

対象空間における印象に合致する配色の検索および学習機構を有するカラーコーディネートシステムの実現方式

金子 珠 生[†] 清 木 康[†]

データベース検索の分野において、様々なメディアデータから人間が受ける印象や感性などの情報をいかに扱うかが重要な研究課題となっている。本稿では、部屋における色彩・配色とそれらから人間が受ける印象・感性の関係に注目し、色彩心理学の知識や個人の配色センスに関する情報を用いて、個人の感覚に合致した色彩の組み合わせを抽出するカラーコーディネートシステムの実現方式を提案する。本システムでは、色彩心理学の知識によって得られる配色と印象語の関係を基本知識として構成する。そして、その基本知識を、配色と印象の関係についての専門的な知識やセンスを持ったユーザによる学習プロセスによって修正する。その際、色の組み合わせ自体と印象語の関係に関する第1段階の学習と、それらの色を実際の対象空間に配置した状態と印象語の関係に関する第2段階の学習を設定し、色が実際に空間に配置される場合における印象の変化に対応する学習機能を実現する。学習された印象語を用いた意味的連想検索の適用により、本システムに配色案を問い合わせるユーザは、任意の印象語に対応する配色の提案を獲得することが可能となる。

1. はじめに

近年、データベースの扱うコンテンツは文字・数値データから画像や映像、音楽といったメディアデータへと広がりをみせている。これらメディアデータから受け手が読み取るメッセージや印象は、個人の感性により異なる。そのため、こうしたデータを扱うマルチメディアデータベースにおけるデータの位置付けと検索には、個人の感性が影響を与えることを考慮しなければならない。こうした問題意識から、今日では、検索者の感性と合致する情報獲得を実現する感性検索システムの研究が盛んに行われている。⁹⁾ その中で、色彩と感性の関係を扱うカラーコーディネートシステムは、服飾品やインテリアなどの商品デザインの支援や、配色のアドバイスを實現するシステムとして有効活用が期待され、研究が行われている。例えば、配色事例を蓄積し色彩の類似度や色調語から検索できる機能を持つ色彩感性データベースの研究¹⁰⁾ や、テキストデザインにおける配色の選定を計算機によって實現する研究¹¹⁾ が挙げられる。

配色と印象の関係を情報として扱うにあたっては、次のような問題が考えられる。まず、配色と印象の関係は一元的に定義できるものではないということから起きる問題があげられる。色彩心理学の知識の体系化は進み、その研究成果である配色と印象語に関するデータが蓄積しつつあるが、それらをそのままメタデータ

として利用するだけでは検索者のイメージに合った結果を出力できる可能性は低い。なぜなら、検索者は心理学的効果を求めて配色案を問い合わせるとは限らず、むしろそのような一般性を欠いた、個性的な配色案を求める場合も考えられるためである。このような問題に関しては、検索者が受ける印象の個人差へ対応する学習機構の研究⁵⁾ が提案されている。

一方、配色から受ける印象を考える際の問題として、実際に色が配置される対象物からの影響を考慮しなければならないことが挙げられる。色の組合せを実際の対象物に配置した時、純粋に色だけから受けていた印象と、対象物に配置した時との印象との間にずれが生じる可能性がある。この問題は、色を配置した対象物の形状や、使用目的といった意味の付加に影響されることから生じると考えられる。色のみを組合せだけでなく、それをどういった対象物に配置するのかという条件に対応した配色案を出力することが理想的である。

以上のような問題が、色彩と感性の関係を扱うカラーコーディネートシステムの実現において取り組むべき課題として挙げられる。

本論文では、対象物の影響を考慮した配色案の抽出に重点を置き、部屋という空間における配色と印象・感性の関係に注目し、検索者の嗜好に合う配色案を提示するカラーコーディネートシステムの実現方式を提案する。

本方式の特徴は、配色と印象の関係についての学習を2段階で行うことにより、色の組合せから受ける印象に関してのみならず、それらの色が実際の対象空間

[†] 慶應義塾大学 環境情報学部

Faculty of Environmental Information, Keio University

に配置された状態における印象に対応する学習が可能となる点である。

本方式では、色彩心理学の知識によって得られる配色と印象語の関係を基本知識として構成する。そして、その基本知識を、配色と印象の関係についての専門的な知識やセンスを持ったユーザによる学習プロセスによって修正する。その際、色の組み合わせ自体と印象語の関係に関する第1段階の学習と、それらの色を実際の対象空間に配置した状態と印象語の関係に関する第2段階の学習を設定し、色が実際に空間に配置される場合における印象の変化に対応する学習機能を実現する。学習された印象語を用いた意味的連想検索の適用により、本方式により実現されるシステムに配色案を問い合わせるユーザは、任意の印象語に対応する配色の提案を獲得することが可能となる。

2. 提案方式

2.1 提案方式

本方式では、色彩心理学により体系化された、配色と印象語の関係を基本知識として構成する。¹²⁾ これは、3つの色の組合せとその配色から人が受ける印象を表す形容詞を記述したものである。この基本知識を、我々の研究で提案している意味の数学モデル¹⁾を拡張した意味的連想検索機構⁴⁾に適用し、その学習機構⁵⁾において修正する。修正は、色彩・配色と印象の関係について専門的な知識やセンスを持つユーザにより行われる。このプロセスによって、特定の個人の知識・センスを情報として格納することができる。

