

人間のイメージ形成過程の特性を利用した画像検索システム

尾 田 政 臣†

従来の言語キーを用いる画像検索システムでは、検索者が検索のための適当な言語キーを思い付けられない場合や、そもそも検索しようとする対象のイメージがはっきりしていないため、言語化できない場合がある等の点から検索が難しい欠点があった。そこで、これらの困難さを取り除こうとする研究が行われている。ところが、それらの方法に共通な欠点は、検索イメージが検索前にしっかり固まっていることを前提としていたことである。そのため、手元に検索すべきイメージがすでに存在する場合など、その応用範囲は限られていた。本研究は、検索前には漠然としたイメージしかない場合についての画像検索方法を提案する。筆者は、画像概念の形成過程が、それまでの刺激の系列の処理過程に影響されることを心理実験により明らかにした。衣服のカタログデータベースから好みの服を選びだすような検索を想定してみると、検索しながら理想のイメージを形成していることになる。このような過程は、図形概念の形成過程と捉えることができる。そこで、心理実験結果を応用し、検索者がそれまでに好みの画像として選んだデータから類似性を計算し、データベースの中から類似性の高い画像を検索者に提示することにより、効率的な検索システムを構成できることを提案する。本稿では、顔画像検索を例題としてシステムの構成法を述べると共に、提案の妥当性を実験結果に基づき検証し、その有効性を明らかにする。

An Image Retrieval System that Uses Human Cognitive Properties on Image Concept Formation

MASAOMI ODA†

Appropriate verbal key selection has been difficult in the conventional image retrieval system. This in turn has hampered effective image data retrieval. Some attempts have been made to improve image data retrieval; however, as these studies assumed that the target images to be retrieved are concrete, the retriever had difficulty in retrieving abstract or ambiguous images. My previous paper confirmed that the context of image stimuli in successive presentation influences the image concept formation processes in the human brain. Based on this fact, a new retrieval mechanism for an image database is proposed in this paper. This mechanism is shown to be very effective in retrieving image data even if the retriever has no concrete target image before retrieval.

1. はじめに

画像データベースの検索方式は、言語的な検索キーを用いる方式と画像キーを用いる方式に分類できる。言語キーを用いる従来の画像データベースでは、正確に画像内容が表現できない場合や、適当な言語キーが見つけられない場合がある等の欠点があった。

そこで近年、画像を直接検索キーとして用いる方法が研究されている^{1),2)}。しかし、画像キーを用いる方法においても種々の問題がある。例えば、検索すべき画像または類似の画像がすでに手元にあり、それを読み込ませて画像に付随する情報、またはより詳細な画像を得るような使い方では、画像から特徴抽出とパ

ターンマッチングをどのように行うかが課題となる。それが解決できるような使い方では、非常に有効なシステムとすることができるであろう。しかし、検索すべき画像が手元にない場合には、検索者自身が抱いているイメージを絵として表現する必要が生じる。ここでは、検索者の描画能力が課題になる。また、システムは描かれた絵から、検索者の意図をできるだけ正確に汲み取ることが要求される。この課題に対する取組が文献²⁾等でなされているが、本質的に難しい課題であり、完全に解決されたわけではない。

さらに検索者自身のイメージが明確でない場合や、そもそも検索当初には明確なイメージがなく、イメージを作るための道具として画像データベースを利用するという場合が想定される。このような場合の検索方式については、思考支援を目指す研究³⁾があるものの、従来あまり議論されていない。

† ATR 視聴覚機構研究所
ATR Auditory and Visual Perception Research
Laboratories

筆者は、このような課題に対し画像概念形成過程が文脈によって影響されることを心理実験により示すと共に、その結果を画像データベースの検索方式として応用することを提案した⁹⁾。本稿では、提案した方式が有効かどうかを確認するため、顔画像をデータとする実験システムを構築し評価した。従来の画像データベースの検索支援方式についての問題と、それを解決するシステムの実現方法を述べ、提案するシステムの有効性を評価実験結果を基に明らかにする。

