

香りをを用いた情報検索の提案

伊藤 修一* 相場 秀太郎* 平山 拓* 重野 寛* 岡田 謙一*

近年、「香り」の情報変換・伝達の研究が活発になり、嗅覚情報を活用する様々な事例が報告されている。香りは我々の日常生活において、非常に大きな影響を及ぼし、嗅覚は視覚や聴覚などでは補えない独特な情報が含まれているため、今後、嗅覚情報に対するニーズ・重要性がますます高まっていくと考えられる。現在のインターネット情報検索を考えたとき、従来のシステムでは検索キーとして用いられるのは文字情報のみであり、言葉で表しにくいものを調べるのは困難であるという問題点がある。そこで、本研究では嗅覚情報に着目し、香りをを用いる新しい情報検索を提案する。そして、プロトタイプシステムとして Fragrance Searcher を実装し、評価を行った。

The proposal of information retrieval using the fragrance

Shuichi Ito* Shutaro Aiba* Hirayama Taku* Hiroshi Shigeno* Kenichi Okada*

Recently, a study of information conversion and communication of 'fragrance' becomes active, various example to use smell information have been reported. Fragrances greatly influence on our daily life, and smell information has the unique information which can't make up for by sight or hearing. We think that needs and importance for smell information will increase more and more in future. When we thought about current net information retrieval, traditional systems deal with only letter information as a search key, so they have a problem that examining the thing which is hard to express by a word is difficult. In this paper, we specialize a smell information and proposal the new information retrieval using the fragrance. And we implemented Fragrance Searcher as a prototype system and evaluated it.

1 はじめに

近年、従来から行なわれてきた文字や画像・音といった視覚、聴覚情報の通信に、嗅覚、触覚、味覚情報を加えた五感情報通信の実現が期待されている。視覚、聴覚の通信は QoS 制御を除きほぼ成熟に近づきつつあり、触覚は VR 技術の進展により臨場感伝達の第 3 のメディアとして重要な位置付けになろうとしている。一方、嗅覚と味覚の通信に関しては未開拓の状態であった。これは嗅覚と味覚の機能はまだ未解明の部分が大きく、他の感覚情報に比べて個人の好き嫌いという主観的要素も伴いその扱いが難しかったからである。しかし、ここ数年においてセンサ開発の著しい発展や生体内でのにおい認識のメカニズムの解明が進み、「香り」の情報変換・伝達の

研究が活発になり、嗅覚情報を活用する様々な事例が報告されている [1, 2]。また香りは我々の日常生活において、非常に大きな影響を及ぼし、嗅覚に関する情報は物の存在感、場所の雰囲気 (都会か田舎か)、季節感 (ある季節の草花) など視覚や聴覚などでは補えないような独特な情報が含まれている。このように今後、五感情報通信に関する研究の高まりとともに嗅覚情報に対するニーズ・重要性がますます高まっていくと考えられる。

我々の研究グループでは、これまで仮想空間の現実感を高めるために場面や状況に応じて香りを発生させるシステム [3] やにおいセンサを用いて香りを分析し、その分析データをもとに複数の香料から香りを合成し、遠隔地のユーザに伝達する試みなどを行ってきた [4]。また、従来の香りの分析データの用いられ方は、においセンサの性能評価や香りの成分識別などであり、その応用例は少ない。そこで、本研

* 慶應義塾大学 理工学部 情報工学科
Department of Instrumentation(Information), Faculty of
Science and Technology, Keio University

究では香りを分析したデータのさらなる活用に着目し、嗅覚情報を用いる新しい情報検索として香りを用いた情報検索を提案する。そして、プロトタイプシステムとして Fragrance Searcher を構築・実装し、評価を行った。本論文の構成は以下の通りである。

第2章では嗅覚情報の意義やその分析手法について述べる。第3章では従来のインターネット情報検索の問題点について述べる。そして、第4章で香りを用いた情報検索の提案をし、第5章で Fragrance Searcher のシステムについて述べる。第6章でその評価を行い、最後に第7章で本論文をまとめる。

