

動的な遠近演出を可能とする香り提示手法

大津 香織^{†1} 佐藤 淳太^{†1}
坂内 祐一^{†2} 岡田 謙一^{†1}

他のメディアとともに香りを用いる場合には、時間とともに変化する映像や音声の動きに合わせて香りの提示を制御する必要がある。しかし、これまでは残り香や順応の影響により細かな射出制御ができず、香りで動きを演出することが不可能であった。そこで著者らは、微小時間の香り提示であるパルス射出を用いてこれらの問題にアプローチし、動きのある映像や音声に同期して動的な遠近感を演出する香りの提示手法の構築を目指した。その際、人間の香りの感じ方に着目し、パルス射出に対する嗅覚特性を主観評価により測定した。その結果、香料の使用射出量を2倍系列に設定することにより誰もが遠近を感知できること、また射出量を段階的に変化させて香りを提示することで香りの動きをなめらかに感じさせることができると分かった。評価実験により、本提案手法は、残り香や順応の影響を軽減し、動的な遠近演出を可能とするものであることが示された。映像や音声に香りを付加する際、この提案手法を用いることによってメディア間の同期が容易になると期待される。

Scent Presentation Technique to Enable a Creating of Dynamic Perspective

KAORI OHTSU,^{†1} JUNTA SATO,^{†1} YUICHI BANNAI^{†2}
and KENICHI OKADA^{†1}

For transmitting scent together with other media, it is necessary to control the scent presentation in accordance with the changing images and sounds presented to receivers. However, it was impossible to express the movement of scent because problems of lingering scent in air and adaptation remain to be solved. To approach these problems, we applied pulse ejection to emit scent for very short periods of time. We measured the human olfactory characteristics for pulse ejection by subjective assessment in order to develop the scent presentation technique to create dynamic perspective synchronized with changes in images/sounds over time. The results of evaluation experiments revealed the receivers could feel dynamic perspective by presenting scent whose ejection quantity changed step by step in double order. The developed technique will

enable further advances to be made in the transmission of scent together with images/sounds, so the synchronization between media is expected to become easier.

1. はじめに

従来、情報通信は映像の視覚情報や音声の聴覚情報に限定されてきた。しかし、そこに触覚・嗅覚・味覚を統合的に加えた五感情報通信が注目を集めている¹⁾。特に嗅覚器官で認識される情報は他の感覚と異なり、情動や記憶を支配する大脳辺縁系へと直接伝送されるため、ストレートに人間に影響を与えることができる。また、嗅覚情報の提示は、三次元音響や立体映像同様さらなる臨場感を与える手段として有効であると考えられており²⁾、嗅覚情報は高い重要性を持っている。そのため、様々なシーンでメディアの一環として香りを用いる試みが行われてきた。

映像や音声など他のメディアとともに香りを用いる場合には、時間とともに変化する視聴覚情報の動きに合わせて香りの提示を制御する必要がある。特に映画のシーンでは、映像に適合した香りを配信することによりさらに臨場感が高まると考えられる。そこで、著者らは動きのある映像や音声に同期して「遠ざかる」「近づく」という遠近演出を行う香りの提示手法の構築を目指す。

これまでの香り提示は、誰もが容易に感じられることを目的としてなされてきたため、必要以上の濃度や射出時間で香りの射出を行ってきた。このような香り提示を行うと、使用した香料が空間に残留する残り香の影響や、受容器に香り刺激を与え続けることで感覚神経の活動が減少していき、香りを感じなくなる順応が生じていた。これらの影響により、これまでは映像や音声の動きに合わせて香りを提示することができず、視聴者に単に香りを感じさせることしかできなかった。

そこで本研究では微小時間の香り提示であるパルス射出を用い、これらの問題にアプローチする。このとき、人間は吸気中でのみ提示された香りを感じるため、パルス射出は吸気に合わせて提示する必要がある³⁾。そこで著者らは、微小時間の射出制御ができる嗅覚ディスプレイ

^{†1} 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{†2} キヤノン株式会社

Canon Inc.

プレイを使用して吸気に同期させたパルス提示を行い、映像や音声の動きに合わせた動的な遠近演出を可能とする香りの提示手法を構築した。また、構築した提示手法による香り提示を実際に行い、その有用性を評価した。

2. 関連研究

メディアとして香りを用いる試みが行われている。香り付き映像の視聴者への影響を調べた例として、伴野ら⁴⁾は映像に香りが適合していれば、視聴者の内容理解に大きな効果があることを示した。しかし、映像と香りが合致していなければ、違和感があり、内容に集中できないなど悪い印象を与える場合がある。また、岡田ら⁵⁾は視聴者の脳波を測定することにより心理状態を推定し、映画鑑賞中の被験者の感情と香りの関係を分析した。

中本ら⁶⁾は、ユーザが映像に合わせて受動的に香りを体験するだけでなく、能動的にも体験できるインタラクティブな香る料理体験コンテンツを作成した。このコンテンツでは、映像に合わせて音とおいを体験することができる。また、境野⁷⁾は香りのレシピや配信スケジュールを保存することが可能な香り発生装置アロマジュール⁸⁾を使用して、映像に合わせて客席の下から香りを放つという試みを映画館で実施している。

