短期記憶の保持時間内における位置の想起の精度

正会員 宮 里 勉[†]Accuracy Evaluation on Positions Recalled
from Short-Term MemoryTsutomu Miyasato[†]

Abstract Experimental results are reported for how people accurately recall the location of a point from their short-term memory.

People identify a specified picture by using key words on the objects in pictures and the spatial relationships of those objects to distinguish one picture from another. The layout information in pictures can be used to retrieve them from a database.

However, the layout information given by people is often vague. Therefore, the wider the search area, the longer the retrieval process. On the other hand, the narrower the search area, the greater the risk of missing the target picture.

This study evaluates the accuracy of recalling locations in a picture within the time-span of short-term memory. It is found that the true position is estimated based on an area that represents only 5 % of the picture and which is centered on the position specified.

1. ま え が き

本稿は、位置の記憶における人間の精度に関する実験の報告である。想起される位置の正確さは、検索者が想起した画像内の物体のレイアウト情報を用いる画像検索において、検索の効率に影響する重要な要因である。すなわち、指定された位置と一致したと判断する範囲の大小は、検索時間の長短および検索の成否に影響する。

画像の検索では、文字データを対象とする検索とは

異なり、利用者の意図する画像に対する、文字だけでは表現しにくい情報が重要な検索条件となる。そこで、従来から要素画像の画像内での「位置」、「姿勢」、「大きさ」、「形」や要素画像間の相対的な位置関係を利用したレイアウトによる検索が検討されている^{1)~3)}。それらのレイアウト情報を用いる画像検索では「一度見たことのある画像について思い浮かべるとき、画像の中に存在していた物体などを、それがあつた位置に配置するように頭の中に思い描く」という経験に基づいている⁴⁾。また、検索に関わる想起に関連しては、

キーワード：短期記憶、位置の想起、レイアウト情報、画像検索、要素画像、ユーザインタフェース

[†] KDD 研究所 (〒 356 上福岡市大原 2-1-15, TEL 0492-66-7400)

[†] KDD R & D Laboratories (2-1-15, Ohara, Kamifukuoka-shi, Saitama 356, Japan)

* 現在、ATR 通信システム研究所 (〒 619-02 京都府相楽郡精華町光台 2-2, TEL. 07749-5-1277)

ATR Communication Systems Research Laboratories (2-2 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-02, Japan)

(a)

(b)

写真 1 キーワードのレイアウトによる検索の例
Example of image retrieval depending layout of key words.

人が新聞等の一度読んだことのある記事を再検索する場合、「紙面上の位置」の記憶が重要な手掛かりのひとつであることが報告されている⁹⁾。

レイアウト情報を用いる画像検索は、画像の構図の情報も検索者が指定できるので、単にキーワードを並べて検索するよりも人間を相手に検索の要求を出す形態に近いという意味で、自然なユーザインタフェースである。また、同じキーワードでも画像の右側にあったものか左にあったかを指定できるので、検索候補の絞り込みも速まる。

レイアウト情報を用いる場合、検索用の端末の画面モニタをキャンパスと見立てて、キャンパス内に配置されている車や人などの特定の複数の対象物の位置を指定する。

ところで、レイアウト情報を用いる検索においては、検索者が目的としている画像がうまく検索されるか否かは、検索者が想起した位置の情報が正確であることが前提にある。

しかし、検索者の想起した情報には曖昧性が伴う。検索者が指定した位置を全く信用すれば、検索の範囲が狭まり検索時間が短縮されるが、目的の画像が検索から漏れる危険率は非常に高くなる。逆に、検索者が指定した位置を全く無視すれば、レイアウト情報を用いる利点なくなる。

したがって、システム側でデフォルトの存在範囲を用意しておく必要があり、位置の記憶における人間の精度に関して検討することは、最適な検索範囲を設定する上で重要である。

従来、レイアウト情報を用いる検索では、検索者が想起した位置の正確さについての十分な検討がなされていない。そこで、人間の記憶・想起の特性について

調べることにした。ただし、絵画や風景を人間が記憶する際には、その人にとって何らかのインパクトがあるものがより長く記憶に残るように、記憶の保持の強さが個人の興味の方向と度合いの影響を受けやすいということを考慮しなければならない。

