

強弱関係の演出を可能にする香りの提示手法

野口大介^{†1} 大津香織^{†1}
坂内祐一^{†2} 岡田謙一^{†1}

近年、映像メディアとともに香りを用いることで臨場感を高める試みが注目されている。その映像メディアには複数の物体が同時に描写されていることが多く、また同時にそれらの物体の間には空間的な位置関係が存在する。それに合わせて複数種の香りを配信することによってさらに臨場感が高まると考えられる。しかし、これまで複数の香りを同時に提示する手法は研究されてこなかった。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、2つの香りを同時に感じさせ、さらに強弱関係を演出する提示手法の構築を目指した。様々な香りの提示パターンに対する嗅覚特性を測定した結果、2つの香料の使用射出量と提示頻度を変えることで、強弱関係の演出に適した手法を構築した。構築した提示手法により、約9割の人に強弱関係を感じさせることに成功した。今後、映像に香りを付加する際、この手法を用いることにより臨場感を高めることができると期待される。

Scent Presentation Technique to Enable a Creating of an Intensity Relation

DAISUKE NOGUCHI,^{†1} KAORI OHTSU,^{†1} YUICHI BANNAI^{†2}
and KENICHI OKADA^{†1}

A trial to raise a sense of reality by using scents with the picture media has lately attracted much attention. It often happens that plural objects are described at the same time in the picture media, and there are background and foreground relations between these objects. It is thought that the control of the scent presentation in accordance with the plural scented objects raise more realistic sensations. However, a technique to present plural scents at the same time has not been studied. Therefore, we aimed at the construction of the presentation technique to feel two scents at the same time and create an intensity relation between them by using the pulse ejection which is a method of emitting scents for just a very short period of time. As a result of having measured a sense of smell characteristic for various patterns, we constructed the technique to create an intensity relation between two scents by changing the using projec-

tion amount and the presentation frequency of the two scents. We succeeded letting about 90% people feel an intensity relation by using the presentation technique. It is expected that the time will come that the technique can raise realistic sensations when scents are presented in accordance with pictures.

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⁾。五感情報の中でも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。そのため、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⁾、特に映像メディアにおいてはこれまでの視聴覚情報の伝達に加えて、香りを提示することで臨場感を高めることが期待されている。

映画やテレビのシーンにおいては、香りを持つ物体が複数同時に画面上に現れることが多い。そのため、それに合わせて複数種の香りを同時に提示することが可能ならばより臨場感を高めることができる。また、それらの香りの感じ方は物体の位置関係によって変わる。たとえば、手元の物体だけでなく、その空間そのもの(森等の背景)に匂いがあるといった場合、手元の物体の香りを強く感じ、背景の香りは弱く感じると考えられる。複数の香りには、単純な同時提示だけでなく空間的な前後差を表現することが必要であるといえる。

そこで本研究では、映像と同期して提示することを想定して2種類の香りの強弱関係演出を可能にする提示手法の構築を目指す。従来の提示方法では誰もが容易に感じられることを目的としてきたため、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により、複数の香りが混ざりあってしまい、複数の対象が現れる映像や音声に合わせ、複数の対象を個々に感じさせることが不可能であった。

この問題に対し、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取り組む。微小時間の射出制御が可能な嗅覚ディスプレイ³⁾を使用して香りのパルス提示を行い、映像や音

^{†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.

声に合わせた2種類の香りの中の強弱関係の演出を可能とする香りの提示手法を構築した。

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⁵⁾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等悪い印象を与える場合がある。また、岡田ら⁶⁾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。

そのほか、香りメディアを融合したサービスの例として、中本⁷⁾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料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においを体験することができる。また、境野⁸⁾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⁹⁾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。また、インターネットで香りを配信する「香り通信」の携帯電話向けサービス「香り通信モバイル」の開発も進められている¹⁰⁾。

しかし、これらの試みにおける射出方法では、単に香りを感じさせることのみを目的としており、必要以上の濃度や射出時間で行われているため残り香の影響が大きく、視聴覚情報に合わせて複数の香りを同時に感知させ、それらの間に強弱関係を演出することが不可能であった。

3. 強弱関係の演出を可能にする香りの提示手法

著者らは、嗅覚情報通信の普及を目指し、香りの射出制御技術の開発に力を入れている。マルチメディアの分野では、映像メディアに香りを付加する試みが行われ、映像に香りが適合していれば、内容理解に大きな効果があることが分かっている。