しかし、これらの射出方法は単に香りを感じさせることを目的としており、残り香や順応の影響が大きいと、視聴覚情報に合わせて香りで動きを演出することが不可能であった。

3. 嗅覚情報の特性

3.1 閾値

閾値は、香りの強弱を表す尺度として最も多用されている値である。一般的には嗅覚閾値として検知閾値、認知閾値、弁別閾値の3種類の値が用いられる⁹⁾。これらの値は通常モル濃度や重量パーセント濃度が用いられる。

- 検知閾値：香りを感じることができる最小濃度で、何の香りかは分からないが香りを感じることができるときの値。
- 認知閾値：香りの種類を認知できる最小濃度で、香りの質や特徴を表現できるときの値。
- 弁別閾値：香りの強度について感覚的に区別することができる濃度であり、元の刺激量をどの程度変化させると刺激が変わったかを検知できる値。

弁別閾値は光の場合1-2%程度で、音の場合は200 Hzで0.3%程度である。香りの場合、物質によっても異なるがおおよそ13-33%程度である。ただし閾値は香りを感じることができる強さの尺度であり、この値から香りの感じ方の強弱を知ることはできない。

3.2 順応

順応とは、香り刺激を持続的に与えると感覚神経の活動が減少していく現象であり、香り物質により順応や、順応からの回復の速度は異なる。順応は時間経過とともに徐々に強まり、順応を起こした原因の香りを取り除くと比較的短時間(3-5分程度)に回復する。また、順応には様々なパターンがあり、それを決定する要因としては、香りの種類や認知的要因などがあるとされている。

4. 動的な遠近演出を可能とする香り提示手法

従来は、視聴者に香りを感じさせたい時間中、誰もが容易に分かるような濃い濃度で香りを提示していた。つまり、時間軸での香りの細かな射出制御に関する考慮がなされていなかったのである。そのため残り香や順応の問題が生じ、提示した側の意図どおりに香りを感じさせることができず、香りで動きを演出することが不可能であった。

たとえば、映像においてはカメラのズーム機能を利用し、音声においてはボリューム調節をすることで、動きのある遠近演出を容易に行うことができる(図1)。しかし、香りにおいては映像や音声と同様に送信側で図1-①のように提示したとしても、受信側では図1-③のように感じてしまい、香りで動きを演出することはできなかった。

これらの問題を解決するためには、残り香や順応の影響を極力排除する必要がある。そこで本研究では、微小時間の香り提示であるパルス射出を用い、映像や音声の動きに合わせて動的な遠近感を演出する提示手法(図1-②)を構築する。なお、図1の横軸は時間、縦軸は射出量である。

パルス射出の香料使用量は少なく、一定以上の風速に乗せて香りを提示した場合、空間に香料が残留しないことを確認している¹⁰⁾。また、香りをパルス状で繰り返し提示することにより、人間の受容器を刺激し、順応を軽減することができる¹¹⁾。しかし、パルス射出は非常に短い香り提示であるため、提示のタイミングが重要になってくる。人間は息を吸ったときに香り分子を吸い込み、その香り分子と鼻孔内にある受容器が結び付いて香りを感じるという香りの認識メカニズムが解明されている¹²⁾。したがって、人は吸気の間のみ提示された香りを感じることができ、吸気に香り提示を同期させることが有効であると考えられている³⁾。そこで本研究では、呼吸センサと人間の嗅覚特性を利用し、吸気に同期させた香りのパルス射出提示を行う。

また、著者らは人間の香りの感じ方に着目し、動的な遠近感を演出する提示手法を構築していく。そのため、パルス射出に対する人間の嗅覚特性を明らかにし、その特性を考慮に入

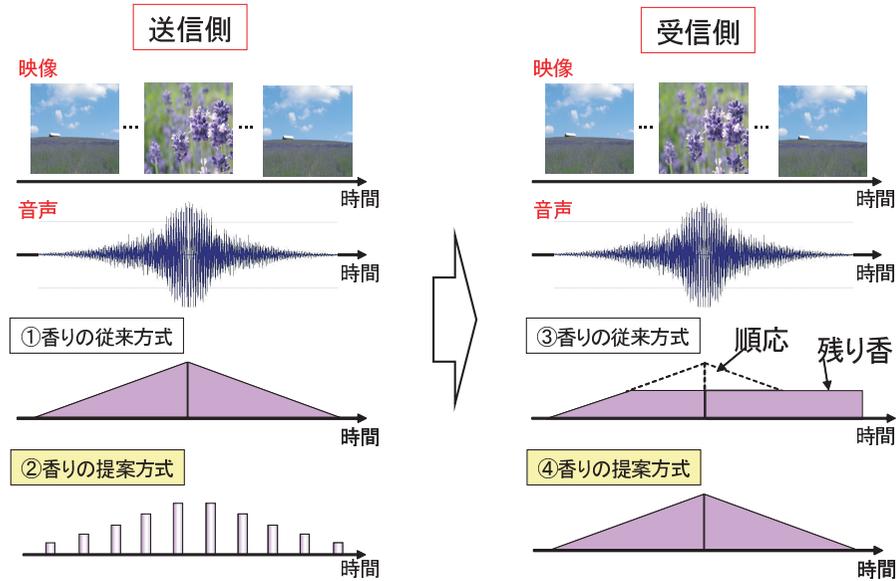


図 1 提案イメージ
Fig.1 Image of proposal method.

