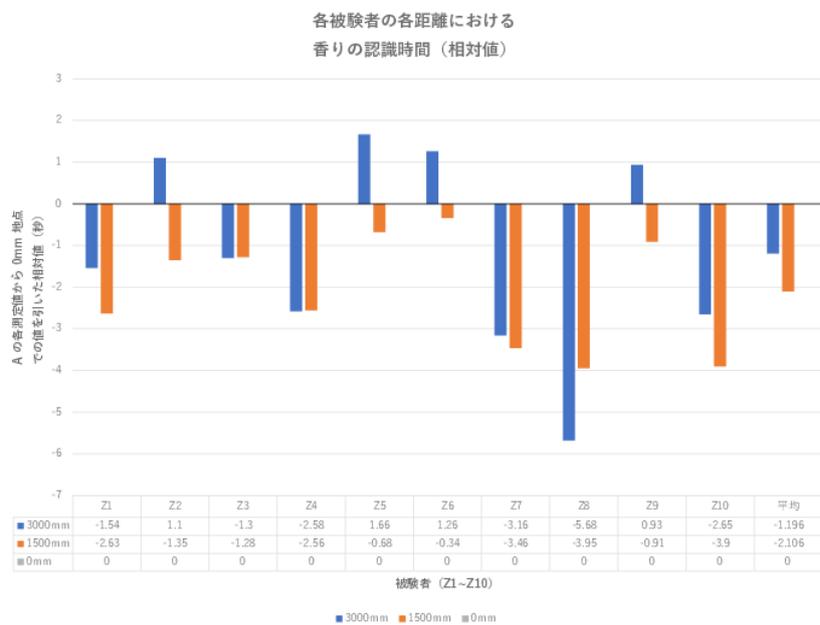


図 6.6: 香りの認識に必要な時間 (表 6.1 の B をグラフ化).

第7章 アプリケーション

7.1 概要

本研究では、物の形に着目したアプリケーション（ディスプレイ）とその形に適したコンテンツを提案する。今回は Body-Type と Cube-Type の二つのアプリケーションについて言及する。

7.2 Body-Type

Body-Type では2つの体験を提案する。1つ目は「香りの客観視体験」である。私達は普段香水のサンプルを試す場合、紙に付けられた香りを嗅ぐ。しかし、日常生活では香水は服や体に付着した香りを嗅ぐことがほとんどである。香水は環境や付着した対象物によって香りが変わる。そのため、香水を紙で試した時と自分が使用した時に周りの人間に認識される香りは異なると考える。そこで、本研究ではハグという行為を通して香りを嗅ぐことでこのような認識のギャップを埋めることができるコンテンツを提案する。言いかえるならば、洋服を試着した際に鏡を見るような「香りの姿見」を提供するということだ。

2つ目は「物の存在感」を体験できるコンテンツだ。本プロトタイプではハグをすれば香りが提示されるという簡素な機能しか付けていなかった。しかし、香りの選択や香り提示場所の追加、仮想現実を併用することで、より現実のハグに近い体験を提案する。このコンテンツによって遠距離のカップルや直接触れられない患者に対してぬくもりを提案できると考える (図 7.1)。

7.3 Cube-Type

Cube-Type では2つの体験を提案する。1つ目は「クイズゲーム」だ。ユーザはある物の香りを提示している Cube を手に取って嗅ぎ分けることで香りの正体を当てるという体験だ。各タイルの香りの強さのバランスを調整することで実際ではありえない物の総合的な香りを体験することができる。例えば、パイナップルが対象となる香りであれば、皮、果肉、葉などの香り要素が考えられる。皮、果肉、葉の香りの強弱を変えることで、同じパイナップルの香りでも異なる物に感じるができると考えている (図 7.2)。

2つ目は「香りパズルゲーム」だ。1つずつに分解されたタイルを正しく立方体に組み立てるゲームである。各タイルの香りに基づきタイルを正しく組み立てられた場合は実際に香りがする物の映像に変換する。反対に、正しく組み立てていない場合は、

不自然な物体の映像が現れるかもしれないといったゲームである。プレイヤーは、立方体に貼られている QR コード全体を読み取ることで答えである AR 映像を確認できる (図 7.3).



図 7.1: 存在感を体験できるコンテンツ.