2 情報としての嗅覚

2.1 嗅覚情報の意義

嗅覚情報の持つ意義として、まず、物の香りやその場所特有の香りなどを獲得することにより、空間の大きさや広がり、またはその変化を感じ取り、その場所にいるという実感や季節感、目の前にその香りのする物体があるという存在感を得ることが挙げられる。また、例えば花の特徴を友達に伝えようとしたときに、すがすがしい香りや、ミントの香りなどのように人によってその表現方法が異なってしまう、うまく伝わらないことがある。しかし、香りを用いれば自分の感覚を介さずに正確にその特徴を伝達できることが挙げられる。

このように、嗅覚情報は感覚的なキーワードに対して意図を伝えやすいということがいえる。

2.2 香りの識別・分析

近年、においセンサの性能の向上により、香りの分析データが様々な分野で応用されるようになってきている。しかし、これらの研究は香りの分析・識別に重点をおいたものである。例えば、においセンサの性能評価として、柑橘類の識別や清酒の分析を行ったり、食品の香りを分析して、品質検定をするという例がほとんどであり、分析データを用いて物体を特定したり関連する情報を調べるといった試みはなされていない [5, 6]。また分析したデータというのは専門的な知識がなければ、利用しにくいものである。

2.3 香りデータの解析方法

においセンサから得られる測定値は、多くの変数(量)から構成される多変量データとして捉えられる。

複雑な相互作用を有する測定値から特定の成分や測定対象物の全体的な情報を求めるには、その複雑さに対応できる統計学的手法が必要となる。その一手法として用いられるのが多変量解析法の主成分分析とマハラノビス距離による判別である。

2.3.1 主成分分析

主成分分析 (principal component analysis) とは、高い次元のデータを、情報をできるだけ失うことなくより少ない次元へ要約するための多変量解析の中で最も代表的な解析法である [7]。互いに相関のある多変量の変数を、互いに無相関な少数個の変数に要約し、より少ない次元で解析、圧縮を行う。図1に最も簡単な2変数の場合を示す。グラフの1つの点は1つのある測定値を表している。得られたグラフで、測定値の分散が最も大きい方向に、第1主成分 (u_1) をとり、次に分散が大きく、第1主成分 (u_1) に直行する方向に第2主成分をとる。このようにして新しく取り直した座標において u_2 軸に沿った点の分散が u_1 軸のそれに比べて無視できるほど小さいときには、この測定値の持つ情報を u_1 軸のみで説明することができる。すなわち、データが2次元から1次元に圧縮されたことになる。

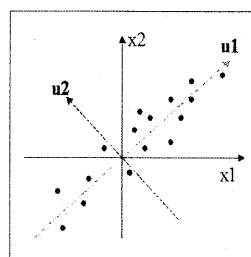


図 1: 主成分分析

2.3.2 マハラノビス距離による判別

未知試料がどの群(グループ)に属するかを判別する手法を判別分析といい、マハラノビス距離 (Mahalanobis' generalized distance) とは、2点間の距離を計算する際、ユークリッド距離に全ての点のばらつき(分散)を考慮して算出する距離である。2つの群の重心間のマハラノビス距離を計算することで2つの群がどのくらい近いのかの1つの指標となる。

3 インターネット情報検索の問題点

現在のインターネット情報検索は google や yahoo に代表されるように検索キーに“言葉”を用いている。これは、何かの設定方法を調べたり、またはホームページを検索したりと調べる対象が名詞で表せるものや物事である場合には十分だった。しかし、文字情報による検索では調べられない情報というものが存在し、例えば、手元にある花や香水などの名前・種類を調べようとしたとき、これらのシステムでは適切に検索を行うことが困難である。なぜならば、これらを調べるとき検索キーとして色や形、花や香水の香りを言葉に直したものをを用いることが考えられるが、“甘い香り”や“さわやかな香り”などのように抽象的な表現しか用いる方法がなく、そのものを的確に表現することができないからである。すなわち、その特性を直接表現できないような感覚情報を調べるのは非常に困難であるといえる。

4 香りをを用いた情報検索の提案

本研究では、においセンサより得られる香りの分析データの応用に着眼した。そこで、分析データを“情報検索”に利用するという新しい概念を取り入れ、これらのデータを検索キーとする、香りをを用いた情報検索を提案する。そして、そのプロトタイプシステムとして Fragrance Searcher を実装する。これにより、嗅覚情報について詳しい知識がない人でも、分析したデータを利用して、簡単に香り情報検索を行うことができる。また、香りをを用いて情報検索できるようになれば、目的の物体を特定することが可能になり、似ている香りを調べその情報を新たに活用することも可能になる。