れて視聴覚情報に合わせた香りの提示手法を検討する。

5. 香り提示システム

5.1 嗅覚ディスプレイ

使用した嗅覚ディスプレイ（図 2）は、インクタンクに充填した香料をタンクの微小な穴から液滴の状態で空気中に放出するインクジェット方式を用いている。この嗅覚ディスプレイから提示する香料の濃度は一定であり、射出量を変化させることにより強さを調節している。

0.1 秒単位で射出幅を変更することが可能であり、香料は 3 つの大タンクと 9 つの小タンクに格納されている。つまり、最大 12 種類の香料を 0.1 秒単位で切り替えて射出できる。また、複数の香料を同時に射出することも可能である。図 3 に嗅覚ディスプレイの平面図を示す。大タンクには 256 個、小タンクには 128 個の微小な穴が開いており、複数の穴から同時に香料を射出できるので射出量は 0-255（大タンク）、0-127（小タンク）の調節が



図 2 嗅覚ディスプレイ
Fig.2 Olfactory display.

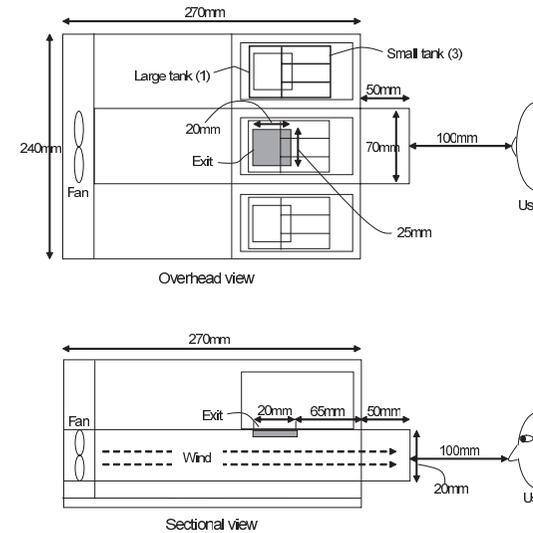


図 3 嗅覚ディスプレイ（平面図）
Fig.3 Plain view of the olfactory display.

可能である。以後、微小な穴 1 個あたりの平均射出量を「単位平均射出量」と呼ぶ。

今回の測定では小タンクのみを使用した。小タンクからの 1 滴の射出量は、タンク残量によらずほぼ一定であると確認されている。確認方法として、満タン時のタンク重量と 1 万回ず



図 4 呼吸センサシステム使用の様子
Fig. 4 User using the breath sensor system.

つ射出した後のタンク重量を繰り返し測定した。その結果、重さの変化は一定だったので、タンクの残量によらず 1 滴の量はほぼ一定 (pl オーダ) であると確認できた。また、0.1 秒間の 1 個の穴からの射出回数は 1-150 回まで設定でき、これを「ポリリューム」と呼ぶ。今回の測定ではポリリュームはつねに最大の 150 回に設定した。したがって射出量は以下のように計算できる。また、香料はエタノールと水によって 5% に薄められている。

射出量 = 単位平均射出量 \times 0-127 (同時射出数) \times 150 (回: ポリリューム)

香料量 = 射出量 \times 0.05

嗅覚ディスプレイにはファンがついており、射出口 (図 3 のグレー部分) から出た香料をユーザの鼻もとに送り届ける。風速の制御は、0.8 m/sec から 1.8 m/sec の間で設定可能である。今回の測定では嗅覚ディスプレイの中央部分に筒を入れ、香り提示穴を縦 20 mm/横 70 mm の長方形とした。ディスプレイとユーザの距離が近く、筒を使用しているため、ディスプレイから噴出してくる風速とユーザの鼻もとに当たる風速はほぼ一定に保っている。

5.2 呼吸センサシステム

4 章で説明したとおり、パルス射出を用いるときは息を吸っているタイミングに合わせて提示する必要がある。そこで、吸気に同期させた香り提示を行う呼吸センサシステムを作成した¹³⁾。呼吸センサシステムは、呼吸センサと制御コンピュータ、嗅覚ディスプレイによって構成されている。図 4 はユーザがシステムを使用している様子である。あご乗せ台を用いて、ディスプレイからユーザの鼻までの距離が 100 mm になるよう固定している。

吸気に同期させて香りを提示するには、息の吸い始めを検出しなければならない。そのた

め、温度検出素子である NTC サーミスタを用いた呼吸センサでユーザの鼻息の温度変化を取得し、リアルタイムに呼吸をセンシングする。0.1 秒ごとにセンシングされた呼吸データは、制御コンピュータに送られ値が処理される。制御コンピュータでは、呼吸データをつねに監視し、息の吸い始めを検出すると嗅覚ディスプレイに香り提示の信号を送り、信号を受けた嗅覚ディスプレイがユーザに向けて香りを射出する。