2. 画像データベース検索方式の課題と解決方法

従来の画像データベースの研究では、検索者の想定する検索対象が、検索前にはっきりしていることを前提にしていたといえる。例えば、地図データベースの中から特定の建物、場所等を検索するとか、部品データベースの中から特定の性能を有する部品を選び出す、といった場合である。このとき、検索者の求める検索対象ははっきりしており、検索対象の特徴や分類名あるいは性能等を検索キーまたは部分画として入力し、検索することになる。現在行われている研究は、これをいかに効率的に行わせるかというものである。

例えば、言語的な連想キーを用いる方法⁶⁾、例示画に基づく方法^{6),7)}等がある。しかし、いずれも検索者の検索対象の明確な意識を必要としている。検索者が意識しないところから検索のための情報が得られれば、より効率的で、ユーザフレンドリなインタフェースが実現できる。さらに、検索者自身が検索対象に対して曖昧なイメージしか持っていない状態で、データベース検索を行う場合が想定できる。例えば、被服商品のカタログデータベースの中から、好みの商品を捜し出す場合を考えてみよう。このような状況では、検索者は自分の好みについての漠然とした傾向は認識しているものの、明解に言語化して示すことができない場合が多い。そのような状況においても、サンプルを見せられれば、好きか嫌いかの判断は可能である。この場合、どのような商品がデータベースの中に存在するかもあらかじめ知らないわけであるから、従来の言語キーによる検索方式では、検索者が適当な言語キーを考えて検索しなければならず大きな負担となる。結局、次々に画像を検索し、好みに合った画像が出てくるとマークしておき、最後まで検索が終了すると、マークしたデータを再度呼び出し比較しながら最終的に最も望ましい画像を選択することになるだろう。

しかし、この方法では、非常に多くの画像を呼び出し評価する必要があることから、物理的にも心理的にもユーザに大きな負担をかけることになる。

ところで、上記のような画像検索課題を考えると、検索者が種々の画像を見ていくうちに、好みのデザインの個々の特徴が形成され、最終的にどのような商品が求めているものかを決定していく過程と見ることができる。この過程は、まさに図形概念を形成していく過程と捉えられるのではないだろうか。

概念の研究は心理学の主要テーマとして古くから研究されてきてはいる⁸⁾が、概念形成時の動的な特性についてはあまり調べられていなかった。そこで文献4)で筆者は、人間の概念形成時の処理特性を調べる実験を行った。ここでは、複数の図形を同時に見せ、被験者が概念を次々に形成するよう指示された。その際に、同種の概念形成課題を連続させるかランダムに行うかにより文脈をコントロールし、形成される概念の種類を調べた。その結果、被験者はそれまでに形成した概念の種類に影響されながら、新たな概念を形成することが明らかになった。ここでは、概念形成時のこのような特性を画像検索システムに応用することを考える。ただし、文脈依存性は、一定方向へのイメージの誘導の可能性を示すことから、必ずしも検索者の意図に沿わない結果をもたらす危険も併せもっている。すなわち、データの探索空間上のある領域に収束してしまうと、そこから抜け出すことができなくなる。そこで、これらに対処するメカニズムを合わせて考える必要がある。ここでは、望ましくない要因を排除することをねらいとし、選択済の画像データを再評価する機構と、新たな要因の追加ができることをねらいとし、文脈には依存しないランダムな画像を提示する機構を用意した。

これらの考えは、発想支援システムにおいて収束型の思考と、発散型の思考を支援する必要があることと対応していると見ることができる。

すなわち、新たに提案する画像検索方式の要点は以下のとおりである。

人間が複数の画像を見た場合、それぞれの画像は独立に処理されるのではなく、以前の処理結果が次の処理に影響する。したがって検索時においても、処理した結果の系列に、検索にかかわる情報が含まれることが示唆される。検索系列画像に共通する情報が、検索者が注目している情報であり、これをフィードバックし次の入力情報と共に利用することが、効率的な検索

を促進させるであろう。しかし検索者の望まない方向への収束を防ぐ必要が生じ、そのために再評価メカニズムと、提示画像にランダム性を与えるメカニズムを用意した。

3. システム実現方式

3.1 システム概要

「貴方にとって好みの顔とはどんな顔ですか」と言われたときに、そのイメージを明確に言語表現することは難しい。いろいろな顔を思い浮かべ、その中から選び出すであろう。具体的な顔を見せられると好みか否かは明確に判断できる。これは、人間はこれまでに見たいろいろな顔を思い出しながら、好みの顔を形成していると捉えることができる。本システムは、上記の現象を利用し、このイメージ形成過程を支援すると共にイメージの検索の促進を図る。すなわち、画像データベースに格納された顔画像の中から、検索者にとって最も好みの顔といった、曖昧な画像を選び出すことを支援するシステムである。