その映像メディアにおいては、香りを持つ物体が複数同時に現れることが多い。たとえばテレビのシーンにおいて、「森の中でりんごを食べている」というシーンを想定した場合、森とりんごは双方ともに香りを持っている。それに合わせて森とりんごの香りを同時に提示し、同時に感知することが可能ならば、2つの物体が同時に存在する感覚を嗅覚で得ることが可能となり、より臨場感を高めることができると考えられる。つまり、複数種の香りの同時提示が必要であるといえる。また、それらの香りの感じ方は物体の位置関係によって変わる。先の例だと、手元にあるりんごは強く、背景である森の香りは弱く感じると考えられ

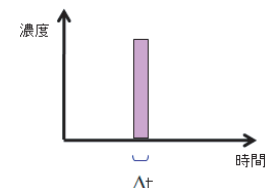


図1 パルス射出のイメージ
Fig. 1 Image of pulse ejection.

る。複数の香りには、単純な同時提示だけでなく強弱関係を表現する必要があるといえる。

しかし、従来の香り提示は必要以上の濃度や射出時間で行われてきたため、残り香の影響が大きく生じ、複数の香りを同時に提示すると混ざり合ってしまった。そのため、複数の香りを同時に感知させることができず、それらの間に強弱関係の演出をすることも不可能であった。

この問題に対し、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取り組んだ。図1はパルス射出のイメージである。本研究で用いる嗅覚ディスプレイ³⁾は、提示時間0.1秒で安定的に香りを提示することができる。そのため、以降の実験ではパルス射出の提示時間(図1の Δt)を0.1秒と設定し、この0.1秒間の射出を「パルス射出」と定義する。

著者らは、このパルス射出を用いることで1呼吸中に2種類の香りを感じさせることに成功した¹¹⁾。そこで、本研究では、パルス射出を用いて2種類の香りの間に強弱関係の演出を可能にする香りの提示手法を構築する。

従来の香りの提示手法のように香りを長時間連続提示し、濃度の差で2つの香りに強弱をつけようとする混ざり合ってしまう、2種類の香りに強弱関係をつけることができないばかりか、香りを認知することすらできなくなる(図2)。

そこでパルス射出を用いることでこの問題を解決する。具体的にはパルス射出を用いて1呼吸中に同時に2つの香りを提示することで2種類の香りを同時に感知させ、また、それらの香りの間に濃度の差をつけ、提示頻度を変えることで強弱の差をつける。図3は香り提示の提案手法のイメージである。

なお、最低でも2呼吸に1回は片方の香りを出すものとした。これは、提示頻度を少なくしすぎると2つの香りを同時に感知しているという感覚を得ることが難しくなると判断したためである。

1呼吸中に提示する2つの香りは、濃度を高くすることで近くの香り、濃度を低くするこ

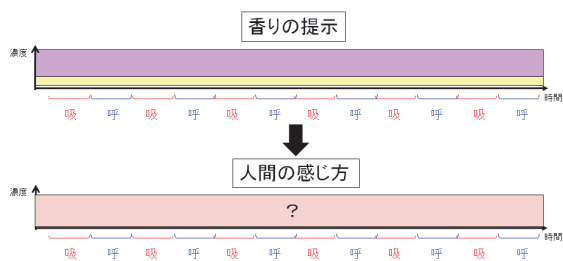


図 2 従来方式のイメージ
Fig. 2 Image of traditional method.

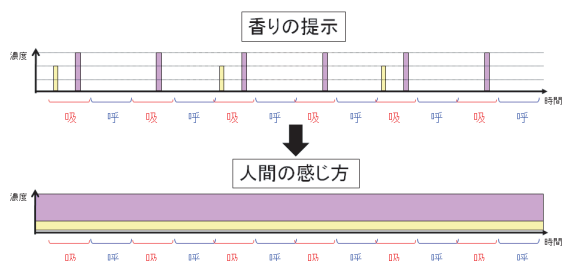


図 3 提案方式のイメージ
Fig. 3 Image of proposal method.