4.1 システムの概要

名前・特徴などを知りたい物体の香りをにおいセンサで分析し、得られたデータをネットワークを通じてサーバに送信する。サーバで受け取ったデータとにおいデータベースに格納してあるデータとのマッチングをとり、物体を同定する。そして、その物体の情報をクライアントに返信する。

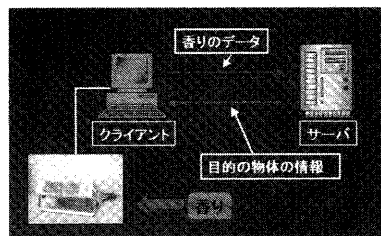


図 2: システムの概要

4.2 マッチング方法

においセンサで得られるデータは高次元のデータであり、その次元数はおいセンサの種類によって違う。これら次元数の違うデータをサーバで統一的に扱えなければならない。そこで、本提案では第 2.3 節で述べた解析法を用いる。マッチングは以下のように行われる。

サーバで受け取ったデータを主成分分析を用いて 2 次元または 3 次元のデータに圧縮する。これにより、1 回の測定データは 2 次元または 3 次元空間上の 1 つの点として表すことができる。1 つの香りに対して 5 回測定すれば、5 個の点の集まりとなり、それをここでは香りのクラスタと定義する。そして、得られた香りのクラスタと香りデータベースに格納してある全ての香りクラスタとのマハラノビス距離を計算する。これにより、香りの違いを数値化することができる。数値が小さければ小さいほど 2 つの香りは似ていると判断することができるので、その数値をもとに最も似ている香り、次に似ている香りと判定を行う。

5 Fragrance Seacher の実装

5.1 香りのデータ化

香りを PC で扱えるデータ形式に変換するために、三菱プレジジョン社製においセンサ (図 3) を用いた [8]。このセンサは人間の嗅覚細胞を直接モデルにしており、32 種類の重合体でできたセンサを内蔵している。香気成分が付着するとその電気抵抗値が変化し、その変化率を測定することで、32 個の数値データとして表現することができる。(図 4)

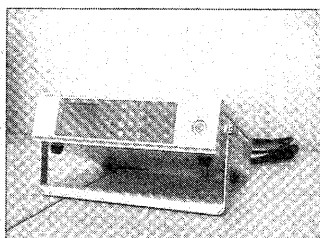


図 3: においセンサ

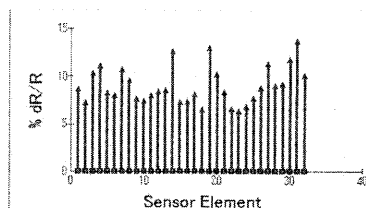


図 4: においセンサによる測定データ

5.2 香りデータベースの構築

本システムのデータベースとして、10 種類の缶コーヒー (B 社 5 種類, G 社 5 種類) を用いた。温度による香りの変化が測定に悪影響を与えるのを避けるため、空調設備が整った室内で、室温 22℃ に一定にして、測定を行った。1 回の測定には 7 分ばかり、測定データの安定性を保つため 1 つの香りに対して 5 回測定した。ここで、この 5 回の測定データを 1 組として考え 1 つのデータ群として扱う。そのときの様々な条件やにおいセンサの精度の問題で、同じ缶コーヒーでも測定の度にデータがばらけてしまうなどの問題があったが、10 種類の缶コーヒー合計約 150 サンプルのデータ測定を行い、最終的にばらつきが最も小さいデータ群を各缶コーヒー 1 種類ずつ選び、それをデータベースとして用いた。そして、PC にそれぞれの香りデータ群を保存した。

5.3 インタフェース

図 5 に Fragrance Searcher のインタフェースを示す。検索したいコーヒーをにおいセンサを用いて測定し、“open” ボタンでその香りファイルを選択する。“Search 開始” ボタンを押すと、その測定データがネットワークを通じてサーバに送信される。検索対象の香りデータがクライアントから送られてくると、サーバはデータベースに保存してあるデータ