3.2 ユーザインタフェース

初期メニューで画像検索を選ぶと、システムによってランダムに選ばれた画像データが画面に10個表示される。検索者は、その中で好みの顔を好きな数だけマウスで選択する。その後、検索者による次の画像の表示要求により、システムは検索者によって選ばれた顔画像からそれらに共通な特徴が何かを調べる。この特徴を持つもので、これまでに選んだ画像の平均値に近い顔画像を、データベースの中から検索し検索者に提示する。すなわち、これまでに選ばれた画像のプロトタイプ的な画像が選び出され表示され、検索者はその中から次の選択を行う。この過程を繰り返すことにより、検索者は理想のイメージを簡単に固めてゆくことができる。選ばれた画像はシステムが管理し、再評価のためにいつでも検索者が参照可能としている。ただし、管理している画像数は最大10個までであり、これ以上選ばれた場合には選択の古い順にあふれた分を捨てる。

上記の方法で理想の画像が絞り込まれていくが、検索者が、それまでに固めつつあったイメージに満足せず変更しようとする可能性がある。したがって、それに対処するメカニズムが必要である。類似画像だけを提示していたのでは、新しいイメージの要素を得ることが検索者にとって難しくなる。そこで10個提示する顔画像のうち2個を、システムが全データの中から

ランダムに選んだものとするにことにした。これまでに選んだ画像の類似画像では満足できない場合や、途中で気が変わった場合には、検索者は2個のランダム画像の中から選択すれば良い。一方、理想の画像が絞り込まれた段階で、初期に選んだ画像では物足りなくなり、求める理想の画像への要求水準が高くなることが予想される。また、画像検索の途中でも、それまでに固まりつつあったイメージでは満足できず、最初からやり直したくなる場合が想定される。このように、これまでに選んだ画像の再評価メカニズムが必要であろう。この目的のために、選択済の画像の中から検索者が抱くイメージからずれた画像を、任意の数だけ選んで捨てるメカニズムを導入した。検索者は、検索の途中で随時これまでに選んだ画像を再表示し、再評価できる。しかし、検索の途中で選択済の画像を表示し再評価することは、煩わしい操作となる。そこで、その頻度を低く抑える目的で、それまでに選ばれた画像の中からランダムに1個の画像を選び、次候補の画像として提示し再評価させることとした。すなわち、10個提示される画像のうち7個はそれまでに選んだ画像と類似性の高い画像を、2個は全くランダムに選ばれたもの、残りの1個はそれまでに選ばれたものの中から再表示する。これらの機能により、望ましい画像を簡単な操作で検索できるシステムとする。

3.3 画像管理情報

本システムは、システムの有効性を確認するための実験システムである。このためデータに線画による顔画像を用いた。顔画像の特徴パラメータを以下のように定めた。

1. 顔の形状 (面長, 標準, 三角)
2. 眉の位置 (下, 中, 上)
3. 眉の形状 (下, 水平, 上)
4. 目の位置 (下, 中, 上)
5. 目の形状 (小, 中, 大)
6. 鼻の位置 (下, 中, 上)
7. 鼻の形状 (小, 中, 大)
8. 口の位置 (下, 中, 上)
9. 口の形状 (小, 中, 大)
10. 耳の位置 (下, 中, 上)

パラメータは下を -1, 中を 0, 上を 1 というように () 内左端の値を -1, 中央の値を 0, 右端の値を 1 とした。顔画像の例を図1に示す。

これらの画像は、画像生成ツールによりパラメータとその値のすべての組み合わせをとり自動生成し、お

よそ6万個のデータとしてシステムに格納された。

もちろん、実用システムでは目的に合わせて特徴パラメータを定義する必要があり、またパラメータ値も本システムでは3値を用いたが、連続値を用いた方が有効な場合もあるだろう。

3.4 画像検索方法

本システムでは、特徴パラメータとその値を指定す

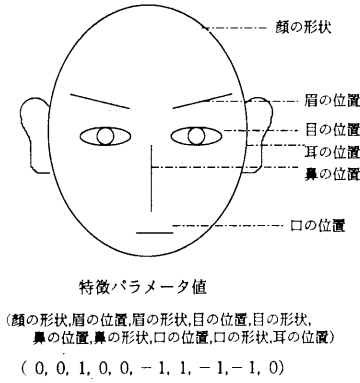


図1 顔画像の例
Fig. 1 Example of face data.