とで遠くの香りを表現していくが、2つの香りを容易に認知し、かつ強弱関係を容易に感知するためには、濃度差はどの程度が適当か、先に出す香り と 後に出す香りのどちらの濃度を高くすることが適当かを調べる必要がある。

ここで1呼吸中の香りの提示方法を2つ提案する。まず第1に、図4のようにパルス射出を強さを変えて2回行うものである。先に出すパルスと後に出すパルスの射出量を変化させることで強弱の差を表現する。以下、この手法を「パルス方式」と呼ぶ。図4はその一例である。図4(a)は先に濃度の高い香りを提示するパターン、図4(b)、図4(c)は先に濃度の低い香りを提示するパターンである。図4(b)は2つの香りの濃度差が大きいパターンであり、図4(c)は2つの香りの濃度差が少ないパターンである。

パルス方式の問題として濃度差が大きいパターンは、低い濃度の香りのパルスが感じにくいことが予想される。そこで第2に、図5のように低い濃度の香りを長く提示し、高い濃

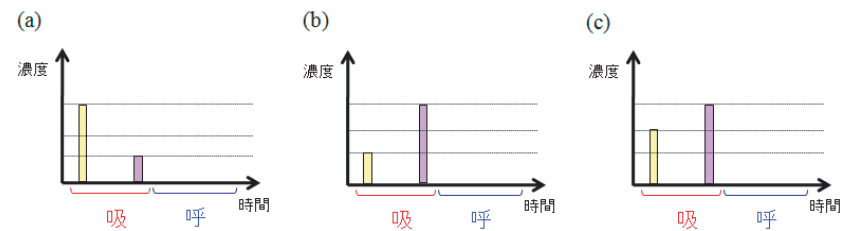


図 4 パルス方式のイメージ
Fig. 4 Image of pulse mode.

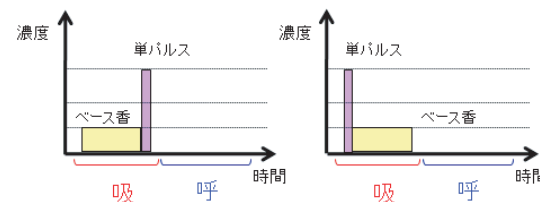


図 5 ベース方式のイメージ
Fig. 5 Image of base mode.

度の香りをパルス射出する手法を考えた。以下、長く提示する弱い香りをベース香、強いパルス射出を単パルス、この手法を「ベース方式」と呼ぶ。なおベース香の強さは本実験で用いる最低濃度とする。図5にはベース方式の一例として、先にベース香を提示するもの、後にベース香を提示するものの2つを示す。

なお、1呼吸中での2つのパルス射出の間隔は、先行研究より人は吸気の初めから最低1.2秒間は香りを十分に認知可能であることが分かっている¹²⁾ため、パルス方式の2回のパルス射出の間隔は1.0秒、ベース方式のベース香の長さは1.1秒と設定した。

強弱関係を演出する香りの提示手法の構築には、パルス射出における人の感じ方、すなわち嗅覚特性を考慮に入れ、強弱関係の感覚に対応する射出を行う必要がある。そのため、本章では、パルス方式とベース方式を用いて1呼吸中における2つの香りの人間の感じ方を主観評価により測定し、その結果を応用して連続呼吸中における2種類の香りの強弱関係の演出を行い、強弱関係の演出に適した香りの提示方法を検討してゆく。



図 6 実験の様子
Fig. 6 Experimentation environment.

4. 測定実験

本実験は大学の実験室（20 坪）で行われた。実験室の 1 区画に衝立で区切られた 3 m 四方のスペースを作り、大型の脱臭装置を 2 台設置し、そこで実験を行った。図 6 は実験の様子を表す。嗅覚ディスプレイ³⁾の香り射出口から被験者の鼻までの距離は 22.5 cm となっている。

本研究で用いる嗅覚ディスプレイは、過去の研究により、風速を 1.2 m/sec 以上に設定すれば空間に香りが残留しないことが分かっている¹³⁾。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、天然香料のレモン、シナモン、ヘリオトロープの 3 種類を用いた。また、成人の安静時の平均的な呼吸時間は吸気 2 秒、呼気 3 秒となっているため¹²⁾、それに合わせて 5 秒間隔で呼吸をするように、シグナル音での合図をプログラムを用いて各実験で行った。

4.1 認知閾値の測定

パルス射出の認知閾値の測定を被験者 11 名（情報工学を専攻する 20 代の学生、男性 8 名、女性 3 名）に対して行った。被験者には音の合図に合わせた呼吸をさせ、そのタイミングに合わせたパルス射出で香りの提示をし、香りの種類を認知できるかを答えさせた。付臭と無臭の 2 回の射出を行い、どちらが付臭であったか、また何の香りであったかを答えさせた。射出量は楽に感知できる値から開始し、香りを認知できれば射出量を徐々に下げて

