

AroMotion: 空中ジェスチャ操作のアロマサイネージシステム

彭雪儿^{†1} 宮下芳明^{†1}

概要: 百貨店の香水売り場等ではアロマサイネージシステムが導入され、香りの広告・宣伝に用いられている。本稿では空中ハンドジェスチャで操作するアロマサイネージシステム AroMotion を構築・提案する。左右に扇ぐ動作で香りを切り替え、手前に扇ぐ動作で香りを射出する。ユーザの手で生み出される気流の効果により、切り替え時の消臭が早まることはもちろんのこと、香りが到達するまでの遅延も有意に短縮されていることを評価実験で確認した。

1. はじめに

百貨店の香水売り場ではかつて、ムエット紙を用いたサンプルで香水を体験し選んでいたが[1]、近年はタッチパネルによって操作し、香りを Aroma Shooter[2]で射出するアロマサイネージが導入されている[3]。新型コロナウイルス感染症への対策からアロマサイネージシステムは非接触型に変わり、空中ハンドジェスチャによるポインティング操作となったが、操作性は下がっている[4]。

筆者らは、このような背景から嗅覚ディスプレイの性能を高められるハンドジェスチャを考案した[5]。本稿では、このハンドジェスチャによって操作するアロマサイネージシステム AroMotion (図 1) を構築・提案し、その性能評価を行った。AroMotion はカメラモジュール、液晶ディスプレイ、嗅覚ディスプレイを備えた構造となっている。操作はシンプルで、左右に扇ぐ動作で香りを切り替え、手前に扇ぐ動作で香りを射出する。ユーザの手で生み出される気流の効果により、切り替え時の消臭が早まることはもちろんのこと、香りが到達するまでの遅延も有意に短縮されていることを評価実験で確認できた。



図 1 アロマサイネージシステム AroMotion

2. 関連研究

2.1 香りサイネージ

映像メディアや商品に合わせて香りを提示する手法は既に提案されている[6]。商品のビジュアルだけではなく、香り自体が広告・宣伝として、新たな役割が付与された。しかし、これまでの研究では、香りは視覚情報の補足として扱われ、嗅覚情報を主体とした研究[7]においても、提示装置により一方的に香りを提示され、社会実装に向けた柔軟な対応は難しいと考えられる。

2.2 嗅覚の空間的情報提示

Cater によるコンピュータで制御する嗅覚情報の提示装置[8]や、廣瀬らによる嗅覚の空間的情報の伝送装置[9]などが提案されている。廣瀬らは、鼻の位置を位置センサによりセンシングし、ノズルから鼻に対して直接を匂い付きの空気を噴出させるシステムを提案した[10]。また、ユーザに向けて空気砲を撃ち出すことで、直接匂いを提示するシステムも提案されている[11]。

2.3 嗅覚提示の効率化

嗅覚の提示方法に関する研究では、ユーザの顔に風を当てることで、それまでの呼吸パターンを変化させてから提示を行い、香りの知覚率を向上させる嗅覚提示法が提案されている[12]。本研究では、ユーザが自ら行ったハンドジェスチャで香りの放出と切り替えの制御を可能にする。香りが提示されてから認識されるまでの遅延を、ハンドジェスチャに起こされた気流により短縮できる。

3. 提案システム AroMotion

3.1 ハードウェア構成

本章では、提案手法の操作ジェスチャで動作する非接触型アロマサイネージシステム AroMotion を試作した。

AroMotion は赤外線カメラモジュール、液晶ディスプレイ及び嗅覚ディスプレイを備えた構造となっている(図2).

操作ジェスチャの認識には Ultraleap 社製のハンドトラッキングモジュール Stereo IR 170[13]を用いた. 嗅覚ディスプレイによる香りの提示は Aromajoin 社の Aroma Shooter を使用した. Aroma Shooter が提示可能な香り種類は、全部で6種類である. Stereo IR 170 と Unity[14]の連携に Ultraleap 社の Ultraleap.UnityPlugin-5.11.0[15]を用いてプロトタイプ用の実験プログラムを実装した.



図 2 ハードウェア構成

3.2 操作ジェスチャ

3.2.1 手で払うジェスチャ

「手で払う動作」を行うことで、気流の変化が発生し、ユーザの前に滞留する空気が横に押しつけられ、反対側から新鮮な空気が入り込む. つまり、ユーザの前に滞留する香り付きの空気はユーザ自身の動作によって、自然な拡散を待つよりも速い「消臭」を実現することができる. 提案手法では、このジェスチャを提示する香りを切り替えるジェスチャとして採用した(図3左).