本稿では、画像内のレイアウト情報を用いる検索作業に関わる人間の特性を調べる予備的な実験として、興味の方向と度合いの個人差に関わる前の、短期記憶の記憶保持時間内での想起の精度について測定した。

2. 想起される位置の精度と位置の検索範囲

筆者らは、画像データの検索を目的として、文字による画像内容の抽象化表現に加えて画像内の要素となる部分画像(以下、要素画像と呼ぶ)の位置の情報を用いる画像検索システムを検討している⁹⁾。

この画像検索システムでは、要素画像を成す対象物の特定にはキーワードによる文字言語記述と指定を行い、要素画像の位置およびそれらの位置関係の記述には、その要素画像を指定するキーワードの文字自体をマウスで画面上に配置する。写真1は、4つの象限に分けた画像枠の第4象限に馬車が写っている画像を検索の様子を示している。写真1(a)では、検索者はキーワードの「馬車」という文字枠をマウスで画像枠の第4象限内に配置している。写真1(b)は、検索された結果の画像である。

表1は、53枚の画像を使って1人の被験者が記憶・想起した際の、全体で149個の要素画像の配置における実際の象限を被験者が誤って指定した象限の割合の例である。

表1の例では、画像枠の単純な4分割では、領域の境界付近でのわずかな位置のずれが領域の違いに影響

表 1 画面の 4 象限分割における記憶している象限間の混同率

Confusion matrix among four areas where objects are recalled.

DB 内象限	被験者指定象限			
	I	II	III	IV
I	32.0%	32.0%	12.0%	24.0%
II	29.6%	38.9%	18.5%	13.0%
III	11.5%	14.2%	45.7%	28.6%
IV	20.0%	2.9%	25.7%	51.4%

を及ぼし、想起に基づく領域と実際の領域との一致が低くなったと思われる。また、被験者の内観報告によると、領域の境付近では選択に迷うとのことであった。

そこで、画像条件をあらかじめ幾つかの領域に仮想的に分割しておく場合、細分化すると領域の選択誤差による位置の検索対象領域の増大化を抑えることができる。また、検索者が指定する位置に対して適宜に位置の検索対象領域を設定することもできる。そのため、想起される位置に対して、システム側でデフォルトの検索範囲を設定しておく必要がある。

3. 想起される位置の精度の測定実験

本実験は、蓄積されている画像を構成している物体などの要素画像の位置と検索者が指定した位置との比較をする際に、一致したと判断する範囲をどの程度に設定するか基準を得ることを最終的な目的としている。

絵画や風景を人間が記憶する際には、その人にとって何らかのインパクトがあるものが、より長く記憶に残る。そこで今回の実験では、人によって異なる興味の方向と度合いに左右されずに位置の想起の精度を測定することにして、点を記憶の対象にした短期記憶の記憶保持時間内での想起の精度を測定した。

測定は、画像を構成している要素画像の配置を言葉で指示する際の重要な要因⁷⁾を参考に、表示サイズ、ディスプレイ内での対象物体の位置に注目して、以下の 3 つの実験を行った。

- (1) 1 個の点の位置の記憶・想起における再現誤差の測定。
- (2) 実験(1)に対する点の表示領域の影響の有無の測定。
- (3) 実験(1)に対する記憶用と想起用の画面サイズの影響の有無の測定。

表 2 に、4 章で述べる 3 種類の実験に共通する実験

表 2 実験環境および実験条件

Parameters and conditions in experiment.

(a) 実験環境

装 置	Macintosh II
モニタ	16 インチカラー CRT ディスプレイを白黒モードで使用 (横 1016×縦 767 画素が使用可)
照明	オフィス照明、モニタの輝度は被験者が調整
視距離	40～50 cm (非固定で、被験者の自由設定)

(b) 実験条件

画像枠の形状	正方形
画像枠のサイズ	<ul style="list-style-type: none"> ・実験 1 と 2 では、記憶用と想起用の画像枠は同サイズ (500×500 画素) ・実験 3 では、記憶用と想起用の画像枠のサイズを面積比で、1/7～7/1 の 7 種類
記憶する対象	1 点 (2 画素幅)
記憶のための呈示時間	5 秒
マスキングの時間	2 秒
背景画像	白地
記憶用画像枠の表示位置	ディスプレイの中央
想起用画像枠の表示位置	ディスプレイ内でランダムな位置