ることにより、これらの条件を満たす顔画像をデータベースの中から選択する。

システムは、検索者が選んだ画像を用いて次に提示する候補を選択する。その方法として画像の類似性を用いた。まず選択された画像の各特徴パラメータのおおのについて、パラメータ値の平均値 \bar{x}_i ($i=1, 2, \dots, N$) を求める。次に任意の画像 j を取り出し各特徴値の平均値との差の白乗の総和を総合類似量 S_j と定義し計算する。

$$S_j = \sum_{i=1}^N \alpha_i (\bar{x}_i - x_{ij})^2$$

α_i : 重み係数

\bar{x}_i : 選択済み画像の特徴パラメータ i の平均値

x_{ij} : 任意の画像 j の特徴パラメータ i の値

N : 特徴パラメータの数(10).

S_j の値が最も小さい顔画像データが、選択済み顔画像の平均値に最も近いデータとなる。

S_j の値の小さいものから順に7個を選択し、次候補とした。

重み係数 α_i は今回の実験では1に固定した。

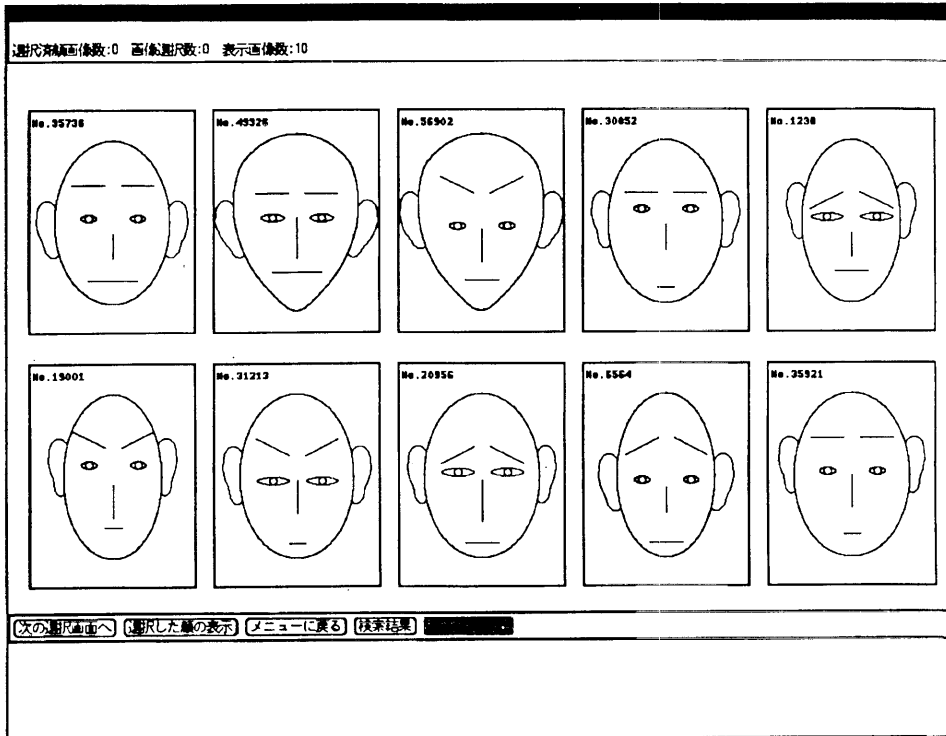


図2(a) 初期画面の例
Fig. 2(a) Example of first scene for retrieval.