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	レモン	シナモン	ヘリオトロープ
1	22	14	12
2	44	28	24
3	88	56	48

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。測定の結果、レモンの平均認知閾値は、本ディスプレイの最大射出量の 11/127、シナモンは 8/127、ヘリオトロープは 6/127 となった。過去の研究より、認知閾値の射出量における個々の香りの感覚強度は等しいことが分かっている³⁾。また、人間の感覚強度は、物理刺激の対数に比例する¹⁵⁾。そこで、以後の本実験で用いる香りの射出レベルを、それぞれの香りの認知閾値を基準にし、その 2 倍系列で表 1 のように、レベル 1 からレベル 3 の 3 段階に設定した。表 1 には 3 段階の射出レベルに対応する、3 つの香料の 127 段階中の射出量を示す。

4.2 実験 1: 1 呼吸中における前後関係の演出

まず初めに、1 呼吸中に提示した 2 つの香りの間に強弱関係を演出するのに適した手法を調べた。実験は、情報工学を専攻する 20 代の学生 22 名（男性 18 名、女性 4 名）に対して行った。

4.2.1 実験方法

実験前に以下の確認を行い、1 呼吸中での 2 つの香り提示に対する嗅覚特性の測定を行った。

実験準備手順

- (1) 年齢・氏名・性別・体調・食欲・鼻の状態の記入。
- (2) 被験者に、顔をあご寄せ台に乗せて鼻の位置を固定し、リラックスした状態でゆっくりと香りを嗅ぐことを説明。
- (3) 使用する 3 つの香りに十分慣れさせ、実験で用いる、1 呼吸中に同時提示される 2 種類の香りを嗅ぎ、2 種類を認知できるかどうかの確認。

本節の実験では、図 7 のようなパルス方式のものを 6 組（先の香りの射出レベル 3 組 × 後の香りの射出レベル 3 組、から同レベルの組合せを除いたもの）、図 8 のようなベース方式のものを 2 組（先がベース香のもの、後がベース香のもの）用意し、これらに 3 つの香料の組合せ 6 組も考慮した全 48 組のパターンの香りを使用した。

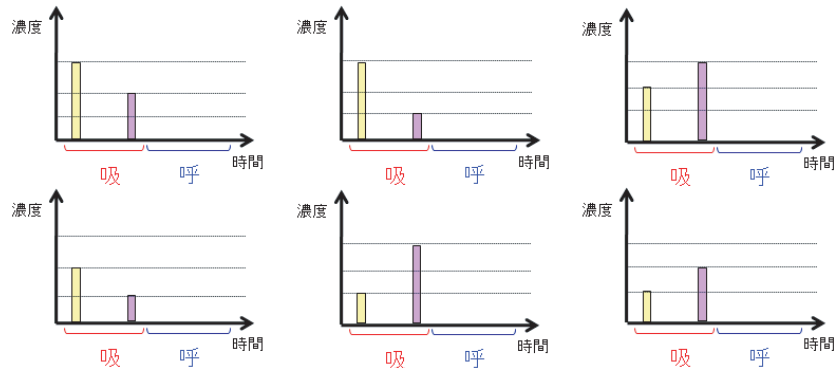


図 7 射出パターンイメージ (パルス方式)
Fig. 7 Image of ejection pattern (pulse mode).

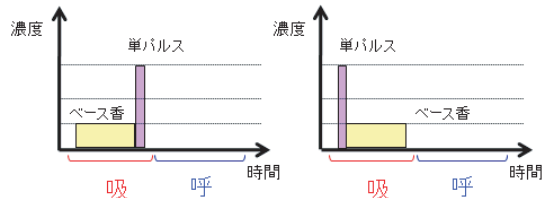


図 8 射出パターンイメージ (ベース方式)
Fig. 8 Image of ejection pattern (base mode).