なお、息の吸い方や呼吸間隔は人によって異なるので、呼吸センサシステムを使用する前には 10 呼吸間キャリブレーションを行う必要がある。

6. 測定実験

本研究で用いる嗅覚ディスプレイは、0.1 秒のパルス射出を安定的に提示することができる。そのため、以降の実験では 0.1 秒間の射出を行い、この射出を「パルス射出」と定義する。また、風速は過去の研究により 1.2 m/sec 以上であれば空間に香りが残留しないことが分かっている¹⁰⁾。香りがディスプレイの射出口からユーザの鼻もとに届くまでの遅延時間をなるべく減らすため、風速はディスプレイの最大風速である 1.8 m/sec に設定した。香料は、天然香料のラベンダとレモンの 2 種類を用いた。

6.1 予備実験

6.1.1 認知閾値の測定

パルス射出の認知閾値の測定を被験者 6 名に対して行った。呼吸のタイミングを合わせてパルス射出を行い、香りの種類を認知できるかを答えてもらった。ある射出量で測定して認知できれば射出量を徐々に下げていくという下降法によって行った。この測定方法は、臭気簡易評価技術標準化研究会において提案された二点比較法¹⁴⁾を参考にしたものである。同じ香りを続けて出すと順応の問題も生じてしまうため、2 種の香りを交互に射出した。測定の結果、ラベンダの平均認知閾値は、本ディスプレイの小タンクでの最大射出量の 24/127、レモンは 19/127 となった。

6.1.2 香りの感覚強度比較

人間の感覚強度は、物理刺激の対数に比例することが分かっている¹⁵⁾。これは嗅覚においても例外ではない。そこで、ラベンダ・レモンの香料について 2 倍系列で射出量の設定を行い、その射出量に対して実際に 2 種類の香料の感覚強度が同じであるのかを測定した。

6.1.1 項で求めた認知閾値を射出レベル 1 とし、この射出量から 2 倍系列で射出レベル 3 までの 3 段階に設定した (表 1)。そして、この 1-3 の射出レベルごとに、ラベンダとレモンの組合せの香りの強さを一対比較法¹⁶⁾で被験者に比較させた。比較する際には、1 呼吸

表 1 射出レベルに対する各香料の射出量 (127 段階中)

Table 1 Ejection quantity (in 127 phases) of each scent toward the ejection level.

射出レベル	ラベンダ	レモン
1	24	19
2	48	38
3	96	76

表 2 香りの強さの判定

Table 2 Intensity scores for the two kinds of scent emitted.

判定値	判定尺度
+2	先の香りが後の香りよりかなり強い
+1	先の香りが後の香りより少し強い
0	先の香りが後の香りと同じ強さ
-1	先の香りが後の香りより少し弱い
-2	先の香りが後の香りよりかなり強い

表 3 香りの強さ評価点の平均値 () 内は標準偏差)

Table 3 Average intensity of scent score (standard deviation).

香料の種類	射出レベル 1	射出レベル 2	射出レベル 3
ラベンダ	0.25 (0.35)	0.15 (0.53)	-0.20 (0.48)
レモン	-0.25 (0.35)	-0.15 (0.53)	0.20 (0.48)

図 5 被験者への提示画像 (左: 近い, 右: 遠い)
Fig. 5 Image selection for the participant.

に 2 度パルス射出を提示し, その強さを表 2 のような 5 点法で点数を付けてもらった。このとき, 提示する香りの射出順序や射出レベルは被験者には知らせず, ランダムに設定した。

被験者 10 名に対し実験を行い, 各被験者の判定値から算出した射出レベルごとの香りの強さ評価点を表 3 に示す。この結果から, ラベンダ・レモンともに香りの強さ評価点は 0 に近い値であることが分かる。また, 標準偏差も小さいことから, 表 1 に示す射出量に設定することで, ラベンダとレモンの感覚強度はほぼ同じであることが確認できた。

6.2 実験 1: 遠近を感知するパルス射出量の測定

本研究は, 映像や音声の動きに合わせた香りの動的な遠近演出を, パルス射出によって実現することを目的としている。そのため, まず初めに「遠い」「近い」という静的な遠近を感知するパルス射出量を測定した。

実験では, 表 1 に記す 3 レベルの射出量を用いて, ラベンダとレモンのすべての射出レ

ベルの組合せの香りを被験者に嗅いでもらった。そして, それぞれ香りの感じ方に最適なものを提示した 4 つの画像の中から選択してもらった。香り提示は, 1 呼吸に異なる香りのパルス射出を 2 度行い, その感じ方から画像を選択させた。この際の被験者への提示画像は, ラベンダとレモンそれぞれの遠い画像と近い画像 (図 5) を組み合わせたものである。なお, 香料の射出順序や射出レベルの組合せは被験者には知らせず, ランダムに提示し, 測定を行った。