この修正のプロセスにおいて、学習は2段階に分けて行う。第1段階の学習は、色の組み合わせ自体と印象語の関係に関する学習である。この学習は、人間の感性と色の組合せを対応させるための学習として位置付けられる。これは対象空間に依存しない段階の学習であり、その学習結果は様々な対象空間への応用に適用できる。第2段階の学習は、それらの色を実際の対象空間に配置した状態と印象語の関係に関する学習である。この学習により、色が実際に配置される対象空間での印象への適合を実現することができる。

また本方式は、3色による配色を対象とした検索において、配色の基調となる1色を明示的に指定できる機能を持つ。インテリアコーディネートの配色の分野の知識によると、インテリアのコーディネートには頻繁に使われる基本的な色が7色ある。¹⁴⁾例えば、検索者がこの7つの色のうちの1色である白を含んだ3色の配色案を問い合わせたいと要求する場合、白を含むデータのみをパターンマッチ検索で絞り込み、それらのデータに対して意味的連想検索を適用する。基調となる1色(基調色)は指定しないことも可能で、検索者のイメージの固まり具合に合わせてより適切な配色案を抽出することが可能となる。また、インテリアコーディネートの配色の専門知識である基本の7色を

使用することで、部屋という対象空間における印象とより合致する配色案を出力することが期待できる。

最終的に、学習機構を適用したシステムに配色案を問い合わせる検索者は、印象語、対象空間、基調色の三つを検索条件として設定することができる。

以下に、本方式で提案するプロセスを大きく分けて2つの視点で分類し、図示する。1つは配色の知識とセンスを学習させる学習機構利用者による学習プロセス(processA)であり、もう1つは配色案を問い合わせる検索者による検索のプロセス(processB)である。

ProcessA: 学習機構利用者による学習

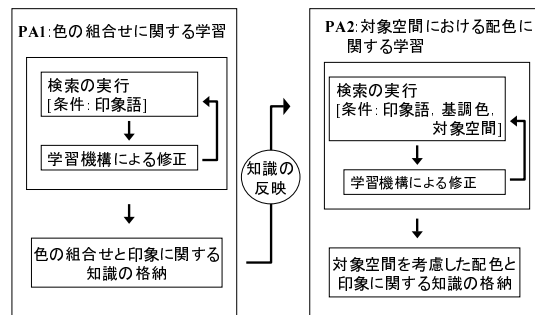


図1 学習機構利用者による学習プロセス

ProcessB: 配色案を問い合わせる検索者による検索

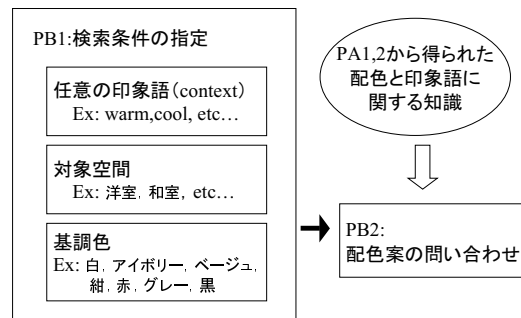


図2 配色案を問い合わせる検索者による検索プロセス

- 学習機構利用者による学習プロセス (processA)
 - process-A1 色の組合せと印象語に関する関係を自らの知識とセンスに沿って学習させる。
 - process-A2 process-A1 で学習させた知識を用いて、色を対象空間に配置した状態における配色と印象語の関係を自らの知識とセンスに沿って学習させる。

図1に学習の流れを示す。

- 配色を問い合わせる検索者による検索プロセス (processB)

process-B1 配色案の検索の条件として, context として与える印象語, 基調色, 対象空間を指定する.

process-B2 学習機構利用者により学習・格納された知識を用いて配色案を問い合わせる.

図 2 に学習の流れを示す.

2.2 2 段階の学習プロセスについて

学習機構利用者による学習プロセスには, 2 段階のプロセスを設置した. それぞれについて詳細を述べる.

2.2.1 第 1 段階の学習プロセス

本方式では配色と印象に関する基本知識として「カラーイメージスケール」¹²⁾を参照し, その色彩・配色と印象語の関係についての情報を知識として構成した. この基本知識は, 一般的に人が配色に対して受けるであろう印象についての知識であるが, 配色から人が受ける印象とは様々な要因に影響を受けるため, 色彩心理学の知識であっても, 配色案を抽出するシステムの基礎として利用するのに十分であるとは言えない.

本方式では, 学習機構利用者による第 1 段階の学習プロセスにおいて, 基本知識の修正を行い, 特定の個人の配色知識やセンスを反映した配色案を抽出するよう調整する. この学習プロセスにより, 心理学で統計的に裏付けられた配色案を出力することはできなくなるが, 心理学や一般性の枠にはまらず, 個人の知識と感覚に合致した配色案を出力することが可能となる点で, 特定の人間の感性に対して, より満足度の高い出力結果を導けると考える.

2.2.2 第 2 段階の学習プロセス

カラーコーディネートシステムに配色案を問い合わせる検索者は, 色を配置する対象物を具体的に思い描き, その対象物に合う配色を欲する場合が多いと考えられる. 本方式では, 対象物の例として部屋空間を採り上げ, 様式や機能の異なるそれぞれの部屋において検索者の与えた印象語と最も近い印象を持つ配色案を抽出するための第 2 段階の学習プロセスを設置する.