図 5: インタフェース

を取り出し、主成分分析を行い、マハラノビス距離を計算する。そして、マハラノビス距離が小さい順に上位 3 つを、該当するコーヒーとして検索結果リストに表示する。

ここで、検索結果上位 3 つには入ったが、他の 2 つに比べたらマハラノビス距離が大きく香りがあまり似ていないという状況も考えられる。これはユーザに誤った情報を与えてしまうことになる。そこで、閾値を設け、それを超えてしまったものについては赤く表示させることでこれに関しては香りが似てない可能性があるということをユーザに知らせようになっている。設定した閾値は官能評価を行った結果をもとに決定した。しかし、人間の鼻というのは精度が悪く、個人差がかなり生じるので、赤い表示が出たものは、“香りが似てない”ではなく、あくまでも“似てない可能性がある”というニュアンスで解釈されるものである。

検索結果リストをクリックすると、それに対応する情報と写真が表示され、どのようなコーヒーかわかるようになっている。検索結果を 3 位まで表示することの意義は、検索対象のコーヒーそのものを特定するだけでなく、似ているコーヒーや、メーカー間で似ているコーヒーなどの情報も得られることである。

5.4 主成分分析マップ

上で示した検索結果の場合、実際にどのような分析結果になっているのかを視覚的に表したのが図 6 である。

smell(青い三角形) が検索対象のコーヒーである。B 社 FINE ときれいにマッチングしているのがわかる。そして、その下に丸で囲ってある G 社のエメラ

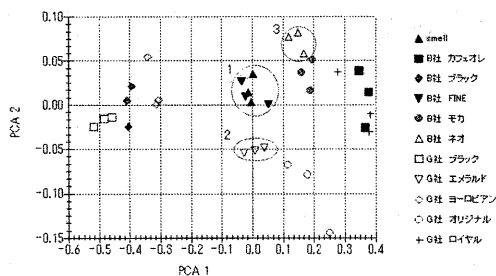


図 6: 主成分分析マップ

ル드가 2 番目に近い香りとして判定され、3 番目が右上に丸で囲った B 社のネオと判定されているのがわかる

6 評価実験

香りを用いて情報検索することの有用性を検証するために、学生 24 名に対して以下の評価実験を行った。

6.1 実験目的

第 1 に Fragrance Searcher の検索結果はどのくらいの信頼性があるのかを検証するために、人間の鼻で行った場合との比較を通して実験を行い、それを機能性評価とする。第 2 に主観評価を得るために、アンケートを行う。

6.2 実験概要

Fragrance Searcher のデータベースに用いた 10 種類の缶コーヒーを用意し、その 10 種類の中から、こちらが任意に選んだ 3 つのコーヒー A,B,C を被験者に提示し、各々のコーヒーについて 10 種類のどれと似ているか、似ていると思う順に 3 つ選んでもらうことを行ってもらった。また、コーヒーの色である程度判断できてしまうので、色を見ずに純粋に香りだけで判断してもらった。コーヒーは何回嗅いでも構わないようにした。そして、A,B,C のコーヒーをそれぞれ何番目で当てられたか、その正解率と Fragrance Searcher で行った場合の正解率を比較した。実験終了後にアンケートを行った。

6.3 実験結果と考察 (機能性評価)

正解率の実験結果を表 1 に示す。

表の 1 位、2 位、3 位というのは、被験者が選んだ似ていると思うコーヒーの選んでもらった順番に対

表 1: 実験結果 (正解率)

	1 位	2 位	3 位
被験者	33.3	48.6	62.5
Fragrance Searcher	73.7	94.7	100

表 2: 実験結果 (アンケート)

No	質問項目	平均値
1	香りの違いを嗅ぎ分けるのは簡単だったか	1.50
2	ネットで検索するのは簡単だったか	2.20
3	香りで情報検索できたら、便利だと思うか	4.66
4	実際 Fragrance Searcher を使ってみて、このようなシステムがあったら便利と思ったか	4.50
5	従来の検索システムでは得られない情報が得られたと思うか	4.20

応する。Fragrance Searcher の場合は検索結果 1 位に正解のコーヒーが入ったか、2 位までに入ったか、3 位までに入ったかに対応する。

まず、被験者の正解率は 1 位で 33.3%、2 位で 48.6%、3 位でも 62.5%と正解率は低い。やはり、人間の鼻で香りを嗅ぎ分け、物体を特定することは難しいことがわかる。