被験者 20 名に対する実験の結果, 香りの射出順序によらず, 射出レベル 1 に対しては被験者全員が遠い画像を選択したため, 遠いという感覚を得ていたことが分かった。同様に, 射出レベル 3 では近い画像を全員が選択し, 近いと感じていたことが分かった。一方, 射出レベル 2 に対しては被験者の回答にばらつきがあり, 遠近に対する絶対的な感覚がなかったものと考えられる。

以上より, 遠くの香りと感じさせるためには射出レベル 1 を, 近くの香りと感じさせるためには射出レベル 3 を使用すればよいと分かった。また, 射出レベル 2 に関しては, 「遠い」「近い」という概念の中間的な役割を果たすものと決定した。

6.3 実験 2: 呼吸センサを用いた動的な遠近演出

実験 1 より, 静的な遠近を感知するパルス射出量を決定することができた。そこで, 次に「遠ざかる」「近づく」という動きのある遠近感を演出する射出方法を検討した。

今回は, 遠近演出を 6 呼吸間で行う。4 章で述べたように, 人は吸気のみで香りを感じるということが知られている¹²⁾。そこで, 5.2 節で説明した呼吸センサシステムを用いて息の吸い

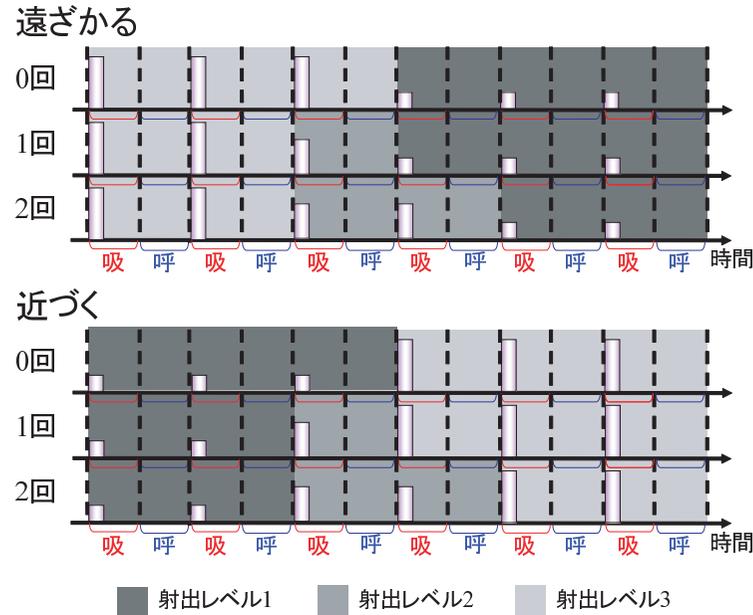


図 6 呼吸センサを用いた動的な遠近感の演出方法
Fig. 6 Method for creating a dynamic perspective using a breath sensor.

始めを検出し、6呼吸の間、毎吸気に1度パルス射出を提示した。このときのパルス射出のうち、射出レベル2の射出回数を0-2回と変化させ、1つの香料につき「遠ざかる」「近づく」の遠近感に対してそれぞれ3パターンずつ、合計6パターンの射出方法(図6)を構築した。なお、射出レベル1と射出レベル3の射出回数は、なるべく均等になるよう割り振って設定した。被験者には、各香料においてこのような6パターンの射出方法の香りをランダムに提示し、その香りの感じ方に最適なものを表4に示す7つの評価項目の中から選択してもらった。

ここで、動的な遠近感とは、受け手に「香りが急に遠ざかっていく」「香りが急に近づいてくる」と感じさせるのではなく、「香りがだんだん遠ざかっていく」もしくは「香りがだんだん近づいてくる」と感じさせることであると著者らは定義した。そこで、上記の評価項目のうち、②と④の回答数が最も多い射出方法を、「遠ざかる」「近づく」という遠近演出を行うものであるとそれぞれ決定する。

表 4 香りの感じ方の評価
Table 4 Evaluation of how to feel about scent.

評価項目	評価尺度
①	急に遠くなったように感じた
②	だんだん遠くなったように感じた
③	遠近は一定のように感じた
④	だんだん近くなったように感じた
⑤	急に近くなったように感じた
⑥	近くなったり遠くなったり変化したように感じた
⑦	途中から香りを感じなくなった

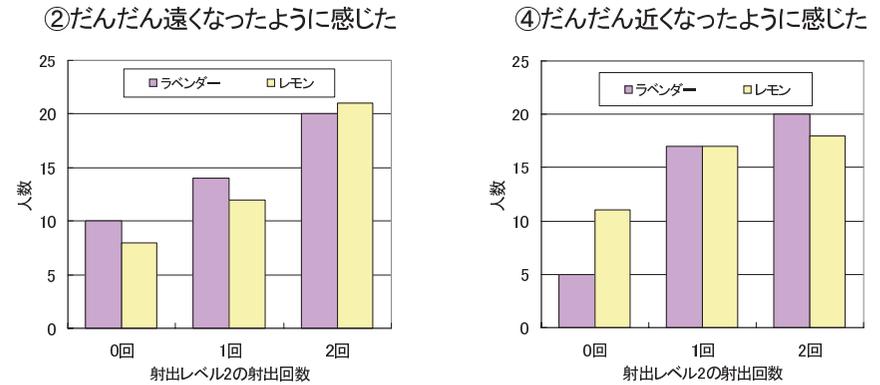


図 7 射出レベル2の射出回数の違いによる感じ方
Fig. 7 Sensory perception differences for different numbers of level 2 ejections.