例えば洋室と和室では, それぞれが洋風・和風の独特の特徴を持つ家具や色使いを持ち, 同じ印象語に対しても異なる配色案の抽出が期待される. 和室ではいわゆる派手な色は使われにくく, 畳や障子といった色の限定された要素も多いが, 洋室は比較的多彩な色が使われるというように, 対象空間の特徴が配色に影響を与える. また, 同じ洋室でも, 書斎と子供部屋というように, 使用する人物の年齢や使用目的に違いがある場合, 同じ印象語においてもそれぞれの部屋空間の持つ特徴に合わせた配色案を抽出することが期待される.

本方式では, 学習機構利用者による第 2 段階の学習プロセスにおいて, 第 1 段階の学習で得られた色の組合せと印象に関する知識をもとに, 対象空間に色を配置した状態における配色と印象の関係について学習機

構を適用する. この学習によって, 色の組合せのみから受ける印象と, それらの色を対象空間に配置した状態から受ける印象とに違いが生じる場合においても適切な配色案の抽出が可能となると考える.

3. システムの実現

本研究では, 提案方式に基づき, 対象空間における印象に合致する配色案を抽出するシステムを実現した. システムは大きく分けて, 以下の 3 機能により構成される.

- 基調色の指定に基づき情報を絞り込む pattern match 検索機能.
- 言葉の意味の相関度を計る意味の数学モデルを拡張した意味的連想検索機構により, メディアデータに付与されたメタデータと検索の印象語との意味的な距離を計り ranking 出力する検索処理.^{1)~4)}
- 意味的連想検索機構における出力結果を修正する学習機構.⁵⁾

図 3 に本システムの実現方法を示す.

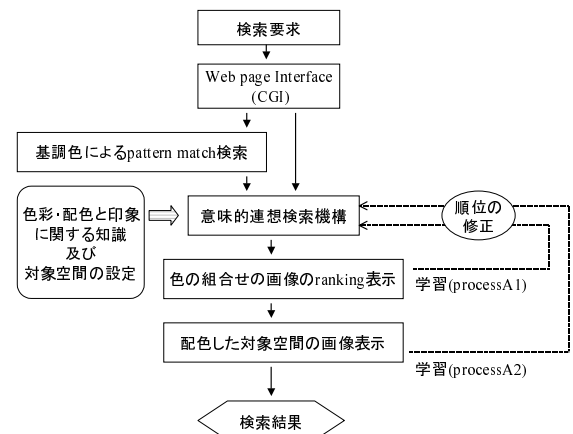


図 3 システムの実現方法

3.1 システムにおける処理プロセス

実現方法におけるシステムの処理の過程を示す.

- (1) WebPage をインターフェイスとして検索要求を受け, CGI により情報を検索機構へ送る.
- (2) 基調色の指定があった場合, pattern match 検索で絞りこむ.
- (3) 配色と印象の関係の知識と, 具体的な対象空間の設定の情報を組み込んだ意味的連想検索機構による検索を行う.
- (4) 検索要求として受けた印象語と意味的に近いメタデータ (印象語) を持つ 3 色の組合せの画像を ranking 表示する.
- (5) 学習の要求を受けた場合, processA1 により ranking の修正を行う.
- (6) 配色した対象空間の画像を表示する. (検索結果の出力)

- (7) 学習の要求を受けた場合, processA2 により ranking の修正を行う.

3.2 メディアデータについて

本システムにおいて実際の検索を実行するために格納したメディアデータについて一例を述べる.

今回は, 配色のメディアデータ(画像データ)は「カラーイメージスケール」から, インテリアの基本の7色を含むものを中心に21パターンを選択し, 格納した. 1つのパターンは3つの色から成っており, 各色はマンセルの表色系に従い示されている. なお, 画像はマンセル表色系をCMYKに変換し表すことでデジタル画像として作成した.

対象空間としては, 洋室と和室の二つのタイプの部屋空間を想定した. 各配色のデータに対応して配色した部屋空間のメディアデータ(画像データ)を作成し, 格納した. 配色画像には, その3色を実際に配置した部屋空間の画像へのハイパーリンクを設定した.

3.3 基調色の指定による pattern match 検索

検索者が基調色を指定した場合, まず全配色データから, 指定された色を基調とする配色のみを選び出す必要がある. それぞれの配色について基調色を定義するために, 各配色名の基調色についての情報を記述したデータを作成する. このデータをプログラムが読み込み, 指定された基調色と一致する基調色を持つ配色を pattern match 検索の実行により, 出力する. 各配色の基調色を記述したデータの一覧を以下に示す.