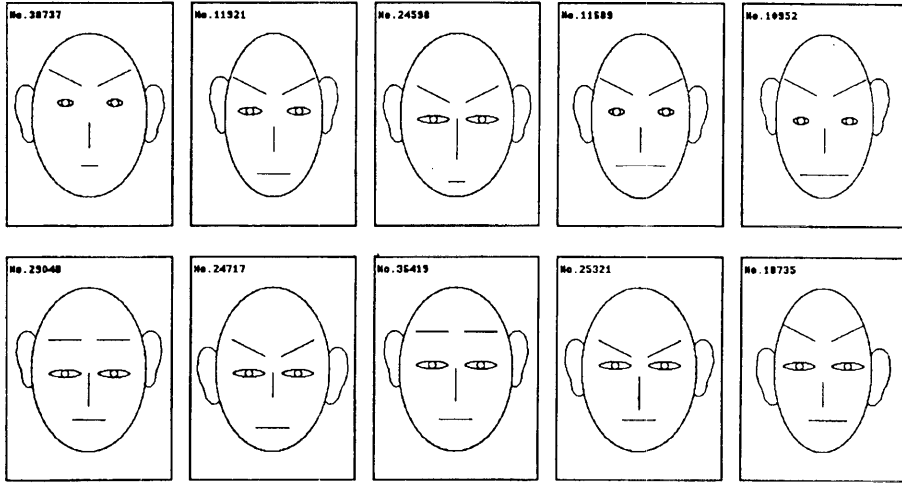


図 2(b) 文脈依存メカニズムなしの場合の検索結果例

Fig. 2(b) Example of final selected faces without the context dependency mechanism.

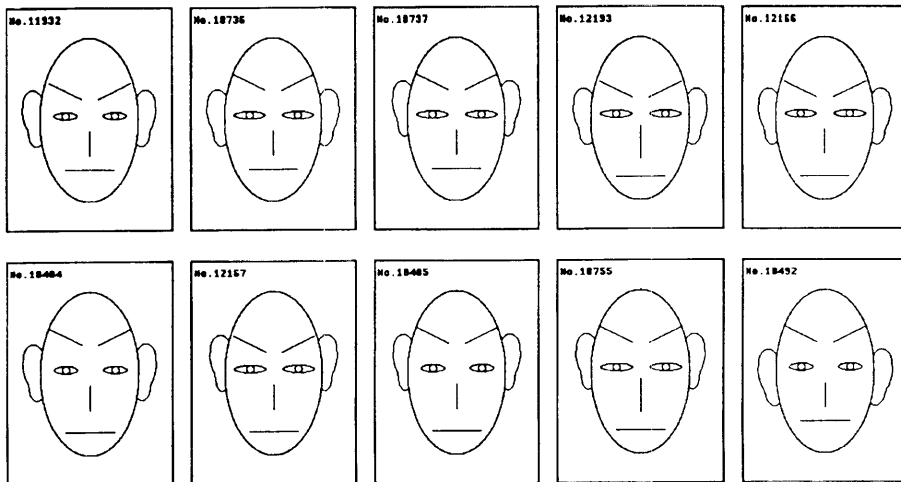


図 2(c) 文脈依存メカニズムありの場合の検索結果例

Fig. 2(c) Example of final selected faces with the context dependency mechanism.

4. 検索実験結果と考察

本システムの有効性を確認するため、顔画像データベースを構築し、上記の画像検索支援方式を用いた場合（以下、文脈依存メカニズムありと呼ぶ）と、常に全くランダムに 10 個ずつ提示された顔画像を網羅的に検索した場合（以下、文脈依存メカニズムなしと呼ぶ）とで検索された顔の品質、検索効率等ほどの程度の差が生じるかを検証し、検索システムの有効性を示す。

4.1 検索実験と結果

実験は、大学生を主体とする成年男女 20 人について、文脈依存メカニズムありの場合と、文脈依存メカニズムなしの場合について行った。被験者は、データベースの中から好みの顔を 10 個選び出すこと、選んだ 10 個の顔画像に満足できたら終了するよう指示された。

被験者は、実験に先立ち試行についての説明と、操作を憶えるための練習（5分程度）を受けた。

一例として、被験者 T の顔画像の検索結果を図 2 に

示す。図2の(a)は初期画面の一例であり、(b)が文脈依存メカニズムなしの場合、(c)が文脈依存メカニズムありの場合の結果である。

提案した検索システムの有効性を、検索目的の達成度と検索の効率の点から評価する。理想的には、データベース内のすべてのデータを評価すれば最も望ましいデータが求まる。しかし、データ数が大きい場合にはこの方法は非現実的である。本論では、曖昧な検索対象を検索することが目的であり、いかに少ない検索回数で満足に行くデータを検索できるかが、システムの有効性を示す重要な尺度となる。