3.2.2 手前に扇ぐジェスチャ

「手前に扇ぐ動作」を行うことで、気流の変化が起こされ、ユーザの前にある空気が加速して鼻に到達する. 嗅覚ディスプレイに出力された香り付きの空気はこの動作により、出力されてから鼻に到達し認識されるまでの遅延が短縮できると期待される. 提案手法では、このジェスチャを香り出力のトリガーとして採用した(図3右).

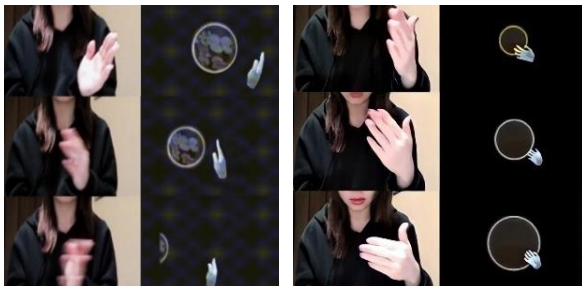


図 3 (左) 手で払って切り替えるジェスチャ
(右) 手で扇いで香りを嗅ぐジェスチャ

3.2.3 ジェスチャ認識

本稿におけるジェスチャ認識手法は、中洲らによる優位軸認識手法[16]を採用した. ユーザの意図した方向と移動軸が異なる意図しない方向の動きを棄却し、ユーザの意図した方向のみ認識されるように実験プログラムを実装した. 本稿におけるジェスチャの認識では、以下の式をベースとした優位軸認識手法に基づく.

$$V = \max_{\mathbf{P}_i, \mathbf{P}_{i+1} \in S} \frac{|\mathbf{P}_{i+1} - \mathbf{P}_i|}{T_{i+1} - T_i} \quad (1)$$

$$L = \sum_{\mathbf{P}_i, \mathbf{P}_{i+1} \in S} |\mathbf{P}_{i+1} - \mathbf{P}_i| \quad (2)$$

優位軸認識での区間 S の速さ V は式(1)、移動距離 L は式(2)のとおりである. \mathbf{P}_i は手の位置、 \mathbf{P}_{i+1} はその直後に取得された手の位置、 $\mathbf{P}_{i+1} - \mathbf{P}_i$ はそれらのベクトルを表す. T_i と T_{i+1} は \mathbf{P}_i 、 \mathbf{P}_{i+1} の取得時間である. \mathbf{P}_i 、 \mathbf{P}_{i+1} のベクトル $\mathbf{P}_{i+1} - \mathbf{P}_i$ と縦軸、横軸とそれぞれの内積を求め、縦軸との内積の絶対値が大きい場合、 $\mathbf{P}_i \sim \mathbf{P}_{i+1}$ の範囲の主軸は縦軸、それ以外の場合は横軸とする. 移動軸(横/縦)及び奥行き方向の距離によってジェスチャを認識し、例えば、縦軸方向に手の初期位置から奥行き方向の移動軌跡が検出された場合、扇ぐジェスチャとして認識される.

4. 評価実験

4.1 実験目的

嗅覚ディスプレイの操作において、ハンドジェスチャを用いる手法は、タッチパネルを用いる従来手法と比べて、嗅覚提示時の遅延短縮に有効的であるかを調査する.

4.2 被験者

被験者は情報系の大学生 11 名(平均 21 歳,標準偏差 1.13 歳)であった. 被験者全員には、体調や嗅覚について異常がないか確認した上で本実験を行った.

4.3 実験環境

実験環境を表1に示す.

表 1 実験環境

赤外線カメラモジュール	Ultraleap Stereo IR 170
嗅覚ディスプレイ	Aroma Shooter (噴射距離 $\leq 600\text{mm}$, 噴射時間 500ms/回)

評価実験の様子を図4に示す. 実験装置から被験者までの距離は Aroma Shooter の最大射程である 600mm とし、室内は無風状態であった.