射出レベル2の射出回数の違いによる感じ方を比較するため、「遠ざかる」の3パターンの射出方法に対する回答のうちでは②のみに、「近づく」の射出方法に対する回答のうちでは④のみに注目し、それぞれその評価項目を選択した人数を比べた結果を図7に示す。このときの被験者は22名である。このグラフを見ると、香りの種類にかかわらず、射出レベル2の射出回数が2回るとき約9割の人の回答が得られており、最も選択した人数が多いことが分かる。よって、香料の射出量を急激に変化させるよりも、「遠い」と「近い」の中間的な役割を果たす射出レベル2のパルス射出を間に挟み、できるだけなめらかなるよう各射出レベルにおける射出時間を均等にして香りを提示する方が、動的な遠近感を感じさせることができる。

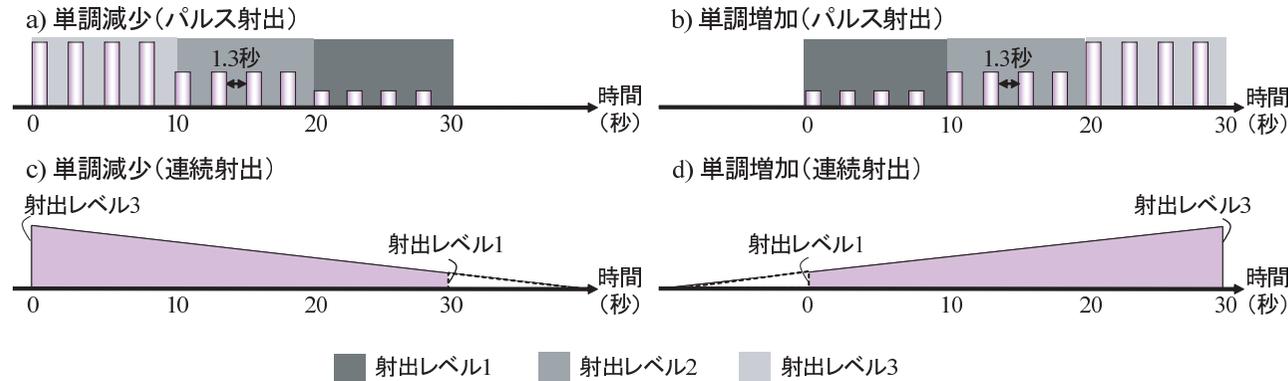


図 8 射出方法の比較

Fig. 8 Comparison of 4 ejection methods.

6.4 実験 3：嗅覚特性を利用した動的な遠近演出

6.3 節では呼吸センサを用いた香り提示について述べた。しかし、香り提示が行われている際、つねにセンサを装着しなければならないため、この方法は実用的ではない。そこで本節では、呼吸センサを使用せずに動的な遠近演出を可能とする提示手法を検討し、それに対する人の感じ方を測定し評価した。

安静時の 1 呼吸にかかる時間は平均 5 秒であり、そのうち吸気時間は平均 2 秒である¹⁷⁾。また、呼吸の吸気量は時間が経つにつれて減少し、吸気時間の 2/3 である 1.3 秒を過ぎると人間は香りを感じなくなることが過去の研究から分かっている。そのため、1.3 秒おきにパルス射出を提示すれば、必ず毎吸気で香りを感じさせることが可能である¹¹⁾。そこで、6 呼吸の間香りを毎吸気で感じさせるよう提示するために、パルス射出間隔を 1.3 秒の長さに設定し、6 呼吸に相当する 30 秒の間香り提示を行う。さらに実験 2 で、遠くの香りと感じさせる射出レベル 1 と近くの香りと感じさせる射出レベル 3 の間に射出レベル 2 のパルス射出を挟み、各射出レベルの射出時間を均等にして提示すると、香りの動きの変化をなめらかに感じさせることが可能であると分かった。そこで、30 秒の香り提示時間を 3 つに等分し、そのうち中間の 10–20 秒の間射出レベル 2 のパルス射出提示を行うこととした。このように、2 呼吸分の 10 秒ごとに射出レベルを変えることで、「遠ざかる」「近づく」という遠近感に対応する射出方法 2 パターン (図 8-a, b) を構築した。

