

共同作業における配色・デザイン支援ツールの開発 ～感性の多次元空間表現によるイメージ語間の関係の抽出～

Development of Color Coordination Design Support Tool

～Modeling of Spatial Relationship among Imagewords by Multidimensional and Multivariate Analysis Method～

(キーワード：デザイン，感性モデル，イメージ語)

(KEYWORDS: Design, Kansei model, Imageword)

○井上敬文， 加藤俊一（中央大学）

1. はじめに

WEBページ・広告・ポスター等のデザイン制作の現場では、「デザイナー」や「クライアント」などが参加し、複数の人間が関わって1つのデザインを制作していくことになる。また「ターゲットユーザ」について考慮する必要もある。

しかし、デザインは個人ごとの感性によって表現が異なっているため、感覚的に判断しにくい曖昧さを多く含んでいる。そのため、感性を特定の形として認識することは難しく、共同作業者同士の感性やターゲットユーザの感性を理解することが困難なために、ユーザのニーズを把握できなかったり、コンセプトの解釈のズレが発生する可能性がある。その結果、一からデザインを起す過程で、共同作業仲間での意見のすり合わせ、コンセプト決めなど、デザインを行うまでの準備段階に時間の大半を費やされることが多い。

デザインのコンセプトが決定した後も問題は生じる。意図したコンセプトに基づいてデザインを行う場合、膨大な資料や素材の中からコンセプトやニーズに合った素材や組み合わせを探す必要がある。特に素材の組み合わせにおいては、一つ一つはイメージに合った素材でも、全体として一つにまとめたときにもイメージに合ったデザインになるとは限らない。そのためデザインの素材選択には試行錯誤が必要となり、時間と労力がかかる。

そこで我々は、感性のシミュレーションが必要だと考え、デザインに対する感性のモデル化を行う研究をしてきた。感性のモデル化により、ユーザの感性に合った素材の選択を行うことで、感性を具体的な形として表現することを実現し、より完成度の高いデザインを支援するシステムを既に開発している。以前、システムに関して評価実験を行った結果、どの被験者も主観評価で適合率 70%以上の感性のモデル化ができた。^[1]

しかしながら、一方でユーザへの負荷に関する問題が見られた。あるイメージに対する感性のモデル化を行うとき、イメージの数に比例してモデル化に要するユーザの負担

量が大きくなる。そのため、複数のイメージに対するモデル化を行う際に、ユーザに多大な負荷をかけることになった。

人の感性は常に変化するため、小さな負担で即座にモデル化できることが望まれる。本稿では、この問題を解決するために複数のイメージに対して同時にモデル化を行う方法を提案し、ユーザの負担軽減を目指す。

2. デザインとイメージの結びつけ

感性のモデル化を行う方法として、様々な手法が提案されている。^[2-5]本研究ではユーザがデザインに対して受ける印象を数値化してコンピュータに与え、統計解析手法を用いて解析することでモデルを構築した。

デザインに対する感性のモデル化を行えば、デザインの素材を具体的に予測できるようになり、モデルを元に提案される素材や、作成したデザインによって個人の感性が具現化される。また、自動的な提案によりスムーズな素材選択をすることが可能になり、デザイン制作に費やす時間や労力の減少も期待できる。

共同作業における問題に対しては、本システムで人間同士のコミュニケーションを促進し、より良いデザイン制作のための情報提示を行うことを目指している。そのためには、共同作業の現場でデザインに対する感性を即座にモデルに反映できるシステムが望まれる。^[6]感性モデルが即座に構築でき、共同作業者同士が互いにモデルを確認することによって、生の感性を理解できる。その結果、円滑な共同作業・より良いデザイン制作が可能になる。

我々はこれまでに、以下に説明するアルゴリズムを用いて、デザインとイメージの結びつけを行い、配色提案を主とするデザイン支援ツールへ応用してきた。

3. 研究経過

この章では、これまでの研究で開発した従来のシステムについて説明する。

3. 1. イメージ語の利用

感性のモデル化のために、ユーザには素材の評価を行ってもらう必要がある。評価については、デザインが人間に与える印象を抽象化した言葉として、「cool」や「casual」などのイメージ語を評価の指標として用いた。しかし、イメージを表現する言葉は膨大に存在しているので、日本カラーデザイン研究所のカラーイメージスケール^[7]の中からイメージ語を15語に厳選した。(elegant, casual, cool, classic, clear, gorgeous, chic, dynamic, dandy, natural, formal, pretty, modern, romantic, wild の15語を使用。)