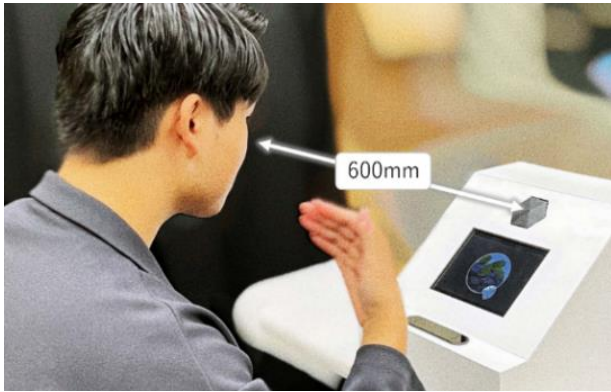


図 4 評価実験の様子

4.4 実験刺激（香りの種類）

嗅覚提示に使用した嗅覚ディスプレイ Aroma Shooter では、全 6 種類の香りを噴射しユーザに提示することができる。提案システムでは、区別しやすいように、関連性の低い 6 種類の香りを採択した：①マンダリンランベリー、②ブルーベリー、③ココナッツライム、④ダークチョコレート、⑤グレープフルーツ、⑥フローラルソープであった。

4.5 実験方法

非接触型アロマサイネージシステム（嗅覚ディスプレイ）の操作において、「タッチパネル」と「ハンドジェスチャ」の 2 種類のインタフェースを用いて実験を行った。香りが提示されてから認識されるまでの時間を測定し、提案システムは嗅覚提示の効率化に有効であるかを調査する。

被験者は、モニタ画面に提示された香りの画像を見ながら、タスクをはじめ。提示された香りを認識でき次第、「はい」と声出して担当者に知らせるよう教示した。被験者 1 人には合計 24 タスクを実行してもらった。本実験の前に、ハンドジェスチャタスク・タッチパネルタスクを 1 セットずつ（全 12 タスク）練習を行ってもらった。

また、嗅覚疲労により嗅覚の感度が一時的に低下することを防ぐため、タスク数を最小限に控えて実験デザインを行った。におい物質は成分によって嗅覚疲労の程度が異なり、嗅覚刺激が大きいほど、または長時間であるほど、嗅覚疲労が大きく、やがてそのにおいを全く感じなくなってしまう[17]。本実験では、長瀬ら[18]が提案した「嗅覚の順応と回復過程」を参考し、無臭空気を嗅ぎ始めてから 1 分以内に嗅覚機能が回復していると見られたことにより、1 タスクに 10,000ms 以上かかった場合に 1 分間の休憩時間を設けた。

5. 実験結果と分析

実験では、132 回（6 タスク×2 セット×11 人=132 回）の試行が計測された。分析には対応なしの t 検定を行った。

6 種類の香りをそれぞれ scent 1~6、ハンドジェスチャタスクを hand_s1~6、タッチパネルタスクを panel_s1~6 とした。グラフ中のエラーバーは標準誤差、***、**はそれぞれ $p < .001$, $p < .01$ を示す。

5.1 香りの種類間検定

表 2 に各香りにおいて、ハンドジェスチャ・タッチパネル操作時の平均所要時間のパラメータを示す。また、いずれのタスクにおいても欠損値はなかった。ハンドジェスチャを用いた場合、香りの認識時間の平均値は 3,000~4,000ms であるのに対し、タッチパネルを用いた場合は 6,000~7,000ms と高かった。

表 2 各香りにおけるハンドジェスチャ・タッチパネル操作時の平均所要時間のパラメータ

水準	平均値	標準偏差	標準誤差
hand_s1	3372.05	1252.39	267.011
hand_s2	4000.91	2239.44	477.449
hand_s3	3597.14	1163.02	247.956
hand_s4	3715.18	1214.38	258.907
hand_s5	4323.18	1468.68	313.124
hand_s6	4052.82	1694.98	361.371
panel_s1	6135.45	2097.30	447.146
panel_s2	6627.27	1852.95	395.050
panel_s3	6593.27	1817.53	387.498
panel_s4	6421.45	2072.55	441.869
panel_s5	7019.32	1590.50	339.096
panel_s6	6360.09	1668.05	355.629

表 3 に各香りにおけるハンドジェスチャ・タッチパネル操作時の所要時間に対して、t 検定を行った結果を示す。

表 3 各香りにおける t 検定の結果

	t	df	p
scent 1	-5.31	42	<.001
scent 2	-4.24	42	<.001
scent 3	-6.51	42	<.001
scent 4	-5.28	42	<.001
scent 5	-5.84	42	<.001
scent 6	-4.55	42	<.001