[配色名]	[基調色]
RP_Vp-#9.5-G_Vp	white
Y_Lgr-Y_Vp-YR_Lgr	ivory
YR_L-Y_Vp-GY_Lgr	beige
#1.5-#7-PB_Dk	navy
R_V-#9.5-YR_B	red
BG_Gr-#9-#5	gray
#1.5-B_Vp-BG_V	black
GY_B-#9.5-PB_B	white
RP_P-Y_Vp-B_Vp	ivory
YR_P-YR_L-R_Vp	beige
PB_Dk-#9.5-BG_B	navy
R_V-Y_DI-Y_V	red
#6-GY_Gr-R_Dgr	gray
#1.5-#9.5-PB_V	black
#8-#9.5-PB_L	white
YR_B-Y_Vp-G_B	ivory
YR_DI-R_Lgr-YR_L	beige
B_Dp-PB_Vp-PB_Dk	navy
R_V-#9.5-#1.5	red
B_Dk-#9-#5	gray
#1.5-PB_DI-#7	black

3.4 意味的連想検索機構の概要

ここでは, 3色配色の画像というメディアデータを対象とした意味的連想検索機構について概説する. 意味的連想検索方式は本来, 言葉の意味的な距離を扱うためのモデルである. 詳細は, 文献 [1][2][3][4] に述べ

られている. 本システムでは, 配色データにメタデータを与えることにより, データを言葉として表現し, 検索語との意味的距離を測る.

3.4.1 意味の数学モデルの基本構成

人間が様々な印象を表す際に用いられる単語(以下, 印象語)によって表現した問い合わせに対応したメディアデータを検索することを目的とした意味の数学モデル¹⁾によるメディアデータ検索方式の概要を示す.

(1) メタデータ空間 MDS の設定

検索対象となるメディアデータをベクトルで表現したデータをマッピングするための正規直交空間(以下, メタデータ空間 MDS)を設定する.

(2) メディアデータのメタデータをメタデータ空間 MDS へ写像

設定されたメタデータ空間 MDS へメディアデータのメタデータをベクトル化し写像する. これにより, 検索対象データのメタデータが同じメタデータ空間上に配置されることになり, 検索対象データ間の意味的な関係を空間上での距離として計算することが可能となる.

メディアデータ P には, メタデータとして t 個の印象語 w_1, w_2, \dots, w_t が以下のように付与されていることを前提としている.

$$P = \{w_1, w_2, \dots, w_t\}. \quad (1)$$

各印象語は, ベクトル表現された特徴を持っている.

$$w_i = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{in}). \quad (2)$$

各メディアデータは, メタデータとして付与されている t 個の印象語が合成されベクトル表現された後, メタデータ空間 MDS へ写像される.

(3) メタデータ空間 MDS の部分空間(意味空間)の選択

検索者は与える文脈を複数の単語を用いて表現する. 検索者が与える単語の集合を context と呼ぶ. この context を用いてメタデータ空間 MDS に各 context に対応するベクトルを写像する. これらのベクトルは, メタデータ空間 MDS において合成され, 意味重心を表すベクトルが生成される. 意味重心から各軸への射影値を相関とし, 閾値を超えた相関値(以下, 重み)を持つ軸からなる部分空間(以下, 意味空間)が選択される.

(4) メタデータ空間 MDS の部分空間(意味空間)における相関の定量化

選択されたメタデータ空間 MDS の部分空間(意味空間)において, メディアデータベクトルのノルムを検索語列との相関として計量する. これにより, 与えられた context と各メディアデータとの相関の強さを定量化している. この

意味空間における検索結果は、各メディアデータを相関の強さについてソートしたリストとして与えられる。

また、メディアデータを特徴づける特徴の数が多い場合、どのような意味空間が選ばれても、意味空間におけるメディアデータのノルムが大きくなる傾向がある。そのため、本来、文脈との相関が強いと考えられるメディアデータベクトルのノルムよりも、特徴の数が多いメディアデータベクトルのノルムが大きくなってしまい、適切な抽出が行われないことがある。そのため、メタデータ空間でのメディアデータベクトルを 2 ノルムで正規化している。

3.5 配色画像データの意味的連想検索におけるデータ構造

意味的連想検索機構を使用するにあたって、空間生成用・検索対象用・検索語用の 3 つについてデータが必要となる。配色の画像データに意味的連想検索を適用するにあたって格納したデータを以下でそれぞれ説明する。

● 空間生成用データ

空間生成用のデータとは、検索対象用メタデータ、及び検索語用データを射影する空間を定義するためのものである。具体的には、Longman Dictionary of Contemporary English¹³⁾ の単語約 2000 語を使用し、ベクトル空間を形成した。

● 検索対象用メタデータ

検索対象となるメタデータを定義する。具体的には、「カラーイメージスケール」¹²⁾ から抜粋した 21 パターンの配色名と、それらの配色を表している形容詞（配色イメージ語）である。配色名は、マンセル表色系に従って各単色を表し、それをつなぐことで表した。これらのデータと空間生成で使用した Longman Dictionary of Contemporary English¹³⁾ の単語約 2000 語との相関をとりベクトル空間にマッピングする。

【検索対象用メタデータ一覧】

RP_Vp-#9.5-G_Vp romantic soft
Y_Lgr-Y_Vp-YR_Lgr gentle natural
YR_L-Y_Vp-GY_Lgr natural soft
#1.5-#7-PB_Dk formal modern
R_V-#9.5-YR_B bright casual
BG_Gr-#9-#5 chic elegant
#1.5-B_Vp-BG_V modern cool1

GY_B-#9.5-PB_B fresh clear
RP_P-Y_Vp-B_Vp dreamy romantic
YR_P-YR_L-R_Vp familiar natural
PB_Dk-#9.5-BG_B sharp modern
R_V-Y_DI-Y_V hot2 dynamic
#6-GY_Gr-R_Dgr modest chic
#1.5-#9.5-PB_V sharp modern