被験者には音の合図に合わせた呼吸をさせ、そのタイミングに合わせて用意したパターンをランダムで嗅がせた後、表 2 に示す問いに答えさせた。なお、あらかじめ被験者には測定の前に、提示される 2 つの香りの種類を伝えた。これは、提示される 2 つの香りの種類を伝えることで、3 種類の香料のうち、どの 2 つが選択されたかを被験者が認知するという負担を省き、それら 2 つの強弱関係に焦点が置かれやすくするためである。表 2 はシナモンとレモンの 2 つを使用した場合の問いである。他にレモンとヘリオトロープ、ヘリオトロープとシナモンを使用した場合の問いを用いている。

ここで、表 2 の問 1 で 1 種類と答えた場合は香りが認知できなかったものと見なし、2 種類と答えた回答の割合から 2 つの香りの認知率を求めた。また、問 2 の項目に対し表 3 のような 5 点法で集計し、その平均点を求めた。ここで、高レベルのレモン、低レベルのシナ

表 2 提示した設問 (レモンとシナモン)
Table 2 Using question (case of lemon and cinnamon).

問 1.	何種類の香りを感じましたか？
問 2.	(問 1 を 2 種類と答えた方へ) どのように感じましたか？
	①レモンの方がかなり強く感じた
	②レモンの方が少し強く感じた
	③2 つとも同じ強さだった
	④シナモンの方が少し強く感じた
	⑤シナモンの方がかなり強く感じた

表 3 香りの強さの判定
Table 3 Intensity scores for the two kinds of scent emitted.

判定値	判定尺度
+2	レモンの方がかなり前に感じた
+1	レモンの方が少し前に感じた
0	2 つとも同じ強さだった
-1	シナモンの方が少し前に感じた
-2	シナモンの方がかなり前に感じた

モンを提示した場合は点数が高いほど強弱関係を大きく感じ、低レベルのレモン、高レベルのシナモンを提示した場合は点数が低いほど強弱関係を大きく感じたものとする。なお後者のものは符号を反転させることで正規化し、強弱関係を大きく感じるほど点数は高くなるものとして集計した。他の香料の組合せの場合も同様とする。

以上の試行を被験者に対し、すべての提示パターンで行った。順応の影響を考慮し、1 回の試行の間には 30 秒程度の間を明け、被験者には図 7 と図 8 に示す 8 回の試行が終了するたびに約 5 分程度の休憩をとらせた。

4.2.2 実験結果

22 名の被験者による平均点とその標準偏差、認知率を表 4、表 5 に示す。

表 4 はパルス方式を用いたものに対する実験結果で、表 5 はベース方式を用いたものに対する実験結果である。表の縦軸は先に射出した香りの提示方法、横軸は後に射出した香りの提示方法とした。たとえば、表 4 において、左に LV1・上に LV3 と書かれた部分に記されているのは、先にレベル 1 のパルス、後にレベル 3 のパルスを提示した場合の平均点 (標準偏差) と認知率である。平均点 (-2~2) は高いものほど強弱関係をはっきりと感じ、認知率 (0%~100%) は高いものほど、2 つの香りを両方はっきり感じる事ができたことを

表 4 パルス方式を用いた場合の平均点 (標準偏差), 認知率

Table 4 Average of score (standard deviation) and detection ratio using pulse mode.

後	LV3	LV2	LV1
先			
LV3		0.72(1.1) 90.2%	1.30(0.79) 74.2%
LV2	0.59(1.05) 100.0%		0.53(1.01) 87.9%
LV1	1.30(0.89) 94.7%	0.54(1.06) 90.9%	

表 5 ベース方式を用いた場合の平均点 (標準偏差), 認知率

Table 5 Average of score (standard deviation) and detection ratio using base mode.

後	単パルス	ベース香
先		
単パルス		1.55(0.69) 52.3%
ベース香	1.20(1.01) 99.2%	

示している。なお、表 4、表 5 は、3 つの香料の組合せ 6 組の結果をすべて集計しており、4.2.1 項での例のように平均点が低いものほど強弱関係を感じていることになる組合せ 3 組は符号を反転して正規化して集計している。