これらのイメージ語に対して-2, -1, 0, +1, +2の5段階で評価し、個人の感性をデータ化して数理的に判断することで、モデルの構築に利用している。

3. 2. デザインの要素

デザインを構成する要素は多く挙げられる。例えばWEBページ・広告・ポスター等のデザインにおいては、背景色、背景の上に載る文字のフォント、文字色、そして画像等が挙げられる。これらの素材をフィールド上にどのように配置するか、すなわちレイアウトによってもデザインは大きく変わる。

そこで、デザインを構成する多くの要素の中から、デザイン全体のイメージに大きく影響すると思われる「背景色」に着目し、3色配色におけるモデル化を行うことにした。3色の組み合わせについて、ユーザごとに主観イメージ評価を行うことで感性モデルを構築する。3色配色を採用した理由は、2色では人に何らかのイメージを与えるのは不十分であり、4色ではイメージが分散してしまうのではないかと考えたためである。

3. 3. 重回帰分析

従来のシステムでは、デザインの特徴量（3色の配色）とユーザの感性（1つのイメージ語に対する評価）を結びつけるために、統計解析手法として重回帰分析を用いた。RGB値、 $L^*a^*b^*$ 色空間^[8]の値を説明変数、イメージ語の評価値を目的変数としてモデル化している。^[9]重回帰分析を用いた理由は、モデル構築のための学習データが多く必要であり、被験者からの再学習したデータを即座にモデルに反映させることができるためである。

3. 4. 従来のシステムの問題点

従来のシステムは、前述のイメージ語を利用してモデル化を行っている。しかしイメージ語それぞれが独立したものであるため、1つ1つのイメージ語に関して別々にモデル化していかなければならない。図2のように1つのイメージ語に関してモデル化できても、その他のイメージ語に関してはモデル化することができないため、複数のイメージ語のモデル化を行うためにはユーザに大きな負荷をかけることになる。

4. イメージ語間の関係の抽出

本論文では、従来のシステムをさらに発展させるために、独立したイメージ語同士の関係を見つけ、1つのイメージ語に対する評価から他のイメージ語に対する評価を予測する方法を提案する。この方法の実現によって、複数のイメージ語に対して同時にモデル化できるため、ユーザの負担は大きく軽減できる。

4. 1. イメージマップの利用

イメージマップとは、イメージ語を2つのパラメータによって分解し、二次元のマップに配置したものである。これを利用し、イメージ語間の関係を抽出できないかと考え、本システムでイメージマップを作成できる機能を作った。ユーザごとにイメージ語に関するパラメータを設定することで、図1のようにイメージマップを作成できる。^[10]

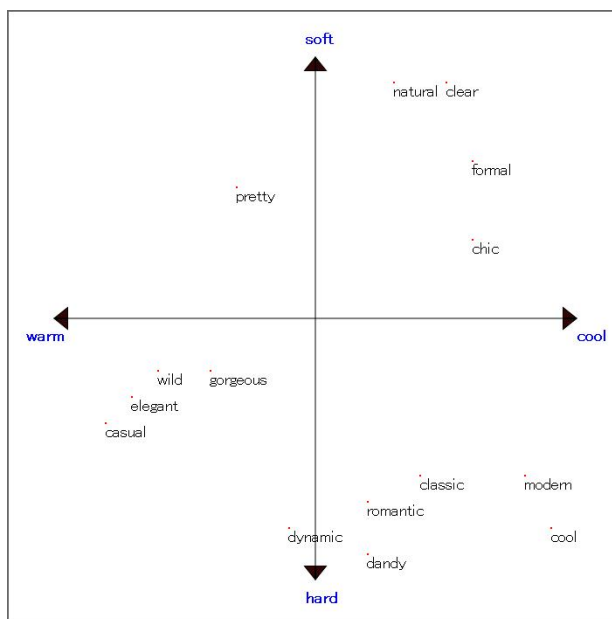


図1. ある被験者のイメージマップ

4. 2. 感性の多次元空間表現

システムによってイメージマップを作成することで、ユーザごとにイメージ語間の関係を可視化できる。しかし、二次元に圧縮された感性空間では最初から情報が制限されてしまう。そこで、作成したイメージマップから得られるデータを元に多次元の感性空間を作り、そこから様々な軸に射影することで可視化できる感性空間を構築し、イメージ語間の関係を見つけようと試みる。