#8-#9.5-PB_L simple clear
YR_B-Y_Vp-G_B open3 natural

YR_DI-R_Lgr-YR_L elegant calm
B_Dp-PB_Vp-PB_Dk masculine modern
R_V-#9.5-#1.5 bold dynamic
B_Dk-#9-#5 earnest formal
#1.5-PB_DI-#7 modern metallic

● 検索語用データ

検索者が検索にもちいる単語を定義する。同じく Longman Dictionary of Contemporary English¹³⁾ の単語約 2000 語を使用し定義づけ、ベクトル空間にマッピングする。

以上のデータを用意することで、配色データを定義する言葉（印象語）と検索者が入力する言葉（印象語）が同じ空間上にマッピングされ、それぞれの言葉の間の意味的距離を測ることができる。その結果、検索語に相応した配色画像を出力することができる。最終的には、それらにリンクされた、部屋空間に色を配置したイメージを得る。

3.6 意味的連想検索機構における学習機構の概要

ここでは、意味的連想検索機構における検索結果の ranking の修正を行い学習させるシステムについて概説する。詳細は、文献 [5] に述べられている。

3.6.1 学習機構の基本構成

本学習機構では、文脈から得られたメディアデータが、本来抽出されるべきものと異なる場合、抽出されるべきメディアデータを指定することにより、文脈を構成している言葉について学習を行う。本学習機構を適用することにより、メディアデータの印象表現における個人差に対応することが可能となる。

本学習機構では、メディアデータのメタデータは、複数の検索者が利用する正しく定義された共有資源であると考え、検索者の印象やメディアデータの内容を表す文脈を構成する際に検索者が利用する検索語群に対応する検索語ベクトルを検索者ごとに修正する。つまり、ある文脈から連想されるメディアデータが検索者の印象に合うデータとなるように、検索語の特徴づけを修正する。

以上の学習機構を、意味重心の移動、および、その移動量の検索語への反映の 2 段階の処理によって実現する。

(1) 意味重心の移動

検索者の印象やメディアデータの内容を示す文脈を表す検索語列と、その文脈と最も相関が強くなるべきメディアデータに対応するベクトルが与えられたとき、検索語列の表す文脈とメディアデータの相関が最も強くなるように意味重心の移動を行う。

(2) 検索語ベクトルの修正

検索語列により定まる意味重心が、新しい意味重心になるように、検索語列を構成している検索語ベクトルを修正する。もとの意味重心が

ら新しい意味重心への移動量を検索語列を構成している検索語ベクトルに反映させる。

4. 実験と考察

提案方式に基づき実現したシステムについて、実際の検索結果の例を示す。また、有効性を評価する実験を行いその考察を述べる。実験では、2段階の学習プロセスが検索結果へ与える影響について評価する。なお実験の対象となるシステムは、色彩・配色と印象の関係についての色彩心理学の知識を持つユーザによる学習プロセスを経たものである。

4.1 検索と出力結果の具体例

例として、検索条件を[対象空間:洋室, 印象語(context):light bright, 基調色:ページュ]として検索した場合の出力結果と、context と基調色の指定は同一で対象空間を和室として検索した場合の出力結果とを示す。学習結果を反映し、同一の context においても、対象空間によって配色との相関度が異なって出力されることを確認する。

- 洋室を対象とした検索 (図 4)

対象空間：洋室

context：light bright

基調色：ページュ

result：

順位	配色名	相関度
1	YR_P-YR_L-R_Vp	0.191740
2	YR_L-Y_Vp-GY_Lgr	0.188118
3	YR_DI-R_Lgr-YR_L	0.167068

- 和室を対象とした検索 (図 5)

対象空間：和室

context：light bright

基調色：ページュ

result：

順位	配色名	相関度
1	YR_DI-R_Lgr-YR_L	0.166500
2	YR_L-Y_Vp-GY_Lgr	0.136651
3	YR_P-YR_L-R_Vp	0.122994