まず得られたデータの品質を評価することにより、検索目的の達成度を評価する。

検索当初には曖昧であった好みの顔のイメージが、検索の結果明確になったとすると、選ばれた顔のイメージは相互に類似したものになるだろう。そこで、得られた画像の品質を平均値と、それからのずれの大きさによって評価する。 F_i は、各パラメータのそれまでに選択された顔画像(個数 M ; 今回の実験では10個)の平均値と、各画像の当該パラメータ値との自乗誤差の総和であり

$$F_i = \sum_{j=1}^M (\bar{x}_i - x_{i,j})^2$$

さらに、それらの総合評価値 F

$$F = \sum_{i=1}^N F_i$$

を計算する。評価値は、表1に示すように文脈依存メカニズムなしの場合が $F=44.8$ 、ありの場合が $F=15.2$ となり、文脈依存メカニズムを用いると、いかに類似度の高い顔画像を検索できるかを示している。また、文脈依存メカニズムありによって選ばれた顔画像が、理想に近いかなかを検証するために、文脈依存メカニズムなしで選んだ顔画像と比較した。なぜならば、検索条件としてすべての選択した顔に満足した時点で検索を終了するよう指示しているが、文脈依存性をを用いているために満足度の低い顔画像で終了してしまう可能性があるからである。データベース中のすべてのデータを、文脈依存メカニズムなしで選んだ場合

に最適値が求まると仮定すると、ある程度の満足度で検索を打ち切った場合には、準最適値が求まっていると考えられる。したがって、文脈依存メカニズムありの検索結果のイメージが、なしの場合のイメージと類似していれば、最適値に近い画像が選ばれていると見なすことができるであろう。

そこで、各被験者について文脈依存メカニズムありとなしの両条件間で、最終的に選ばれた10個の顔画像の各特徴に対して、最頻度の特徴パラメータ値の一致率を調べた。その結果、注目度が高い上位5位までの特徴パラメータ値の一致率は平均で0.68であった。この値が高いことは、各被験者の1試行後の10個の顔画像内の各特徴パラメータ値の平均一致率、すなわち同一タスク内での一致率が文脈依存メカニズムありの場合で0.88、なしの場合で0.65であることから推測できる。

すべてのパラメータと、その値の組み合わせをとり画像を生成しているため、格納画像はすべて異なり、最も似た画像同士でもパラメータ値のどこか一か所が1だけ異なる。好みの画像が10個選択された場合の最も評価値の良好な場合の理論値は、 $F=8.1$ であり、一方、全くランダムに選ばれた場合の理論値は、 $F=66.7$ である。したがって、表1に示された15.2は、非常に良い結果であることがわかる。また、図2の(b)と(c)は、おのおの $F=48.1$ 、 $F=12.9$ の例であり、目視による比較でも文脈依存メカニズムありの場合の方が、類似性が高く理想に近い画像を多く選び出していることがわかる。これらの結果から、文脈依存メカニズムありの場合に、理想または理想に近い画像が得られているといえる。

次に、検索の容易性を評価する。単純な検索回数の比較では、表1に示されたように文脈依存メカニズムなしおよびありでおのおの37.7回、20.5回である。文脈依存メカニズムありの場合が、なしの場合に比べて約1/2の回数で済んでいる。しかし、検索に対する検索者の心理的負担も考慮しなければ、検索回数の少なさだけで検索が容易であるとはいえない。そこで、1回の検索にどの程度の時間が必要かを比べてみる。1回の検索に10個ずつ顔画像が表示されるので、検索時間を検索回数で割ると1画面当りの所要時間が求まる。この値は、文脈依存メカニズムなしとありでおのおの9.0秒/回、19.6秒/回である。すなわち、文脈依存メカニズムありでは1回当りの検索時間が長く、ゆったりと評価している。これに比べて文脈依存

表1 顔画像検索結果に基づくシステム評価
Table 1 System evaluation based on the results of face data retrieval.