この結果に対し香料要因と提示パターン要因で二元配置分散分析を行ったところ、香料要因による差は見られず ($F(2,22)=0.64, P > 0.05$)、提示パターン要因による差は見られた ($F(7,22)=27.02, P < 0.01$)。そこで、表 4・表 5 の 8 種類すべての提示パターンに対し、Steel-Dwass 法¹⁶⁾による多重検定で分析を行った。その結果、レベル 2 の濃度を用いている群どうしの平均点には有意差は見られず ($P > 0.05$)、またそれ以外のレベル 2 の濃度を用いていない群 (表 4 のレベル 1 とレベル 3 のパルスを用いているもの・表 5 の単パルスとベース香を用いているもの) どうしの平均点にも有意差は見られなかった ($P > 0.05$)。そして、前者と後者の群の間にはすべて有意差が見られた ($P < 0.05$)。このことから、レベル 3 とレベル 1 のパルスを用いたもの・単パルスとベース香を用いているものに比べ、レベル 2 の濃度を用いているものは全体的にあまり強弱の差がつかないことが分かった。レベル 2 の濃度を用いているものは標準偏差も大きいことから、個人による感じ方の違いが大きく、結果に一貫性が見られなかったといえる。2 つの香りをレベル差 1 で提示すると強

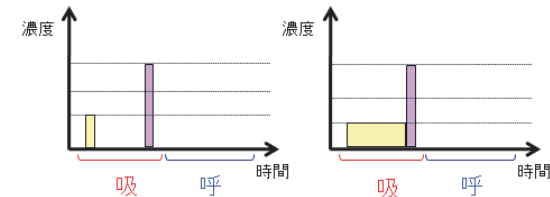


図 9 使用した 1 呼吸中の香りの提示パターン

Fig. 9 Image of Using scent ejection pattern in a breathing.

弱の差は個人の主観になってしまう傾向が大きく普遍性を持たせられない。強弱関係を演出するには 2 つの香りをレベル差 2 以上、つまりは物理強度を 4 倍差で提示する必要があることが分かった。

さらに、認知率に注目したところ、パルス方式とベース方式のどちらも、先に高い濃度、後に低い濃度を出すと認知されにくいということが分かった。強い刺激を先に出すと、鼻腔内あるいは嗅上皮粘液中に香り分子が付着してマスクングされ、後の弱い刺激を感じにくくなるものと思われる。

以上のことから 1 呼吸中で強弱関係を演出するには、先にレベル 1 の濃度の香り、後にレベル 3 の濃度の香りを出す射出方法が適しているといえる。

4.3 実験 2: 連続呼吸中における強弱関係の演出

次に、1 呼吸中における 2 種類の香り提示を 6 呼吸連続で行い、それに対する人間の嗅覚特性を評価した。情報工学を専攻する 20 代の学生 20 名 (男性 17 名、女性 3 名) に対して、以下の方法で測定を行った。

4.3.1 実験方法

実験前の実験準備手順は 4.2.1 項と同様の手順で行った。本節の実験での 1 呼吸中に提示する香り提示パターンは 4.2.2 項で高い点数と認知率であったパターンとした。具体的にはパルス方式の中からレベル 1 のパルスを前・レベル 3 のパルスを後とするもの、ベース方式の中からベース香を前・単パルスを後とするもの (図 9) の 2 組を使用した。

さらに 2 種類の香りの提示頻度は、図 10 のように、同じ香りパターンを 6 回連続で出し続けるもの (先の香りとの回数比が 1:1) と、図 11 のように、1 呼吸中で先に提示する香りを 2 回に 1 回出すもの (先の香りとの回数比が 1:2) の 2 組のパターンを用意した。それぞれパルス方式のものベース方式のものを用いた。なお、予備実験の段階で、先の香りとの回数比が 2:3 のものも被験者 2 名に対して使用したが、

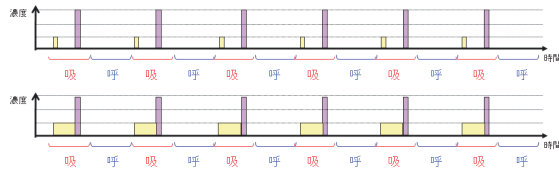


図 10 射出パターンイメージ (先の香りと後の香りの回数比が 1 : 1)

Fig. 10 Image of ejection pattern (Number of times ratio between the former scent and the latter scent equals 1 : 1).

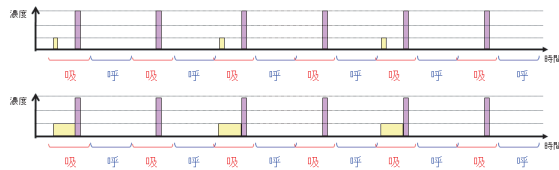


図 11 射出パターンイメージ (先の香りと後の香りの回数比が 1 : 2)

Fig. 11 Image of ejection pattern (Number of times ratio between the former scent and the latter scent equals 1 : 2).