20 名を被験者として、上記の射出方法の妥当性を検証した。香りの射出方法は、上記の

射出方法 2 パターンに加え、従来方式の連続射出である射出方法 2 パターン (図 8-c, d)、ダミー 2 パターンの計 6 パターンを各香料ごとに用意した。このとき、射出方法 c では、初めは射出レベル 3、終わりは射出レベル 1 になるよう徐々に射出量を減らしていき、連続で射出した。同様に、射出方法 d においては、射出量が射出レベル 1 から射出レベル 3 に徐々に変化していくよう連続で香り射出をした。またダミーとしては、同じ射出量で一定にパルス提示を行う射出方法と、射出量をランダムに変化させてパルス提示を行う射出方法を用いた。これらの射出方法によって香りを提示し、その香りの感じ方に最適なものを実験 2 と同様に表 4 の評価項目の中から選択してもらった。本実験でダミーを用いた目的は、評価項目のうち「② だんだん遠くなったように感じた」もしくは「④ だんだん近くなったように感じた」を選べば正解となるという固定観念を被験者に抱かせないようにするためである。

表 5 は、図 8 に示す射出方法に対する回答割合を香料ごとに比較した結果である。この結果より、提案した射出方法 a, b により 80–95% の人が「② だんだん遠くなったように感じた」または「④ だんだん近くなったように感じた」という感覚を得られていたことが分かる。

一方、連続射出である射出方法 c, d においては、正解である ② と ④ の回答割合は 20–35% と低い。その原因を探るため、各射出方法の実験結果について検討していく。射出方法 c では「① 急に遠くなったように感じた」「⑦ 途中から香りを感じなくなった」と答えた人が多く、順応の影響と考えられる。射出方法 d においては「② だんだん遠くなった

表 5 射出方法に対する回答割合の比較
Table 5 Comparison of response weighting toward 4 ejection methods.

射出方法		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
a	ラベンダ	5%	95%	0%	0%	0%	0%	0%
	レモン	15%	80%	0%	0%	0%	0%	5%
b	ラベンダ	0%	0%	0%	90%	5%	5%	0%
	レモン	0%	0%	5%	80%	15%	0%	0%
c	ラベンダ	50%	20%	5%	0%	0%	5%	20%
	レモン	40%	35%	0%	0%	0%	5%	20%
d	ラベンダ	0%	0%	50%	20%	5%	15%	10%
	レモン	0%	15%	30%	30%	10%	0%	15%

ように感じた」「③ 遠近は一定のように感じた」「⑦ 途中から香りを感じなくなった」という回答割合が多い。その原因として、やはりこの場合も順応の影響が考えられる。また、「⑤ 急に近くなったように感じた」「⑥ 近くなったり遠くなったり変化したように感じた」と回答した人もいることから、順応だけではなく残り香の影響もあった可能性がある。

以上の結果から、パルス射出による提案方式 a, b は、連続射出である従来方式 c, d に対する回答割合に比べ、平均約 60% も高い割合で香りの動きをなめらかに感じさせることが可能であると分かった。よって、残り香や順応の影響を軽減して動的な遠近演出を行う香り提示手法を確立できたといえる。

7. おわりに

香りにより動きのある遠近感を演出するためには、時間にもなって変化する映像や音声に合わせて香りの提示を制御する必要がある。香りの提示においては残り香や順応の影響が問題であるが、著者らはパルス射出を用いることによってこれらの問題にアプローチした。

パルス射出は非常に短い香り提示であるため、吸気のタイミングに合わせて香りを提示する必要がある。そのため、本研究ではまず呼吸センサを用いて息の吸い始めに合わせてパルス提示を行う精密な測定をして、香りの動きをなめらかに感じさせる射出の仕方を調べた。その後、呼吸センサを用いずに過去の研究で得られた嗅覚特性を利用して吸気に同期させたパルス提示を行い、「遠ざかる」「近づく」という遠近感を演出する射出方法を検討した。

実験では、人間の香りの感じ方に着目し、パルス射出に対する人の嗅覚特性を主観評価により測定した。その結果、香料の使用射出量を認知閾値の 2 倍系列で設定することにより遠近を感じさせられること、また射出量を段階的に変化させることで香りの動きをなめらかに感じさせることが可能であると分かった。

そこで、これらの嗅覚特性に基づいた香り提示を行い、動的な遠近感を演出する提示手法を構築した。パルス射出による提案方式を用いて実際に香りを提示し評価を行ったところ、約 9 割の人が動的な遠近感を感知することができた。一方、連続射出である従来方式では、香りの動きをなめらかに感じさせるよう射出量を細かく変化させたにもかかわらず、残り香や順応の影響により動的な遠近感を感知できた人は少なかった。したがって、本研究で提案したパルス射出による香り提示手法は、残り香や順応の影響を軽減して香りの遠近感を演出する有効な手段であることが示された。

今後、映像や音声に香りを付加する際、本手法を用いることによって香りの動的な遠近演出が可能となり、メディア間の同期が容易になると期待される。

謝辞 本研究は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) ICT イノベーション創出型研究開発費によって実施された。