各香りにおいて、認識するまでの所要時間の平均値を比較した結果を図 5 に示す。

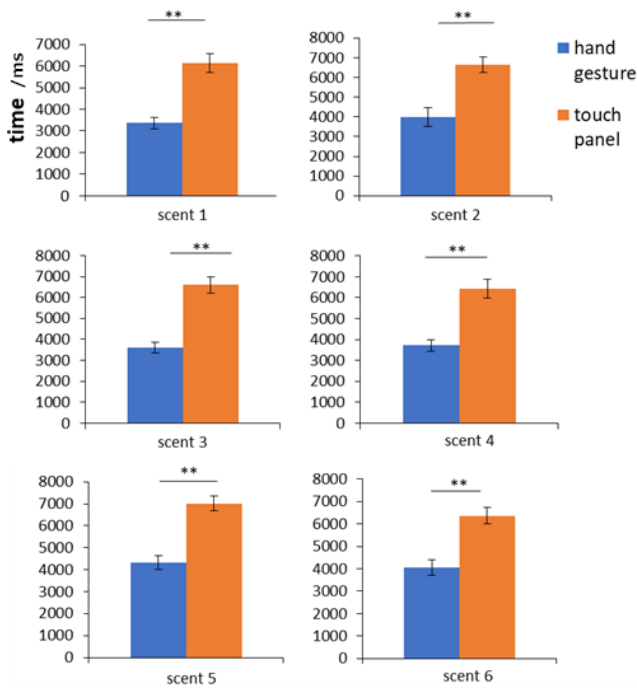


図 5 各香りにおける平均操作時間差

検定結果により、タッチパネルを用いた操作は scent 1～6 のいずれにおいても、ハンドジェスチャより有意に遅かった ($p < .001$)。

5.2 被験者間検定

表 4 に各被験者 (subject) におけるハンドジェスチャ・タッチパネル操作時の平均所要時間のパラメータを示す。また、いずれの被験者においても欠損値はなかった。

表 4 各被験者における平均所要時間のパラメータ

model	水準	平均値	標準偏差	標準誤差
hand gesture	subject 1	3418.33	1523.18	439.705
	subject 2	3315.42	920.845	265.825
	subject 3	4471.75	1266.95	365.738
	subject 4	4489.17	1841.19	531.505
	subject 5	4836.25	1086.27	313.580
	subject 6	4931.17	1779.55	513.712
	subject 7	5305.50	1726.29	498.336
	subject 8	3319.92	911.713	263.189
	subject 9	2892.75	587.655	169.641
	subject 10	2369.67	517.994	149.532
	subject 11	2929.08	1085.82	313.450
touch panel	subject 1	6304.08	1709.63	493.527
	subject 2	5708.83	1551.63	447.916
	subject 3	7044.25	1555.62	449.068
	subject 4	5214.08	1571.06	453.525
	subject 5	6637.83	1593.03	459.868
	subject 6	7064.00	1305.82	376.956
	subject 7	8218.00	1801.08	519.926
	subject 8	7625.50	1793.30	517.682
	subject 9	5554.75	1714.93	495.058
	subject 10	5167.00	1285.11	370.980
	subject 11	7249.25	1909.51	551.228

表 5 に各被験者におけるハンドジェスチャ・タッチパネル操作時の所要時間に対して、t 検定を行った結果を示す。

表 5 各被験者における t 検定の結果

	t	df	p
subject 1	-4.37	22	<.001
subject 2	-4.60	22	<.001
subject 3	-4.44	22	<.001
subject 4	-1.04	22	0.311
subject 5	-3.24	22	<.01
subject 6	-3.35	22	<.01
subject 7	-4.04	22	<.001
subject 8	-7.41	22	<.001
subject 9	-5.09	22	<.001
subject 10	-6.99	22	<.001
subject 11	-6.81	22	<.001

検定結果により、被験者 11 人中、被験者 4 を除くすべての被験者において、タッチパネル用いた操作がハンドジェスチャを用いた場合より有意に遅かった ($p < 0.01$)。なお、被験者 5, 6 では $p < 0.01$ 、被験者 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11 では $p < 0.001$ でハンドジェスチャ・タッチパネルを用いた操作間に有意差がみられた。

6. 考察

評価実験の結果により、嗅覚ディスプレイの操作において、ハンドジェスチャを用いた操作は、従来手法のタッチパネルより香りを認識するための所要時間が有意に短いことが示された。ハンドジェスチャによって起こされた気流で香りの伝達が加速され、香りがユーザの認識範囲内に到達するまでの遅延が短縮された。結果的に、ハンドジェスチャを用いた嗅覚ディスプレイの操作は、嗅覚提示の効率化に有効であることが示された。

一方、香りの連続提示による嗅覚順応の特徴および物質間における感覚強度の低下[19]を防ぐために、本実験では嗅覚提示のタスク数を最小限に設定しユーザ実験を行ったが、嗅覚順応による感覚強度の低下を完全に回避することが難しい。