回数比が 1 : 1 のものとの結果と、ほとんど差が見られなかったため、本節の実験では省略した。

図 10・図 11 に示す 4 組に対し、3 つの香料の組合せ 6 組も考慮した全 24 組の香りの提示パターンを使用した。被験者には音の合図に合わせた呼吸をさせ、そのタイミングに合わせて用意したパターンをランダムで嗅がせた後、4.2.1 項と同様の問いに答えさせ、その結果を集計した。

順応の影響を考慮し、1 回の試行の間には 30 秒程度の間をあげ、被験者には図 10・図 11 に示す 4 回の試行が終了するたびに約 5 分程度の休憩をとらせた。

4.3.2 実験結果

20 名の被験者による平均点とその標準偏差、認知率を表 6 に示す。

表 6 の縦軸は 1 呼吸中に提示した香りの提示方式、横軸は先に射出した香りとして、たとえば、左にベース方式・上に 1 : 2 と書かれた部分に記されているのは先にベース香、後に単パルスを提示し、その回数比を 1 : 2 とした場合の平均点 (標準偏差) と認知率である。平均点 (-2 ~ 2) は高いものほど強弱関係をはっきりと感じ、認知率 (0% ~ 100%) は高いものほど、2 つの香りを両方はっきり感じることができた

表 6 射出パターンに対する平均点 (標準偏差), 認知率

Table 6 Average of score (standard deviation) and detection ratio in relation to each ejection pattern.

	1 : 2	1 : 1
パルス方式	1.46(0.74) 91.7%	0.96(1.32) 95.0%
ベース方式	-0.56(1.05) 98.3%	-0.92(1.32) 97.5%

ことを示している。なお、表 4、表 5 は、3 つの香料の組合せ 6 組の結果をすべて集計しており、その集計方法は 4.2.2 項と同様とする。

この結果を香料要因と提示パターン要因による二元配置分散分析で分析したところ、香料要因に差は見られず ($F(2,22)=1.72, P > 0.05$)、提示パターン要因による差は見られた ($F(7,22)=58.46, P < 0.01$)。そこで、4 種類すべての提示パターンについて Steel-Dwass 法¹⁶⁾による多重検定で分析を行った結果、4 種類すべての間に有意差が見られた ($P < 0.05$)。

まず、1 呼吸中での提示方式の関係に注目すると、パルス方式とベース方式の平均点には差が見られ ($P < 0.05$)、前者の方が高得点であることから、前者の方が強弱差を大きく感じたといえる。さらに、提示頻度の関係に注目してみると、パルス方式とベース方式のどちらも、回数比が 1 : 1 であるものと回数比が 1 : 2 のものとの間に差が見られ ($P < 0.05$)、後者の方が高得点であることから、後者の方が強弱差を大きく感じる傾向があったといえる。

ここでパルス方式がベース方式に比べて優れていた理由として、第 1 に射出量の影響があげられる。1 呼吸では純粋に濃度の差のみが強弱の感覚に関わっていたが、連続呼吸だと射出量の差も大きく関わってくると考えられる。回数比が 1 : 2 のものが 1 : 1 のものよりも強弱差を大きく感じたことから、このことが裏付けられる。

また、第 2 の理由として、ベース方式の構造の問題があげられる。ベース方式ではベース香と単パルスの間に空白の時間がないので 2 つの香りが多少混ざっていると考えられる。連続呼吸では音に合わせた呼吸を数回連続行うため、香りに対する集中力が分散しており、1 呼吸のときに比べて香りに対して集中していなかったため、その影響が大きくなったと思われる。

以上のことから連続呼吸中において強弱関係を演出するのに適した手法は、パルス方式を用いて、先の香りと後の香りの提示頻度を 1 : 2 にする手法であることが分かった。

5. おわりに

映像メディアでは、香りを出す物体が複数同時に描写されていることが多い。もし、2つの香りを同時に感知させ、なおかつその間の位置関係を表現することが可能ならば、より臨場感を高めることができると考えられる。しかし、従来の提示手法では必要以上の濃度や射出時間で香りの射出を行っていたため、香料が混ざり合ってしまう、複数の香りを同時に感知させることは不可能であった。

この問題に対し、著者は微小時間の香り提示であるパルス射出を用いて取り組み、1呼吸中に2つの香りを同時に感知させることに成功した。そこで本研究では、連続呼吸中に2種類の香りの強弱関係を認知させる提示手法の実現を目指し測定を行った。