環境と実験条件を示す。なお、記憶のための呈示時間の長さの 5 秒は、予備実験を行って経験的に決定した。すなわち、1 個の点の位置の検索・確認の時間には 5 秒あれば目標点の見逃しはなかったこと、また、呈示時間を 5 秒より長くした場合には被験者の集中力の低下が見受けられ、記憶課題に対して逆効果になると思われることによる。また、短期記憶の記憶保持時間の長さとしては 2 秒間に設定した。それは、視覚的情報は刺激が消失した後も約 2 秒間持続する⁸⁾ことや、短期記憶の保持時間は数秒 (4～10 秒程度)⁹⁾といわれていることに基づいている。さらに、Sternberg による文字の知覚像と記憶像との照合過程の実験¹⁰⁾におけるターゲット呈示間隔が 2 秒であることも参考にした。

3.1 実験手順

測定を始める前に、被験者に課題を示して十分な練習を行った。なお、被験者は 20 代と 30 代の 6 名で、1 人ずつ個別に実験した。課題は 50 個の点について行い、全体時間は約 3 分毎の休憩を含めて約 15 分である。

図 1 に被験者の行う課題の流れを示す。

図 1 課題の流れ
Sequence of evaluation test.

- (1) まず、ディスプレイの中央に画像枠を表示し、画像枠内のランダムな位置に 1 個の点を呈示して、被験者にその点の位置を記憶させる。[0~tm1]

ただし、呈示した点を見失わないように、ターゲットを中心としてアイキャッチ用の円をフラッシュ表示する。また、同時にビーブ音を与える。

- (2) 5 秒間の点の呈示の後、想起・再生のための画像枠の表示の前に、残像の消去と記憶の曖昧化を目的として 2 秒間のランダムドットの画像の表示を行う。ランダムドット画像が消えると、ビーブ音とともに想起用の画像枠を表示する。[tm1~tr]

- (3) その後、記憶の時の画像枠と同じサイズの画像枠がディスプレイ内のランダムな位置に表示され、被験者は想起した点の位置をマウスで指定する。ただし、指定までの時間の長さは制限しない。[tr~tm2]

被験者がマウスをクリックして位置を確定すると、画像枠はディスプレイから消える。

[tm2]

以上の記憶・想起の作業を、1 被験者につき 50 回繰り返す。

3.2 実験内容

以下に 3 種類の実験を順に述べる。

- (1) 実験 1：1 個の点の記憶・想起における再現精度

この実験では、一定のサイズの画面内のランダムな位置に一定時間 1 点を表示して、被験者にその点の位置を記憶させた。次に、最初の画面と同じサイズの画面をランダムな位置に呈示して、被験者が想起した点の位置をマウスで指定させた。

目的は、1 点のランダム配置における、呈示位置と被験者が記憶・想起した位置との座標差分の平均値と

図 2 課題位置と被験者が想起した位置との座標差分
(画像枠の辺長=500 dots)

Position error of recalled points and approximation by Laplace distribution.

分散値を測定することである。

以下に実験結果を述べる。図 2 は、500 個の点の位置についての課題位置と被験者が想起した位置とのずれの様子を示したものである。ただし、ディスプレイ画像枠の一辺の長さで正規化している。また座標の差の確率分布は、平均値は 0 (有意水準 $\alpha=0.05$)、標準偏差値 σ は 500×500 ドットの正平方画像枠の 1 辺の長さの約 5% である。

図 2(a) からわかるように、分布の形状はラプラス分布またはガウス分布に近い単峰形をしている。そこで、分布のモデル化としてラプラスまたはガウス分布での近似が考えられるが、適合度の χ^2 検定の結果はいずれの分布も棄却された。(有意水準 $\alpha=0.05$)

- (2) 実験 2：1 個の点の位置の記憶に対する表示画像枠内での領域の影響

実験 1 の 1 個の点の記憶・想起における再現精度の実験において、被験者から、画像枠の近くでは位置を記憶しやすいとの感想があった。したがって、画像枠内の領域によって検索者の位置の記憶精度が影響を受ける可能性がある。

そこで、画像枠内の領域により分布に相違が見られ

図3 表示位置の影響を調べるために仮想的に分割した画像枠の4領域

Picture frame virtually divided into four areas to check spacial effect to easiness of memorization.