	検索回数	選択画像数	検索時間	F 値
文脈メカニズムなし	37.7	14.7	5'39"	44.8
文脈メカニズムあり	20.5	40.4	6'41"	15.2

メカニズムなしでは、短時間に判断し次々と次候補を表示させ比較している。この原因は、文脈依存メカニズムなしでは、なかなか望みの顔画像が出現しないためであろう。一方、文脈依存メカニズムありでは、早い段階で望みの顔画像に近いものが出現する。したがって、ゆったり評価していると解釈するのではなく、類似画像の比較評価に時間がかかるために、1回当りの検索時間が長くなったとも解釈可能である。しかし、文脈依存メカニズムなしでも、検索を文脈依存メカニズムありの場合の品質に達するまで検索を続けたとすると、同様の事態が起きるはずである。すなわち、文脈依存メカニズムなしによる検索は、検索初期に相当し、文脈依存メカニズムありの場合の後期に相当する検索を、今後行わなければならない。したがって、同一条件では文脈依存メカニズムありの場合が、検索回数数が少なく済み検索が容易であるといえる。

文脈依存メカニズムがうまく機能し、望ましい画像の検索が容易に行えることを示した。そこで次に、再評価メカニズムとランダム性の導入による機能の有効性を検証する。

「選択画像数」は、好みの画像として選んだ画像数を示し、文脈依存性メカニズムなしの場合は14.7個、ありの場合は40.4個と、なしの場合の方が少なくなっている。最終的に10個の画像を選んでいるので、選択画像数から10を引いた値が、再評価の後捨てた画像数になる。文脈依存メカニズムなしの場合では、好みの顔の出現頻度が低いため、再評価の回数も低くなるものと思われる。一方、文脈依存メカニズムありの場合、システムの特性が利いて、好みの画像を絞り込むとさらに類似の画像が表示されるため、再評価の機会が多くなる。さらに、選択画面に選択済顔画像の中から選ばれた1個が必ず表示され、もし再選択されなければ捨てられるメカニズムであるため、文脈依存メカニズムありでの選択数が多くなった。

また、検索途中で選択済顔画像を再表示させ何個の選択済顔画像を削除したかを調べると、文脈依存メカニズムなしおよびありの場合では、おのおの平均4.6個と4.0個であった。これらの結果は、再評価メカニズムの必要性を示すと共に、再評価メカニズムがうまく機能したことを示している。

次に、検索者の検索途中での形成イメージの変化に対処するために設けた、次候補の提示画像中に2個のランダム画像を含めるメカニズムについて考察する。文脈依存メカニズムありの場合には、ランダムな画像

の提示がなければ、検索者は検索初期に選んだ画像に類似の画像の中から引き続き選ぶことになる。その場合、類似性が一定方向に進んでしまい、イメージの変更が困難になるであろう。この現象は、検索課題をデータ空間上の最適値探索課題として見た場合、ローカルミニマムに落ち込んだ状態に対応する。この一般的な解法は、ランダム性を導入することである。本システムにおけるランダム提示の機能は、その使用頻度については直接測定しなかったものの、選択された顔が文脈依存メカニズムなしとありの場合で類似している結果から、有効に機能していると推測できる。

ランダム性の与え方、ランダムな画像の提示数の最適値は、検索データの内容により異なるものと思われる。実用システム対応に求める必要がある。

4.2 考 察

本検索方式は、文献2)の分類になじみにくいが、あえて言えば画像・画像型、主観的基準に基づく検索方式であろう。それによれば、利用者ごとの主観的類似度空間を作成し、その空間上で提示されたサンプルやスケッチ等のパターンとデータベース中の各パターンとのずれを評価すればシステムが構成できる。そのためには、比較的少数のキーパターン間の類似度をシステムに示し、システムに物理的画像特徴のパラメータ空間上で、例示学習(統計的学習)をさせれば良く、学習によって、物理的画像特徴パラメータ空間から、主観的類似尺度を反映した主観的画像特徴パラメータ空間に変換する写像を構成できるとしている。しかしながら、今回のように検索者の検索対象イメージがはっきりしていない場合の検索システムでは、この考えを適用するためには非常に困難が伴うであろう。まず主観的基準は多くの場合しっかりしたものではない。心理実験で示されたように、主観的基準は次々に見た画像の影響を受けるので、検索の最中に変動していくものと考えなければならない。さらに、マッピング法則の学習は検索者が限定している場合には有効でも、不特定多数の検索者を想定するシステムではあまり有効ではないだろう。実用システムの構築にあたっては、データベースの内容と検索者の検索特徴を十分調べ、配慮する必要がある。本システムでは、検索途中で検索者自身に何度も評価させ、システムがそれに追従するようにすることで、検索を容易にすることができた。