1呼吸中に強さを変えてパルス射出を2回行うパルス方式と、弱い香りを長く提示し強い香りをパルス射出するベース方式の2つを用いて、2つの香りの濃度・提示頻度を変えることで強弱関係を付け、強弱関係を演出する手法を提案した。

まず1呼吸中に2つの香りを、濃度の差をつけて提示したときの人間の嗅覚特性を測定し、次にその結果をもとに、さらに2つの香りの提示頻度を変えて、6呼吸中での嗅覚特性を測定し、強弱関係演出に適した提示手法を検討した。評価の結果、パルス方式を用いて以下に示す条件で香りを提示することが望ましいという知見が得られた。図12にこれらの条件を満たす提示パターンのイメージ図を示す。

- 2つの香りの濃度差を4倍差以上にする。
- 濃度が低い香りを先に提示する。
- 先に提示する香りの頻度を2分の1に減らす。

この知見に基づいた香り提示を行うことで、約9割の人が強弱関係を感じる事ができた。以上より、強弱関係を演出するのに適した香りの提示手法を構築できたといえる。

2種類の強弱関係演出を可能にする提示手法が確立することで、テレビのシーンにおいて香りを出す物体が複数描写された場合、そのシーンに合わせ、これまで以上に臨場感のあ

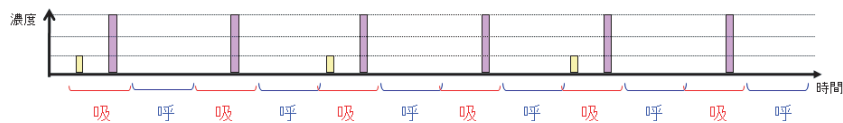


図 12 得られた知見をもとにしたの射出パターンイメージ

Fig. 12 Image of ejection pattern based on obtained evidences.

る香りの演出が可能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) 廣瀬通孝, 谷川智洋：ウェアラブル嗅覚ディスプレイ, におい・香りの情報通信, pp.60-76, フレグランスジャーナル社 (2007).
- 3) 大津香織, 佐藤淳太, 坂内祐一, 岡田謙一：動的な遠近演出を可能とする香り提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.4, pp.1435-1443 (2009).
- 4) 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).
- 5) 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).
- 6) 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).
- 7) 中本高道: 匂いの記録再生システム, におい・香りの情報通信, 外池光雄 (編著), pp.91-105, フレグランスジャーナル社 (2007).
- 8) 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).
- 9) シーンに応じて香りが発生, NTT Com が映画「ニューワールド」を香りで演出. <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/04/11/11594.html> (2009年5月13日現在)
- 10) NTT Com, 携帯で香りを配信する「香り通信モバイル」の利用実験を開始. <http://journal.mycom.co.jp/news/2008/04/07/031/> (2009年5月13日現在)
- 11) 佐藤淳太, 大津香織, 門脇亜美, 坂内祐一, 岡田謙一: 一呼吸中での2種類の芳香パルス提示における嗅覚特性の測定, におい・かおり環境学会論文要旨集, Vol.21, pp.81-84 (2008).
- 12) 大津香織, 門脇亜美, 佐藤淳太, 坂内祐一, 岡田謙一: 呼吸に同期させた香りのパルス射出提示手法, 情報処理学会第19回放送コンピューティング研究グループ, pp.77-84 (2008).
- 13) 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).
- 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).

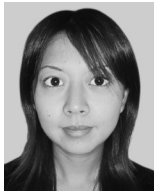
- 15) 川崎通昭, 堀内哲嗣郎: 嗅覚とにおい物質, 臭気対策研究協会 (2000).
16) steel-dwass. http://satellite.sourceforge.jp/manuals/reference-ja/function_steeldwass.html (2009年5月13日現在)

(平成21年5月20日受付)
(平成21年12月17日採録)



野口 大介

2009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。DICOMO2009 優秀プレゼンテーション賞, 優秀論文賞を受賞。香り情報処理に関する研究に従事。



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。2010年株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ入社予定。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。



坂内 祐一 (正会員)

1980年早稲田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年キヤノン(株)入社。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 Best Paper, 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, ACM, IEEE-CS 各会員。



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。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IE領域委員長, 日本VR学会理事。情報処理学会論文賞(1996, 2001, 2008年), 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, ICAT'07 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。