図4 画像枠内の4領域での位置ずれの標準偏差
Comparison of standard deviations of position error of four areas in a picture frame.

るかを調べた。実験方法は実験1の場合と同じであるが、記憶用の点を呈示する際に図3に示すように、(1)画像枠の中心部、(2)上下の境界付近、(3)左右の境界付近、(4)4頂角付近、の4領域に区分し、領域毎に均等に課題の点の位置を表示するようにした。ただし、被験者は領域について知らされていない。

図4に、位置ずれの標準偏差値を画像枠の長さの比で示す。画像枠上下の境界付近(領域2)では、X軸の分散がY軸の分散より大きく、一方、画像枠の左右の境界付近の領域(領域3)では、Y軸の分散がX軸の分散より大きい。したがって、記憶用の点の表示領域によって垂直方向と水平方向とで位置の記憶度に差が見られる。

画像枠の中心部(領域1)では、X軸およびY軸の分散が領域3と領域4の小さい方の分散値に近い結果となっている。

図5 記憶用と想起用の画像枠サイズが異なる場合の位置ずれの標準偏差

Standard deviations of position error when picture frame for recalling isn't equal to picture frame used for memorization.

また、画像枠の頂点近くの領域(領域4)で、X軸およびY軸の分散が他の領域での分散より小さい。

なお、位置ずれの標準偏差の値は、画像枠の長さに対して、最小で2%、最大でも6%以下、全体の領域では約4%である。

(3) 実験3：1個の点の位置の記憶に対する記憶用と想起用の画像枠サイズの違いの影響

検索者が画像枠内での要素画像の位置を指定する画像検索の方法において、画像枠のサイズによる影響が考えられる。

例えば、ハガキ大のサイズの画像を見た後、検索システムを使って、その画像を検索する場合を想定する。この場合、検索用の端末モニタ画面のサイズが16インチだとすると、画像枠の相似比率が画像枠内の位置の記憶度に影響すると考えられる。

画像枠の相似比率の影響が大きいと、検索者が指定した位置の曖昧度が大きくなり、画面全体を調べることもなりかねない。なぜならば、検索者が意図している実際の画像のサイズは不明であるし、たとえ検索者が画像のサイズを入力したとしても、そのサイズの情報自体の曖昧度も考慮しなければならないからである。

そこで、画像枠の相似比率によって検索者の位置の記憶度が影響を受けるか否か、影響があるとするとその程度を明らかにするために測定を行った。

実験の基本環境は実験1の1個の点の記憶・想起における再現精度の場合と同じであるが、新たに記憶用と想起用の画面面積のサイズ比を違えた。実験に用いた画像枠のサイズ比は、記憶用対想起用の画像枠の面積比で、1/7, 1/4, 1/2, 1/1, 2/1, 4/1, 7/1の7種類である。

図5は、記憶用と想起用の画像枠サイズが異なる場合の、各サイズ比における標準偏差の比較である。

記憶用と想起用の画像枠のサイズが異なる場合、記憶している画面サイズに対して想起用の画面サイズが小さくなるにつれて、位置の記憶のずれが増大する傾向が見られる。

また、各サイズ比において、想起した位置のずれの標準偏差は画像枠の1辺の長さの3~5%の範囲である。

4. 考 察

実験1の記憶用と想起用の画像枠サイズが等しい場合、想起した位置のX軸およびY軸の座標でのずれの分布は、平均値は0、標準偏差値は画像枠の1辺の長さの約5%である。また、ずれの分布の全体の約99%を含むずれの値を求めると55ドットになる。

したがって、真の点の位置の存在範囲は、検索者が指定した位置を中心として、X軸およびY軸の正負の方向に55ドットの距離以内になり、面積で表すと一辺の長さが500ドットの画像枠の面積の約5%の範囲に相当する。