参 考 文 献

- 1) 郵政省：五感情報通信技術に関する調査研究会報告書 (2007).
- 2) 外池光雄 (編著)：におい・香りの情報通信，廣瀬通孝，谷川智洋：ウェアラブル嗅覚ディスプレイ，pp.60-76，フレグランスジャーナル社 (2007).
- 3) 外池光雄：嗅覚誘発電位の測定と解析に関する研究，電子技術総合研究所報告 863，pp.1-76 (1986).
- 4) 伴野 明，山本茂明，宇都宮緑，伊計大介，柳田康幸，保坂憲一：匂い付き映像メディアが内容理解に及ぼす効果，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004，pp.249-254 (2004).
- 5) 岡田謙一，相場秀太郎：香り情報を付加した放送の実現へ向けて，映像情報メディア学会技術報告，Vol.27, No.64, pp.31-34 (2003).
- 6) 太田黒滋樹，木下雅史，中本高道，長濱雅彦，石田多朗，大西景太：インタラクティブ嗅覚ディスプレイと香る料理体験コンテンツへの応用，電気学会ケミカルセンサ研究会資料，Vol.CHS-06, No.19-31, pp.63-68 (2006).
- 7) 境野 哲：香りの効用を活用し五感に訴える感性コミュニケーションのコンセプトと実証実験，エンタテインメントコンピューティング 2007 講演論文集，Vol.7, No.1, pp.137-140 (2007).
- 8) Impress Watch Corporation, an Impress Group company：シーンに応じて香りが発生，NTT Com が映画「ニューワールド」を香りでも演出，INTERNET Watch (オンライン)．入手先 <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/04/11/11594.html> (参照 2008-10-18)
- 9) 社団法人臭気対策研究協会 (現，社団法人におい・かおり環境協会)：最新 においの用語と解説 (1998).

- 10) 門脇亜美, 佐藤淳太, 坂内祐一, 岡田謙一: 香りのパルス刺激に対する嗅覚の時間特性の測定とモデル化, におい・かおり環境学会誌, Vol.39, No.1, pp.36-43 (2008).
- 11) 佐藤淳太, 門脇亜美, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 順応効果を軽減できるパルス射出による香り提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.8, pp.2922-2929 (2008).
- 12) 渋谷達明, 外池光雄: においの受容, フレグランスジャーナル社 (2002).
- 13) Ohtsu, K., Sato, J., Bannai, Y. and Okada, K.: Pulse Ejection Presentation System of Odor Synchronized with the User's Breathing, *Proc. International Workshop on Informatics 2008*, pp.138-143 (2008).
- 14) 社団法人におい・かおり環境協会: ためして簡単, 現場で使える「臭気簡易測定ガイドブック」2005 (2005).
- 15) 川崎通昭, 中島基貴, 外池光雄: におい物質の特性と分析・評価, フレグランスジャーナル社 (2003).
- 16) 大西俊四郎, 栗岡 豊, 岡林保憲, 川崎道昭, 高島靖弘: 一対比較法によるニオイ強さの分析, 味と匂のシンポジウム論文集, pp.109-112 (1991).
- 17) 田中一正, 柿崎藤泰: 呼吸運動療法の理論と技術, pp.70-71, メジカルビュー社 (2003).

(平成 20 年 11 月 5 日受付)

(平成 21 年 1 月 7 日採録)



大津 香織

2008 年慶應義塾大学工学部情報工学科卒業。現在, 同大学大学院理工学研究科修士課程在学中。BCC 研究会優秀発表論文賞, DICOMO2008 最優秀プレゼンテーション賞, 優秀論文賞, IWIN2008 ヤングリサーチャー賞を受賞。香り情報処理に関する研究に従事。



佐藤 淳太

2007 年慶應義塾大学工学部情報工学科卒業。2009 年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年株式会社テレビ朝日入社。ICAT2007 最優秀論文賞, BCC 研究会優秀発表論文賞, DICOMO2008 優秀論文賞を受賞。



坂内 祐一 (正会員)

1978 年早稲田大学工学部卒業。1980 年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。1988 年ミシガン州立大学コンピュータサイエンス学科修士課程修了。2007 年慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。博士 (工学)。1980 年キャノン (株) 入社。画像処理, ヒューマンインタフェース, グループウェア, 複合現実感等の研究開発に従事。当学会論文誌編集委員, GN 研究会幹事等を歴任。日本 VR 学会サイバースペース研究賞, ICAT2007 最優秀論文賞, 平成 19 年度情報処理学会論文賞を受賞。現在, 日本 VR 学会香りと生体情報研究委員会委員長, 日本 VR 学会会員。



岡田 謙一 (フェロー)

慶應義塾大学工学部情報工学科教授, 工学博士。専門は, CSCW, グループウェア, ヒューマン・コンピュータ・インタラクション。『ヒューマンコンピュータインタラクション』(オーム社), 『コラボレーションとコミュニケーション』(共立出版)をはじめ著書多数。情報処理学会誌編集主査, 論文誌編集主査, GW 研究会主査等を歴任。現在, 情報処理学会 MBL 研究会運営委員, BCC 研究グループ主査, 日本 VR 学会理事, CS 研究会委員長。情報処理学会論文賞 (1996, 2001), 情報処理学会 40 周年記念論文賞, 日本 VR 学会サイバースペース研究賞, IEEE SAINT'04 最優秀論文賞を受賞。情報処理学会フェロー, IEEE, ACM, 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員。