4.2 実験

実験では、検索結果の ranking と正解の ranking との違いを各学習段階において数値化し、検索結果に対する学習プロセスの影響を評価する。

検索結果を学習の段階別という視点から捉えると、学習前の段階、第1段階の学習後、第2段階の学習後の3段階のそれぞれにおいての出力が考えられる。こ

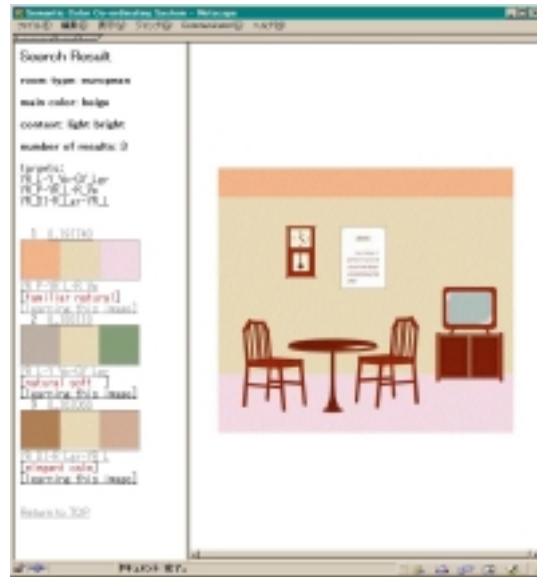


図 4 洋室を対象とした検索結果

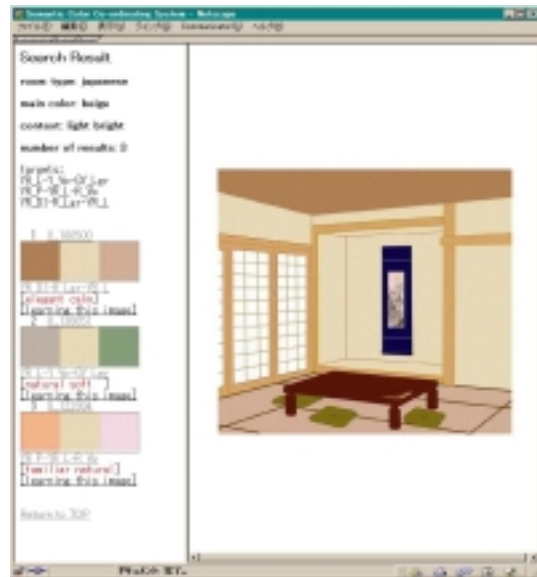


図 5 和室を対象とした検索結果

の3つの段階それぞれにおける検索結果の上位3位までの ranking 結果と正解の上位3位までの ranking とを比較し、学習段階が進むことで検索結果が正解に近づくことを示す。

正解については、学習機構を利用した人物とは別の色彩・配色と印象の関係についての知識を持つ人物に、その知識を踏まえての順位付けを依頼し、正解として定めた。具体的には、1つの対象空間において5種の印象語(warm, cool, soft, familiar, modern)それぞれに合致する配色を第3位まで定めた。

実際の検索は対象空間を洋室、基調色を無しとし、5種の印象語(warm, cool, soft, familiar, modern)それぞれを context として与える5パターンの検索を行った。

以下で、検索結果を2つの評価方法により評価し、考察する。評価方法1では、検索結果の ranking の順

位付けが正解と一致することを重視する．評価方法 2 では，検索結果の ranking の 1 位が正解と一致することを重視する．

4.3 評価方法 1

ここでは，学習段階を経るごとに検索結果の ranking の順位付けが正解の ranking に近づくことを示す．それぞれの段階における ranking 結果と正解の ranking との相違の数値化を以下のように行った．

- (1) 検索結果の ranking と正解の ranking の各順位の配色データに以下の方式で point を与える．1 位の結果を最も重要と捉え，高い point を設定する．2 位以下は point が線形に減少するように設定する．正解に挙げられた配色データが実際の検索結果の指定された順位内に入らなかった場合は，検索結果の ranking における point を 0 とする．ここでは，一例として以下のように point を与えた．
 - 1 位：10 point
 - 2 位：6 point
 - 3 位：4 point
- (2) 正解に挙げられた各配色データについて，正解の ranking 順位で得た point と各学習段階における検索結果の順位で得た point との差をとる．
- (3) 各学習段階における，各配色データについて (2) で得た数値を合計し，正解の ranking との相違を示す数値（相違度）とする．

4.3.1 検索結果の評価

- (1) 検索条件 [warm, 洋室] における ranking 結果
例として，context=warm, 対象空間=洋室という条件で検索した場合における各学習段階で出力される ranking 結果を図 6 に示す．学習前，第 1 段階の学習後（色の組合せと印象の関係の学習後），第 2 段階の学習後（対象空間における配色と印象の関係の学習後）の 3 つの段階においてそれぞれ正解との ranking の相違度を示した．段階を経るごとに正解との相違が減少することが分かる．

検索条件： Context=warm, 対象空間=洋室

	1位	2位	3位	相違度
学習前	N1_5-N7-PB_Dk	B_Dk-N9-N5	BG_Gr-N9-N5	20
第1段階の学習後	YR_P-YR_L-R_Vp	YR_B-Y_Vp-G_B	RP_P-Y_Vp-B_Vp	16
第2段階の学習後	YR_B-Y_Vp-G_B	YR_Df-R_Lgr-YR_L	YR_P-YR_L-R_Vp	10
正解	YR_Df-R_Lgr-YR_L	YR_P-YR_L-R_Vp	YR_B-Y_Vp-G_B	

図 6 各学習段階における正解 ranking との相違度

- (2) 5 つの context と洋室を検索条件とした ranking 結果

context5 種類について，(1) と同様に各学習段階で出力される ranking 結果の正解との相違を数値化し，グラフ化した（図 7）

グラフから見てとれるように，学習前，第 1 段階の学習，第 2 段階の学習の 3 つの段階を 1 つ経るごとに，正解 ranking との相違が 0 に近づいてゆくことが分かる．

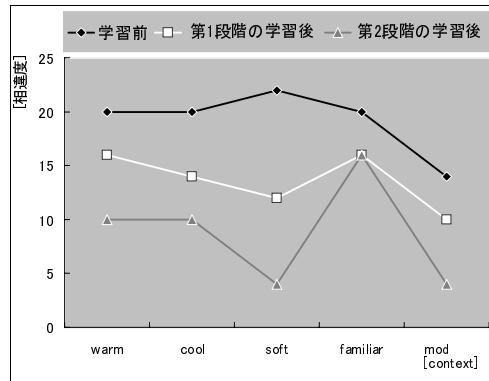


図 7 各学習段階における正解 ranking との相違 (context:warm,cool,soft,familiar,modern 対象空間 洋室)