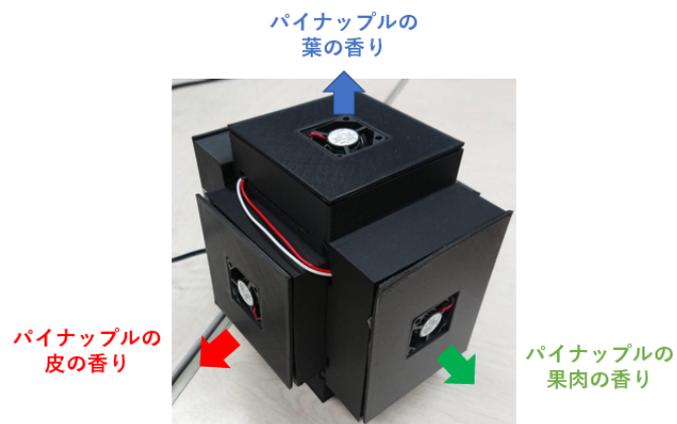


図 7.2: クイズゲーム.

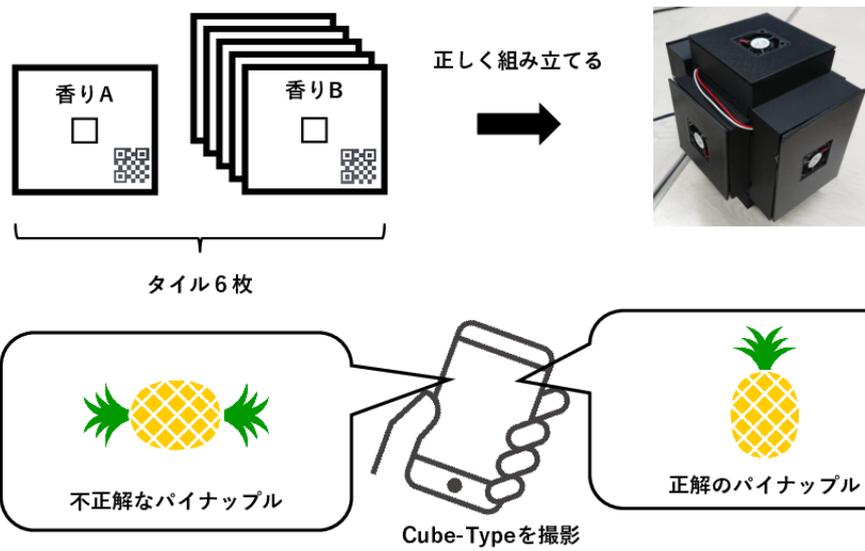


図 7.3: 香りパズルゲーム.

第8章 おわりに

8.1 結論

本研究では「手に取って嗅ぐ動作」に着目した新しい嗅覚ディスプレイを開発することで、ユーザに香りを強く印象付けることを目指した。しかし、実験では制作したデバイスが香りを強く印象付けることを証明することはできなかった。考察では、これを「香り提示とユーザの香り認識時の時間差」と「嗅ぐ動作以外の要素でリアリティの不足」が原因だと考えた。そのため、本実験ではその原因の1つである「香り提示とユーザの香り認識時の時間差」を最小化する新たな嗅覚ディスプレイを試作した。評価実験の結果、時間差を縮めることが確認された。

8.2 今後の課題

嗅ぐ動作を伴った嗅覚ディスプレイを扱う課題として、嗅ぐ動作や香り以外の要素(触覚や視覚)が、評価実験において無視できないということがある。定性評価で述べたように、単なるマネキンではハグ動作を行ったとしてもハグと思えないという声が被験者から聞かれたからだ。加えて、本実験で得たデータは一つの香料のみであるため、他種類の香りを用いて同様に調べる必要があると考える。

本論文では、香りを強く印象付けることは立証できなかったが、香りを強く印象付けることに必要な機能の把握とそれを一部満たした嗅覚ディスプレイの開発を行った。今後は、本研究では取り組めなかった「嗅ぐ動作以外の要素でリアリティの不足」をHMDなどによって補強することが考えられる。加えて、評価実験の被験者を数十人に増やすことで、本研究で確かめられなかった嗅ぐ動作と自信度や香りの記憶との関連性を検証できると考えられる。そして、最終的には「手に取って嗅ぐ動作」が香りを強く印象付けることを証明できると考える。