それに対して、Fragrance Searcher は 1 位で 73.7%、2 位で 94.7%、3 位だと 100% という高い正解率を示している。3 位で 100% になったということは、Fragrance Searcher は検索結果 3 位以内には必ず目的のものが入っていることがわかる。また、1 位が 73.7%ということは 26.3%の確率で誤判定がおきていることを意味しているが、これは測定方法の厳密化やにおいセンサの精度の向上でその確率は下がると思われる。以上の結果より、高い信頼性のもとで香り情報検索を行うことが可能であるといえる。

6.4 実験結果と考察 (主観評価)

表 2 にアンケートの項目とその結果を示す。アンケートは 1 が全く思わない、5 が非常にそう思うの 5 段階評価で行った。

質問 1 から、ほとんどの人が香りを嗅ぎ分けるのは難しかったと答えている。調香師でもない限り、微妙な香りの違いを嗅ぎ分けるのは難しいといえる。

質問 2 を行う前に、コーヒーの香りと色だけで簡単にネット検索を行ってもらってから質問に答えてもらった。被験者の多くが難しかったと答え、検索

キーに用いる言葉がうまく出てこなかったという意見が多く聞かれた。第3節で述べたようにこのような言葉に直しにくい感覚的な物は既存のシステムでは調べるのが困難であることがわかる。

質問3は提案概念に対する質問であり、質問4はそのシステムに対する質問であるが、被験者全員が香りで情報検索できることの意義を認めていることがわかる。これからも、香り情報検索の必要性を感じることができる。

質問5はコーヒーを特定できることや、それと似たコーヒーはどれかといった従来の検索システムでは得られなかった情報を得ることができるので、良い評価につながったと考えられる。

以上の結果より、香りを用いて情報検索することの有用性を証明できたといえる。

7 まとめ

本稿では、検索キーに嗅覚情報を用いる新しい情報検索として香りを用いた情報検索を提案し、そのプロトタイプシステムとして Fragrance Searcher の実装を行った。

検索したい物の香りをにおいセンサで分析し、得られた数値データをサーバに送信する。サーバでは受信したデータとデータベースに格納してある香りデータで主成分分析を行い、マハラノビス距離を計算することで、マッチングを行う。そしてその結果に基づいた情報を返信することで香り情報検索を実現した。

評価実験を行った結果、香りを用いた情報検索の有用性を証明することが出来た。今後、データベースの種類を増やし、またマッチングした結果をもとに、インターネットにある膨大な情報から関連した情報を取ってこれるようにすれば、持っている香水と似ている香りを検索し、その情報からオンラインショッピングでもっと値段の安い香水を買うといったような使い方もできるようになり、より充実した香り情報検索システムを構築することができるであろう。

謝辞

本研究は21世紀COEプログラム研究拠点形成費補助金のもとに行われた。

参考文献

- [1] 廣瀬 通孝, 谷川 智洋, 田中 信吾, 崎川 修一郎:
“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5回大会論文集 p193-196, 2000.
- [2] <http://www.amlux.jp/Tokyo/theater/index.html>
- [3] 重野 寛, 本田 新九郎, 大澤 隆治, 永野 豊, 岡田 謙一, 松下 温:
“仮想空間における風と香りの表現手法—仮想空間システム Freind Park”,
情報処理学会論文誌, Vol42, No7, p1992-1932, 2001.
- [4] 富永 健太郎, 平山 拓, 高橋 ひろみ, 重野 寛, 松下 温:
“香りの情報通信に関する考察”,
日本バーチャルリアリティ学会研究報告 p51-56, 2002.
- [5] 山下 宗考:
“食品産業における匂い識別装置の有効利用”,
AROMA RESEARCH No.5 ,p79-83, 2001
- [6] 岸本 誠一, 沢村 正義:
“柑橘系果実を対象として水晶振動子を用いたにおい識別の試み”,
AROMA RESEARCH No.7 ,p287-291, 2001
- [7] 石村 貞夫:“すぐわかる多変量解析”倍風館, 1983
- [8] <http://www.mind.ne.jp/mpc/techno/no1/index.html>