4.3.2 考察

図 6 では，context=warm, 対象空間=洋室，基調色無し，という条件においての検索を例にとり，3 つの学習段階における正解との ranking 出力結果の相違を示した．相違度は学習の段階の進行に合わせて，20，16，10 と減少し 0 に近づくという結果となった．

学習を行わない段階では，基本知識として構成した色彩と色の組合せの心理学の知識を纯粹に反映した検索結果が得られるが，これは正解である配色の ranking の上位 3 位とは全く異なる結果となった．第 1 段階の学習である，色の組合せと印象の関係についての学習を経た後の段階では，正解の ranking 上位 3 位に挙げられた配色が 3 位以内に出現し，正解と近づいた．第 2 段階の学習である対象空間における配色と印象の関係についての学習を経た後の段階では，さらに ranking の順位が正解と近づいた．

以上のことから，例に挙げた検索条件において，学習の段階を経ることで対象空間における印象と合致した配色の正解とした配色案に近い検索結果を ranking 出力することを示した．

図 7 では，context5 つについて同様に正解との ranking 出力結果の相違を数値化し，各学習段階における 5 つの context に応じた出力結果の正解との相違度を折れ線グラフとして視覚化した．学習前，第 1 段階の学習後，第 2 段階の学習後のそれぞれの線が，学習段階の進行に合わせて正解との相違度 0 へと近づくこ

と見てとれる．各学習段階における相違度を5つの context を通して見ることで，context の違いによる影響ではなく学習の影響により正解出力に近い検索結果を抽出していることを示した．

4.4 評価方法 2

ここでは，ranking の1位に注目し，検索結果と正解との相違を各学習段階において数値化し，検索結果に対する学習プロセスの影響を評価する．

3つの学習段階それぞれにおける検索の ranking 結果の1位について，正解の1位との相違を数値化する．学習段階が進むことで，正解において第1位と定義されたデータが，実際の検索の ranking 結果においても順位をあげ，第1位に近づいてゆくことを示す．

それぞれの段階における検索の ranking 結果の1位と，正解の1位との相違の数値化は以下のように行った．

正解における1位であるデータが，各学習段階における検索ではどの順位に出現したかに注目し，以下のような数値を与え相違度とする．正解の1位と検索の1位が一致した場合は相違度を0とし，それ以降は1位から1つ順位が離れるにつれ相違度の数値が線形に増加するよう設定した．また，ここでは上位3位について詳細を示し，3位以内に出現しなかった場合は全て相違度を3として扱った．

- 1位：0
- 2位：1
- 3位：2
- 4位以下：3

4.4.1 検索結果の評価

context5種類について，各学習段階で出力される1位と正解の1位との相違を数値化し，グラフ化した．(図8)

グラフから見てとれるように，3つの学習の段階を1つ経るごとに，正解の1位と実際の検索の1位の相違が0に近づいてゆくことが分かる．

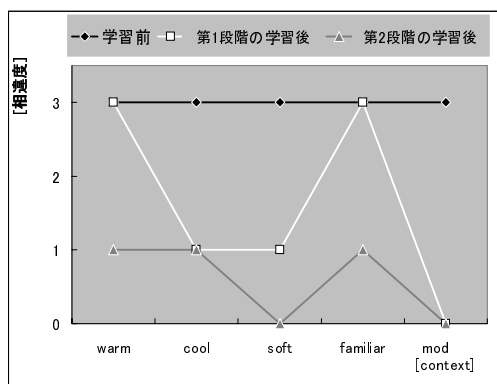


図8 各学習段階における ranking1 位の正解との相違 (context:warm,cool,soft,familiar,modern 対象空間:洋室)

4.4.2 考察

図8では，context5つのそれぞれにおいて，対象空間=洋室，基調色無し，という条件における検索を例にとり，3つの学習の各段階における，検索の ranking 結果の1位と正解の1位の相違度を視覚化して示した．

学習前の段階では，正解において1位と定められたデータが検索結果の3位以内に出現することはなかった．第1段階の学習後，正解における1位であるデータは2位や1位に出現している．そして第2段階の学習後，さらに相違度が0へ近づき，正解の1位と検索の1位の一致が2つの context において見られる．

以上のことから，学習の段階を経ることで，より望ましいデータが検索結果の ranking1 位に出現できることを示した．

5. まとめと今後の課題

本稿では，対象空間における印象と合致する配色を抽出するカラーコーディネートシステムの実現方式を提案した．色の組合せから受ける印象はそれらの色を実際に配置する対象空間の影響を受けて変わることを問題として挙げ，2段階の学習プロセスを設置することで，個人の感性の差及び対象空間から受ける影響を考慮したシステムの実現方式を提案した．

また実験では，検索結果の正解の一例を定め，各学習段階を経ることで検索の出力が正解と近づくこと，及び正解の1位が ranking の1位に出現する頻度の高まることを示し，本方式の有効性を示した．

今後の発展・課題については以下のように考える．第一に，本方式をより一般性の高い分野で応用するならば，配色の画像だけでなく，他の各種メディアデータへ適用することが考えられる．カラーコーディネートシステムにおける対象空間のように，メディアデータから受ける印象は，様々な要素から影響を受ける．例えば音楽データにおいては時間の経過という要素が印象に影響を与える．こうした印象に影響を与える要素の増加に対応した検索結果の出力の実現に本方式を適用することが考えられる．