謝辞

本研究にあたり, 指導教官としてご指導を賜った, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学学科, 教授宮田一乗先生, 准教授佐藤俊樹先生, 講師謝浩然先生に深く感謝致します。同学科准教授 KIM Eunyoung 先生には, 本論文の作成にあたり, 副査としてご助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。最後に, 宮田研究室, 佐藤研究室の皆様には, 本研究の遂行にあたり多大なご助言, ご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Yasuyuki Yanagida, Shinjiro Kawato, Haruo Noma, Akira Tomono, and Nobuji Tetsutani. Projection-based olfactory display with nose tracking. ATR Media Information Science Laboratories and Dept. of Information Media Technology Tokai University, 2004. In proceedings of IEEE Virtual Reality 2004,pp.43-50,Chicago,IL,U.S.A.
- [2] Judith Amores and Pattie Maes. Essence: Olfactory interfaces for unconscious influence of mood and cognitive performance. MIT Medialab,Cambridge, 2017. CHI '17: Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,28–34.
- [3] 山本晃輔. 嗅覚と自伝的記憶に関する研究の展望 —— 想起過程の再考を中心として——. 大阪産業大学, 2015. Japanese Psychological Review,Vol. 58, No. 4, 423-450.
- [4] 山本晃輔. においによる自伝的記憶の無意図的想起の特性：プルースト現象の日誌法的検討. 関西大学, 2008. 認知心理学研究第6巻第1号,65-73.
- [5] 中島早苗, 分部利紘, 今井久登. 嗅覚刺激による自伝的記憶の無意図的想起：匂いの同定率・感情価・接触頻度の影響. 東京女子大学, 東京大学, 東京女子大学, 2012. 認知心理学研究第10巻第1号,105–109.
- [6] 綾部早穂, 菊地正. ニオイの再認記憶のパフォーマンスに及ぼす言語ラベルの影響. 筑波大学大学心理学系, 2001. Tsukuba Psychological Research,23,1-6.
- [7] 杉山東子, 綾部早穂, 菊地正. ニオイ同定課題における発話を用いた認知過程の分析. 筑波大学, 2003. Tsukuba Psychological Research,25,9-15.
- [8] A. Moss. Olfactory short term memory: Understanding perceptual representations of odours and the role of encoding strategies in working memory. Bournemouth University, 2017. Bournemouth University, Faculty of Science and Technology.
- [9] Stina Cornell Kärnekull, Fredrik U. Jönsson, Johan Willander, Sverker Sikström, and Maria Larsson. Long-term memory for odors: Influences of familiarity and identification across 64 days. Stockholm University, 2015. Chemical Senses, Volume 40, Issue 4, Pages 259–267.

- [10] Theresa L. White. Olfactory memory: the long and short of it. SUNY Health Science Center at Syracuse, Syracuse, NY, USA, 1998. *Chem. Senses* 23: 433-441.
- [11] C. Jehl, J-P. Royet, and A. Holley. Role of verbal encoding in short and long-term odor recognition. Université Claude-Bernard, Villeurbanne, France, 1997. *Perception Psychophysics* 1997,59 (1), 100-110.
- [12] J.M. Stagnetto, C. Rouby, and M. Bensafi. Contextual cues during olfactory learning improve memory for smells in children. France Institut fédératif des neurosciences de Lyon, 2006. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée* 56(4):253-259.
- [13] RACHEL S. HERZ and TRYGGGJEN. Odor memory: Review and analysis. Monell Chemical Senses Center, Philadelphia, Pennsylvania and Brown University, Providence, Rhode Island, 1996. *Psychonomic Bulletin and Review* ,3 (3), 300-313.
- [14] 柳田康幸. 嗅覚ディスプレイの研究開発動向 (recent trend in development of olfactory displays). 東海大学, 2008. *電気学会論文誌 E128* 巻 12 号 pp.451-454.
- [15] 中本高道. ヒューマン嗅覚インタフェースの動向 trend of human olfactory interface. 東京工業大学, 2016. *精密工学会誌/Journal of the Japan Society for Precision Engineering* Vol.82, No.1.
- [16] Yanan Wang and Judith Amores. On-face olfactory interfaces. Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang, China and Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA, 2020. CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,1-9.
- [17] 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. 日本アイビーエム株式会社, 独立行政法人情報通信研究機構 SVR リサーチセンター, 東京大学先端科学技術研究センター, 2004. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌* 9 巻 3 号 pp.265-274.
- [18] 望月有人, 井村誠孝, 安室喜弘, 眞鍋佳嗣, 千原國宏. 能動的に匂いを嗅ぐことに特化した嗅覚提示装置の研究. 奈良先端科学技術大学, 2004. *日本バーチャルリアリティ学会第9回大会論文集*,pp.567-570.
- [19] Cindy Hsin-Liu Kao, Sang won Leigh, Ken Perlin, Ermal Dreshaj, Xavier Benavides, Hiroshi Ishii, Judith Amores, and Pattie Maes. clayodor: Retrieving scents through the manipulation of malleable material. MIT Media Lab, NYU Media Research Lab, 2015. TEI 2015, January 15-19, Stanford, CA, USA.
- [20] Stephen Brewster and David McGookin. On-face olfactory interfaces. University of Glasgow, 2006. CHI '06: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems,653-662.

- [21] 綾部早穂, 菊地正. ニオイの記憶に関する心理学的研究の動向. 筑波大学大学院
(博) 心理学研究科, 1996. Tsukuba Psychological Research,18,1-8.