ところで、本システムでは、言語キーを全く使用せず、曖昧な対象を検索することを前提に議論を進めて

きており、イメージが抽象的であったり、明確である場合については議論しなかった。そのような場合に対する本方式の適用性は、今後の課題であるが、部分的にも言語キーやメニューを使用する方が検索効率の点で望ましい場合もあるだろう。また、検索対象に対する検索者の行動性向を調べておき利用すれば、さらに人間の振舞いに近いユーザインタフェースとなり操作性が向上するであろう。今回の実験では、これらの方式を採用せず、画像の選択による本方式の有効性を確認することを目的とした。

5. おわりに

従来の画像検索方法は、検索者の検索意図が具体的で、そのイメージもはっきりしている場合には有効である。しかし、検索意図が検索途中で変化する場合や、設計者の予期せぬ選択戦略をとる検索者には、システム構成が堅く融通がきかない使いにくいシステムになる。本システムでは、文脈に依存させながら次の候補を選ばせるというように、変更の可能性を取り入れ再評価できるようにした。このため、検索者にとって柔軟性のある使い勝手の良いシステムにすることができた。

本方式は、従来の検索方式と融合することも可能である。例えば、検索意図がある程度しっかりしている場合、候補の絞り込みの段階までは言語キーまたはメニューにより候補を絞り込ませ、そのあとで質の高い理想イメージに到達させるのに本方式を組み合わせる。これにより、検索候補の絞り込みがすみやかに行われ、検索時間の削減が図られるであろう。

今回の実験では簡単な類似度計算を用いたが、それでも満足行く結果を得た。実用システムでは、状況がもっと複雑になるので工夫が必要になるだろう。現実場面での人間の概念形成過程の行動パターンを取り入れれば、もっと使い勝手の良いシステムが構成できると思われる。

本システムでは、好みの顔といった曖昧な画像を検索する場合を想定して議論してきた。実用システムでは、曖昧な対象と明確な対象のいずれの検索も可能な

システムが要求されるであろう。検索対象のイメージが明確なものに対する本方式の適用性は、今後の課題である。

謝辞 本研究を行う機会を与えて下さった ATR 視聴覚機構研究所淀川英司社長ならびに上野圭一室長に謝意を表します。

参考文献

- 1) 坂内：画像検索技術，信学誌，Vol. 71, No. 9, pp. 911-914 (1988).
- 2) 加藤：類似検索機能を持った画像データベースとその設計法，O plus E, No. 142, pp. 141-152, No. 143, pp. 154-164 (1991).
- 3) 笠原，岸本：画像データベースナビゲーション，信学技報，IE 88-46, pp. 71-78 (1988).
- 4) 尾田：図形概念形成過程の文脈依存性とその応用，情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会報告，35-2, pp. 9-16 (1991).
- 5) 柴田，井上：画像データベースの連想検索方式，信学論 D-II, Vol. J 73-D-II, No. 4, pp. 526-534 (1990).
- 6) 栗田，大垣，加藤：主観的類似度に適応した画像検索，情報処理学会論文誌，Vol. 31, No. 2, pp. 227-236 (1990).
- 7) 田邊，大谷：形状類似画像における類似尺度の検討，信学技報，PRU 88-68, pp. 65-72 (1988).
- 8) Medin, D. L. and Smith, E. E.: Concepts and Concept Formation, *Ann. Rev. Psychol.*, Vol. 35, pp. 113-138 (1984).

(平成 4 年 12 月 15 日受付)

(平成 6 年 3 月 17 日採録)



尾田 政臣 (正会員)

昭和 23 年生。昭和 46 年北海道大学工学部電気工学科卒業。昭和 51 年同大学院博士課程修了。同年電電公社 (現 NTT) 武蔵野電気通信研究所入所。昭和 63 年 (株) エィ・ティ・アール視聴覚機構研究所に出向。以来、人間の図形・文字の認識特性ならびにヒューマンインタフェースの研究に従事。現在、(株) エィ・ティ・アール人間情報通信研究所勤務。計測自動制御学会、電子情報通信学会各会員。