第二に，本方式に基づくカラーコーディネートシステムの実現に関しては次の課題が挙げられる．検索者が自由に想定した対象空間を検索条件として与えることができる機能を付けることである．検索者が色を配置したい対象空間を具体的に想定している場合，検索者自らが対象空間のイメージ画像を作成し，システムに登録する必要があるが，本システムは対象空間の作成と登録を支援する機能は持たない．対象空間における印象を考慮した配色案を抽出するカラーコーディネートシステムとしては，システム側が用意した対象空間のイメージ画像だけではなく，検索者が自由に想定した対象空間を検索条件として追加・登録する機能が有ることが理想的である．

第三に，対象空間における配色と印象の関係を扱う

際の問題として、アクセントとなるオブジェクトから受ける影響について考慮することが挙げられる。例えば、和室における座布団、洋室におけるソファなど、その空間を特徴付ける、目につきやすいオブジェクトというものがある。対象空間における配色と、その空間におけるアクセントとなるオブジェクトの色に大きく影響されると考えられる。これについては今後の課題とする。

第四に、カラーコーディネイトシステムの実現における大きな課題の1つとして、求められる検索結果は検索者によって異なり、問い合わせに対する正解を一定に定めれば柔軟性に欠けることが挙げられる。この課題への対応として、本稿で述べた方式を発展し、異なる学習プロセスを経た複数の検索システムを並列的に提供することが考えられる。具体的には、多様なセンスを持つ複数のデザイナーに学習プロセスを実行してもらい、それぞれの学習結果を独立に蓄積する。その結果、例えばある検索者は、自分の嗜好に合うある有名デザイナーによって学習された検索システムを利用することで、より期待に沿った配色案を得ることができる。さまざまなデザイナーによる学習データを独立に蓄積し、検索の条件としてどのデザイナーによって学習されたシステムを使うかを指定できるカラーコーディネイトシステムを実現すれば、検索者の嗜好に合わせてさまざまな配色案を出力することが可能となると考えられる。

以上の課題への対応を反映したカラーコーディネイトシステムの実現を今後の目標とする。

謝 辞

本研究にあたり，多くの御助言を頂いた慶應義塾大学政策・メディア研究科吉田尚史氏に感謝致します．

参 考 文 献

- 1) Kitagawa, T. and Kiyoki, Y. : The mathematical model of meaning and its application to multidatabase systems, Proceedings of 3rd IEEE International Workshop on Research Issues on Data Engineering : Interoperability in Multidatabase Systems, pp.130-135, April 1993.
- 2) Kiyoki, Y. Kitagawa, T. and Hayama, T. : A metadatabase system for semantic image search by a mathematical model of meaning, ACM SIGMOD Record, vol. 23, no. 4, pp.34-41, 1994.
- 3) Kiyoki, Y., Kitagawa, T. and Hitomi, Y. : A fundamental framework for realizing semantic interoperability in a multidatabase environment, Journal of Integrated Computer-Aided Engineering, Vol.2, No.1, pp.3-20, John Wiley & Sons, Jan. 1995.
- 4) 清木康, 北川高嗣, 宮原隆行 : “ 情報検索および知識発見のための意味的連想検索方式 ”, 情報メディア, 20-3, pp.17-24, 1995.3.
- 5) 清木康, 金子昌史, 北川高嗣 : “ 意味の数学モデルによる画像データベース探索方式とその学習機構 ”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J79-D-II, No. 4, pp. 509-519, 1996.
- 6) 小谷拓矢 : “ 色彩情報による静止画像メタデータ生成方式および意味的画像検索方式 ”, 筑波大学大学院博士過程工学研究科修士論文, 1998.2.
- 7) 北村嘉彦 : “ 色彩による絵画への印象の付与に関する研究 ”, 筑波大学大学院修士過程理工学研究科修士論文
- 8) 樋口康行 : “ 意味的連想検索機構を用いた多言語環境におけるメディアデータ検索と学習機構の実現 ”, 筑波大学大学院修士課程理工学研究科修士論文
- 9) 西尾章治朗, 田中克巳, 上原邦昭, 有木康雄, 加藤俊一, 河野浩之 : “ 岩波講座マルチメディア情報学 8 情報の構造化と検索 ”, 岩波書店, 2000 .
- 10) 桑原明, 加藤俊一 : “ 配色事例のデータベース化と色彩感性情報処理への応用 ”, 情報処理学会研究会, DBS97-10, pp.89-96, 1994.3.
- 11) 諸原難大, 近藤邦雄, 佐藤尚, 島田静雄 : “ テキスタイルデザイン画像におけるイメージ・カラーの選定法 ”, 情報処理学会論文誌, No36.2 号, 1995 .
- 12) 小林重順 : “ カラーイメージスケール ”, 講談社, 1984.
- 13) “ Longman Dictionary of Contemporary English: ” Longman, 1987.
- 14) 道江義頼, 室田理子 : “ インテリアとカラーコーディネート ”, 山海堂, 1996.
- 15) 末永蒼生 : “ 事典色彩自由自在 ”, 晶文社出版, 1997.