なお、香りの種類間検定では、すべての種類において有意差が見られたが、被験者間検定では、被験者 4 においては、ハンドジェスチャ・タッチパネルを用いた操作間に有意差が見られなかったため、提案システムの有効性は嗅覚機能の個人差に影響される可能性が示唆された。

7. まとめ

本稿では、「気流への影響」という観点から、嗅覚ディスプレイの操作インタフェースとして最適なハンドジェスチャを考察した。それらの考察のもとで、ハンドジェスチャで操作できる非接触型のアロマサイネージシステムを試作した。提案システムを用いて評価実験を行った結果、嗅覚ディスプレイの操作において、ハンドジェスチャを用いた操作は、従来手法のタッチパネルより香りを認識するための所要時間が有意に短いことが示された。ハンドジェスチャによって起こされた気流で香りの伝達が加速され、香りがユーザの認識範囲内に到達するまでの遅延が短縮された。結果的、ハンドジェスチャを用いた嗅覚ディスプレイの操作は、嗅覚提示性能を高めていることが示された。

参考文献

- [1] 金東焜, 安井愛子. 嗅覚ディスプレイを用いた香りビジネス. 2021, 3D 映像, Vol.33, No.5, pp.48-55.
- [2] “Aroma Shooter® 香り世界への入り口”, <https://aromajoin.com/>, (参照 2022-12-02) .
- [3] 金東焜. ベンチャービジネス香りコミュニケーションで世界を変える. 映像情報メディア学会誌, 2020, Vol.74, No.2, pp.366-369.
- [4] Kim, D., Cho, Y., Nishimoto, K., Kawakami, Y., Kunifuji, S. and Ando, H.: Development of aroma-card based soundless olfactory display. In Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS 2009), pp.703-706.
- [5] 彭雪儿, 宮下芳明. 気流への影響を考慮した嗅覚ディスプレイ操作ジェスチャ. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, 2022, Vol.2022, pp.129-131.
- [6] “KAORI ON DEMANDO”, <http://www.shiseido.co.jp/s9605viv/html/viv00201.htm>.
- [7] 金東焜. 嗅覚ディスプレイの製品開発及び事業化に関する一考察. Aroma research = アロマリサーチ : journal of aroma science technology and safety, 2015, Vol.16, pp. 328-333.
- [8] J. P. Cater: Smell/taste: odors in reality, Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 1994, vol.2, pp. 1781.
- [9] 廣瀬通孝. 嗅覚ディスプレイに関する研究. 日本バーチャルリアリティ学会第2回大会論文集, 1997, p.155-158.
- [10] 廣瀬通孝. 嗅覚ディスプレイに関する研究. 日本 VR 学会第5回大会論文集, 2000, p.193-196.
- [11] Yanagida, Y., Kawato, S., Noma, H., Tomono, A., Tatsutani, N.: Projection-Based Olfactory Display with Nose Tracking. IEEE Virtual Reality, 2004, pp.43-50.
- [12] 伴野明, 勝山一. 空気触覚を用いた吸気誘導による嗅覚提示法の検討. 空気触覚を用いた吸気誘導による嗅覚提示法の検討, 2015, pp.214-224.
- [13] “Stereo IR 170”. <https://www.ultraleap.com/product/>, (参照 2022-06-02) .
- [14] “Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D VR & AR Engine, Unity Technologies (online)”. <https://unity.com/>, (参照 2022-07-03) .
- [15] “ULTRALEAP PLUGIN FOR UNITY”, <https://developer.leapmotion.com/unity#setup-unity-packages>, (参照 2022-07-03)
- [16] 中洲俊信, 大平英貴, 池司, 大内一成, 岡田隆三. 自然な手振りによる直感的なハンドジェスチャ UI. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2013, Vol.15, No.1, pp.25-38.
- [17] におい・かおり環境協会. においの用語と解説. 環境庁大気保全局/臭気対策研究協会, 1998.
- [18] 長續仁志, 山中俊夫, 相良和伸, 甲谷寿史, 桃井良尚, 竹村明久. 臭気強度評価から見た嗅覚の順応と回復過程に関する研究. 空気調和・衛生工学会大会近畿支部発表会論文集, 2010, pp.93-96.
- [19] 磯崎文音, 棚村壽三, 玉井里奈, 榊原清美, 岩井幸一郎, 今枝孝夫, 中島毅彦, 光田恵. においの連続提示による嗅覚順応についての検討. 人間-生活環境系シンポジウム報告集, 2015, pp.15-18.