実験2の1個の点の位置の記憶に対する表示画像枠内での領域の影響の有無については、画像枠内での記憶用の点の表示領域によって、垂直方向と水平方向とで位置の記憶度に差が見られた。すなわち画像枠の上下の水平境界近くの領域と画像枠の左右の垂直境界近くの領域とでX、Y軸のずれの分散値の大小関係の逆転がある。

この理由は、被験者が点の位置を記憶する際に画像枠の周辺の境界を基準にしているためと思われる。そのため、画像枠の垂直の境界を基準にできる左右の境界付近では、X軸方向のずれの分散は小さくなるが、上下の枠の境界を基準に取りにくいY軸方向はずれの分散が増大するものと思われる。

同様に、画像枠の上下の境界付近では、左右の枠の境界を基準に取りにくいX軸方向のずれの分散が増加するものと思われる。

一方、位置の基準を画像枠の中心点に取れる画像枠の中心付近および画像枠の頂角を基準点に取れる頂角付近の領域では、X軸方向およびY軸方向ともにずれの分散が相対的に減少するものと思われる。

以上のY軸の分散とX軸の分散との差に関連して、垂直・水平錯視現象での説明が考えられる。垂直・水平錯視現象では、水平方向と垂直方向との間の感度の相違により、同一の長さの縦線と横線でも、縦線は横線よりも長く見える傾向にある¹¹⁾。

しかし、垂直・水平錯視現象だけでは、領域3におけるY軸の分散とX軸の分散との差が領域2の場合よりも顕著となる理由づけはできても、領域3と領域4でのY軸の分散とX軸の分散との大小の逆転が説明できない。したがって、Y軸の分散とX軸の分散の大小の差の説明に関しては、今後さらに詳しい測定が必要である。

以上、表示領域の違いによる想起の位置ずれの標準偏差は、画面枠の長さの2~6%の範囲に収まっており、領域全体では約4%である。ここで、被験者が指定した位置を中心として設定する検索範囲を考えると、図2(a)のような分布からは、領域全体の場合の標準偏差で置き換えたとしても、それより大きい偏差値を持つ領域での真の位置が検索範囲内に存在する確率の減少はわずかである。また、実際の偏差値が領域全体の場合よりも小さい場合には、逆に真の位置が検索範囲内に存在する確率が増す。

したがって、表示領域の影響については、検索者が指定した位置毎に検索の対象範囲を変化させなくても、領域全体から求めた想起の位置ずれの標準偏差を用いてよいと思われる。

実験3は、人間の認知機能における拡大縮小の操作上での曖昧性の付加の影響を考慮したものであるが、被験者はサイズの変化に対応して想起する位置の調整をしていることを示している。

実験1~3の全体を通しては、想起自体の精度以外に、再現精度に影響する他の要因が考えられる。すなわち、マウス操作の不確かさに起因するものであり、腕の動作特性の影響とポインティング動作中の視線の移動の影響である。

腕の動作特性の影響に関しては、被験者が意図した位置に正確にマウスを止めることができないということである。今回の実験では、呈示した点の位置の記憶から想起するまでの時間は統制しているが、被験者が想起した位置をマウスで指定するのに要する時間は制限していない。そのため被験者は、位置を確定するまで調整を繰り返してよいので、マウスの操作速度を意識することなく楽な速度で作業すると思われる。点のターゲットを表示したままでのポインティング精度の測定の結果では、ポインティングのずれの標準偏差は1.5ドット以下と全体の標準偏差の15分の1の大きさである。したがって、マウス操作の不確かさにおける腕の動作特性の影響は無視できるとと思われる。

一方、ポインティング動作中の視線の移動の影響に関しては、いったん点の位置を想起した後にカーソルをその位置に移動させる間に、想起した位置が曖昧に

なる恐れがある。すなわち、マウスを使用する場合には、まずカーソルを探した後にカーソルを目標位置に向けて動かす場合が多い。また、カーソルの移動中にも目標位置とカーソルとの間での視線の行き来が起るので、その間に想起した点の位置が曖昧になっていくことが考えられる。しかしながら、今回の実験では視線移動の影響について測定できていない。