4. 3. 正準相関分析

本研究では、多次元の感性空間を構築するために、正準相関分析という統計手法に注目した。重回帰分析が1つの目的変数に対する解析手法であるのに対し、正準相関分析は複数の目的変数に対する解析手法である。そのため3色配色における複数の情報と、15個のイメージ語の複数の変数群同士の関係を求めることができる。

正準相関分析では、2つの変数群の合成変量における相

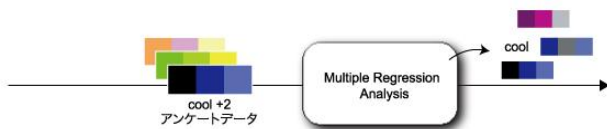


図 2. 重回帰分析のみを用いたアルゴリズム

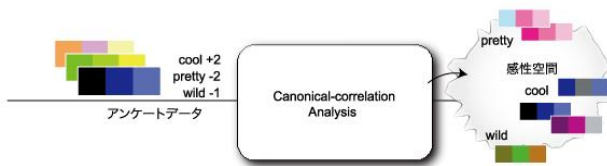


図 3. 正準相関分析のみを用いたアルゴリズム

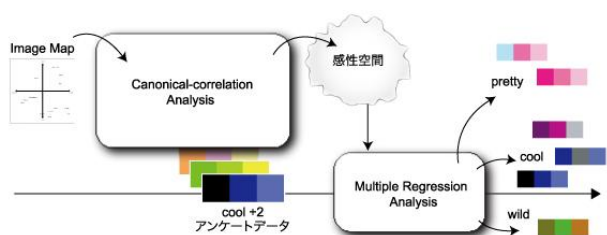


図 4. 本システムのアルゴリズム

関係数が複数求まる。この値が最も高い係数を第 1 正準相関係数といい、2 番目に大きな係数を第 2 正準相関係数という。これらの正準相関係数から得ることができる各イメージ語における構造係数に注目し、イメージ語間の距離を導出する。

4. 4. モデル化への利用

本来ならば図 3 のように、1 つの素材に対して複数のイメージ語の評価を行うことで正準相関分析を行えば、複数のイメージ語に対するモデル化ができると予想される。しかし、複数のイメージ語の評価を行うことは、当初の目的である「ユーザの負担軽減」から外れることになる。

本研究では、正準相関分析を行う対象は最小限に抑えることを目指す。正準相関分析はイメージ語間の関係の抽出だけに用い、感性のモデル化は図 2 と同様に、これまでの重回帰分析を利用する。ユーザが作成したイメージマップから得られる値を用いて正準相関分析を行うことで、イメージ語間の関係性を表す多次元の感性空間を構築する。そして、構築された感性空間を元にしてイメージ語間の関係を抽出する。抽出したイメージ語間の関係が分かることで、1 つの素材に対して 1 つのイメージ語評価を行うだけで、他のイメージ語に対する評価値を同時に予測できる。

以上をまとめるとアルゴリズムは図 4 のようになる。図 3 の正準相関分析のみを用いたアルゴリズムとは違い、あらかじめイメージマップを作成してしまえば、1 つのイメージ語に対する評価だけで他のイメージ語のモデルも構築できる利点がある。

5. 配色・デザイン支援ツールへの応用

以上のアプローチを元に配色・デザイン支援のためのアプリケーションを開発した。

共同作業における現場では、クライアントとデザイナー同士や、ターゲットユーザーとの感性のすり合わせが必要となるため、感性を素早くモデル化し可視化できるシステムが望まれる。

本システムは、基本的なアルゴリズムはそのままに、データを追加したり感性モデルを入れ替えることによって簡単にアップデートできる。そのため、ユーザの感性が変化しても、新しいモデルに更新していくことが可能である。また、コンピュータが統計解析することで自動的にモデルが構築されるので、ユーザは特別な知識がなくとも、簡単な操作で感性モデルを構築したりデザインを具現化できる。