マウス操作における視線移動とマウスの動きの運動様式については測定がなされており、文献12)では、マウス操作の経験がない初心者による実験において、視線が目標とマウスの間を行き来する運動様式は発生頻度が非常に低いことが報告されている。また文献13)では、マウス操作の習熟者を被験者として、マウス操作での手の2相の動作特性と眼球運動との関係を検討しており、眼球を動かさずとも周辺視でマウスが制御されることを明らかにしている。今回の実験条件である視距離約50 cm、画像枠の辺長約17 cmと比較すると、文献12)ではカーソルの最大移動距離が視角からの換算で約8 cmと短いので直接の対応は難しいが、文献13)ではカーソルの最大移動距離が15 cmと実験条件が似通っており、マウス操作に慣れた者を被験者としていることも同じである。したがって、ポインティング動作中の視線の移動は少なく、想起した位置の指定の際の誤差の影響は小さいものと考えられる。

ところで文献14)では、マウスによるポインティング操作に、視線によるカーソル表示位置判定機能を組合せたポインティング手法が提案されている。この手法では、被験者の注視している位置を検出して視点位置にカーソルを発生させ、微調整用にはマウス操作でカーソルを目標に移動する。したがって、視線を併用した場合には、常に注視点の近くにカーソルが表示されるので、被験者はカーソルを探すことなく指示動作を行うことができる。

したがって、目標位置とカーソルとの間での視線の往復を減らしてカーソル操作による実験誤差の混入を厳しく抑えるには、視線検出を併用したマウスポインティング方式の使用が有効と思われる。また今回は点の位置の想起に関する測定であったが、今後の想起する目標物が大きさを持っている場合の実験では、タッチパネルの使用によりポインティングエラー率の影響と視線移動の影響を抑えることも可能と思われる。

ところで、今回の測定結果を心理測定の観点から考察すると、刺激と弁別閾に関するウェーバの法則との関連が考えられる。すなわち位置ずれの標準偏差値を刺激における弁別閾として ΔS で表し、また点位置の

想起再現用の画像枠の一辺の長さを S とすると、記憶用と想起用の画像枠の間の7種の面積比において、 $\Delta S/S \approx 5\%$ とほぼ一定である。原著が入手できないので不確かだが、線分の長さに関するウェーバ比は $1/30^{15)}$ あるいは約 $1/100^{16)}$ とのことである。弁別閾 ΔS に標準偏差値を用いるか、あるいは重み付けするかなどの弁別閾の定義により値は異なるが、今回の測定結果の $\Delta S/S \approx 5/100$ は前述の値に近いものである。ただし、位置を記憶する時点の刺激自体にすでにウェーバ比の範囲で曖昧さを伴っているのか、それとも想起する際に曖昧になるのかについてはわからない。

以上、実験1から実験3までの結果から、2秒間の短期記憶保持時間内において、想起した位置のずれの分布は、真の位置を中心として標準偏差が画像枠の1辺の長さの約5%としてよいと思われる。

5. む す び

画面内で想起される点の位置の精度を短期記憶の保持時間内で測定し、以下の結果を得た。

- (1) 被験者が想起した点の位置は真の位置からずれており、座標の差の分布は平均値0で標準偏差 σ は画像枠の1辺の長さの約5%である。また、被験者が指定した位置を中心とする真の位置の探索範囲は、画像枠の面積の約5%の範囲である。
- (2) 画像枠内の領域によって、距離の基準の設定が容易な領域では、位置のずれが小さくなる傾向が見られるが、領域全体の場合の標準偏差値で置き換えたとしても、真の位置が検索範囲内に存在する確率への影響は小さい。
- (3) 位置を記憶する際の画面サイズと想起用の画面サイズが等しくない場合、記憶している位置のずれの標準偏差はサイズ比と比例関係になく、画像枠の長さの5%以内に収まっている。

したがって、絵葉書で見覚えのある画像を再度モニターで検索するように、記憶した元の画面サイズと想起用の画面サイズが等しくない場合でも、画面サイズの違いの影響は考慮する必要はない。