本システムを利用する場合、まずログイン画面でユーザを識別する。その後、感性モデルを構築する場合は 5.1. の流れに進む。1 度に複数のイメージ語に対してモデルを構築する場合は、5.2. でイメージ語間の関係を抽出してから、5.1. でモデルを構築する。

構築された感性モデルを元に配色を決めた後、5.3. で説明するように、決定した配色の微調整やキャンバスの上に自由に配色することによるレイアウト設定など、より具体的にユーザのデザインイメージを具現化するインタフェースを実装した。

以下に、細かいシステムの流れと概要を説明する。

5. 1. 感性モデル構築のための手順

① イメージ語の選択

作りたいデザインのイメージ、または構築したい感性モデルのイメージを 15 個のイメージ語の中から選択する。

② 教師データの学習

本システムで用意している色は 64 パターンであるため、3 色の組み合わせは 41664 パターンにもなる。そのため、まずはデータベース全体を大域的に学習していかなければならない。そこで最初に利用する場合には、感性モデル構築のために、本システムで用意した 50 パターンの配色（教師データ）を事前に学習する必要がある。

③ 配色の提案（図 5）

構築されたモデルから、イメージ語評価が高い配色の順に、データベースの中から上位 100 パターンが提案される。

④ 配色の評価・決定（図 6）

提案された配色について 1 つを選択し、再学習を行うことで、より精度の高いモデルに近づけることができる。特に再学習をする必要が無ければ、ここで配色を決定し具体的なデザインの工程（5.3.）へと進む。

5.2. イメージ語間の関係の抽出の流れ

1度に複数のイメージ語に対して学習を行う場合、この過程でイメージ語同士の関係を抽出することによって、ユーザの負担が軽減される。

① 各イメージ語のパラメータ設定 (図7)

まず、各イメージ語を代表する配色を決め、その配色に対して2つの成分のパラメータを設定する。2つの成分はユーザが自由に決めることができる。デフォルトでは日本カラーデザイン研究所のカラーイメージスケール^[1]を参考にし、coolかwarmか、またはsoftかhardかの軸になっている。

② イメージマップの表示 (図8)

各イメージ語に対して2つの成分によるパラメータを設定することによって、イメージマップとして可視化できる。

これにより、距離が近いイメージ語同士や、正反対に位置するイメージ語などを確認できる。

③ イメージ語の関係を示す感性空間構築

イメージマップが完成したらマップを元に正準相関分析を行うことで、イメージ語同士の距離が分かる感性空間が構築される。

予備実験における正準相関分析の結果、第2正準相関係数以降の相関係数の値が小さいことが多いので、本システムでは第1正準相関係数に基づく結果のみを用いた。つまり、試験的に感性空間から1次元の軸にイメージ語を射影している。イメージ語ごとの構造係数の差をイメージ語間の距離として利用し、1つのイメージ語から他の複数のイメージ語に対する評価を予測している。

5.3. その他の機能

5.1と5.2において感性に合った配色の提案を支援している。しかし、デザインにおける共同作業では、感性をより具体的な形に近づける必要がある。提案された配色を用いて、様々なデザインを表現するために以下のような機能を用意した。

・ 配色の微調整 (図9)

提案された配色の中から1つの配色を選択した後、配色を一部変更するなどの微調整ができる。システムによって配色が次々に提案されていく中で、最終的には人間が判断することになる。微調整によって最適な配色を探れるようにしている。

・ キャンバスのサイズ調整

WEBページ、広告、ポスター等の様々なデザインを想定し、キャンバスのアスペクト比を数種類の中から選択できる。

・ レイアウトの作成 (図10)

決定した3色をキャンバス上に自由に配色できる。キャンバス上のマス目に色を配色していく仕組みなので、デザ

インが苦手な人でもデザインを具現化しやすいインターフェースになっている。

・ 文字レイヤーの挿入、配置

背景色のレイアウトが決定したら文字のフォントや大きさを決め、背景色に載せることで文字を入れたバランスを見ることができる。図11はアプリケーションによって完成したデザインの例である。