今回報告した実験結果は、記憶保持時間の長さが短期記憶の時間内であり、人間が持つ位置関係の記憶の精度についての基本的なものである。また、記憶の対

象は1個の点であり、日常的に行われる何らかの印象を伴う対象物の配置の記憶とは、記憶の精度が異なる可能性がある。

今後、位置の記憶の精度に影響すると考えられる対象物体の形状、大きさなど、他の要因⁷⁾の影響およびそれらの経時変化についても確認し、検索時のユーザインタフェース設計におけるパラメータの設定に反映させる予定である。

日頃ご指導頂く羽鳥テレマティクスグループリーダーに感謝します。画像検索のユーザインタフェースに関してご討論頂いた山田主幹研究員、マルチメディア端末グループ野村担当主査およびテレマティクスグループの各位に感謝します。また、被験者として実験にご協力頂いた皆様に感謝します。

実験手順の図示のための原図の使用および変更に快諾頂いた、ATR 視聴覚機構研究所の本郷仁志氏に深謝致します。

【参 考 文 献】

- 1) 浜野輝夫, 小倉健司: “作図プロセッサを用いた画像類似検索手法の検討”, 信学技報, IE 87-88 (1987)
- 2) S. K. Chang, C. W. Yan, D. C. Dimitroff, T. Arndt: “An Intelligent Image Database System”, IEEE Trans. on Softw. Eng., SE-14, 5, pp. 681-688 (1988)
- 3) 饗場 潔, 永田 尚, 松本陽一郎, 横山光男, 松下 温: “画像検索におけるインタフェースの提案”, 情処学 HI 研報, 37-6 (July 1991)
- 4) 西山晴彦, 饗場 潔, 横山光男, 松下 温: “略画作成による画像検索システムのインタフェース”, 信学技報, SP 92-67, HC 92-44 (Sep. 1992)
- 5) 坂 朋子, 小澤英昭, 小林直樹: “新聞記事検索における行動の変化について”, 情処学ヒューマンインタフェース研資 45-7, 情処学情報メディア研資 8-7 (Nov. 1991)
- 6) 小野宏二, 笹野義二, 菅谷史昭, 宮里 勉: “位置情報を用いた画像検索手法”, 1991 年信学春季全大, D-434
- 7) 島 則之, 高橋友一, 小林幸雄, 山下紘一: “ヒューマンインタフェースにおける図形指示言語の評価実験”, テレビ学技報, VVI 88-63 (1988)
- 8) R. L. クラッキー 著, 箱田裕司, 中溝幸夫 共訳: “記憶のしくみ I”, サイエンス社 (昭和 59 年)
- 9) 樋渡涓二 編著, 樋渡涓二, 安田 稔, 大串健吾, 斉藤英昭 著: “視聴覚情報概論”, 昭晃堂 (昭和 62 年)
- 10) 田崎京二, 大山 正, 樋渡涓二 編: “視覚情報処理”, p. 362, 朝倉書店 (1976)
- 11) 和田陽平, 大山 正, 今井省吾 編: “感覚・知覚心理学ハンドブック”, 誠信書房 (昭和 60 年)
- 12) 石井淳一, 田村 博: “マウス操作における眼および手の時間的協調について”, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, 4, pp. 281-286 (1988)
- 13) 吉田 剛, 田村 博: “マウス操作における眼球運動の解析”, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, 4, pp. 287-290 (1988)
- 14) 飯田宗夫, 伴野 明: “頭部の動きを許容した注視点検出装置と指示入力への応用”, 信学論 D-II, J74-D-II, 4, pp. 520-527 (1991)
- 15) 増山英太郎, 小林茂雄: “センソリー・エバリュエーション”, p. 104, 垣内出版 (1989)
- 16) J. P. ギルホード 著, 秋重義治 監訳: “精神測定法”, p. 31, 培風館 (1959)

みやざき とつむ
宮里 勉 昭和 53 年, 東京工業大学大学院修士課程修了。同年, 国際電信電話(株)に入社。以来, 研究所において, 静止画像, 描画像の高効率符号化, VIDEOTEX 画面表示変換, HI の研究に従事。平成 5 年より, ATR 通信システム研究所知能処理研究室所属。工学博士。正会員。