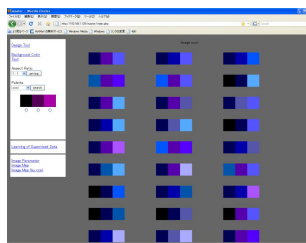


図5. 配色の提案

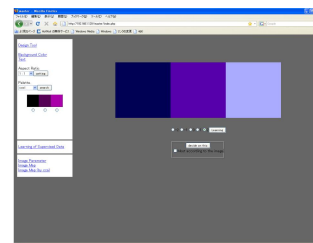


図6. 配色の評価・決定

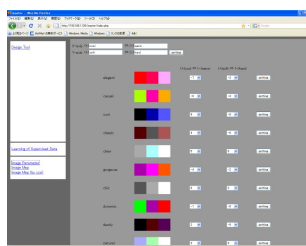


図7. パラメータ設定画面

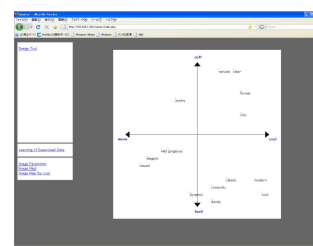


図8. イメージマップ

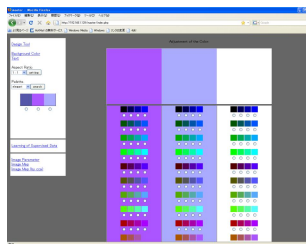


図9. 配色の微調整

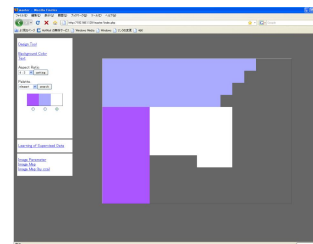


図10. レイアウトの作成

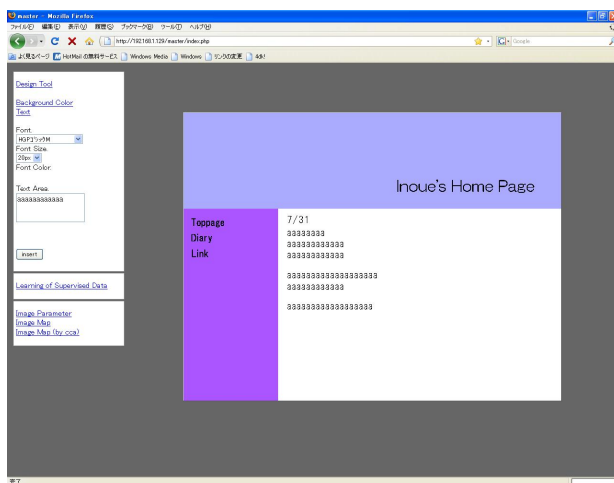


図11. 完成したデザインの例

6. 本システムの評価実験

今回作成したアプリケーションを用いて評価実験を実施した。1つのイメージ語に対する評価だけで、その他のイメージ語におけるモデルが、どの程度の精度で構築されるかを調査する。

6.1. モデル精度の評価方法

本研究の評価実験では1つのイメージ語に対するモデルを構築する過程で、被験者の主観的な評価に加え客観的な指標に基づく評価を加えることによって、主観と客観の両面からモデル精度の解析を試みた。

まず、主観的にモデルを評価する方法について説明する。感性モデルを構築すると、構築したモデルによってイメージ語評価の高い配色が上位100パターンまで提案される。提案された100パターンの配色に対し、被験者には主観評価で1つ1つの配色がイメージに合っているかを判断してもらい、全体の何%の配色が適合しているか(適合率)で評価する。

客観的にモデルを評価するための方法は、データの数が多いため、あらかじめ被験者にイメージ語に合った配色を代表で5つ選んでもらう。そして、感性モデルを元にコンピュータが計算した結果、代表の5つの配色が全配色中で上位何%に全て再現されているか(再現率)で評価する。主観的に感性が反映されたと認められたモデルであれば、代表する配色も上位に集まると予想される。

主観的な評価のみでは被験者によってモデルの評価を妥協してしまうなど、実験結果に対する信頼性が低い。しかし、被験者によるアンケート評価とは別に、コンピュータによって計算された結果を客観的な評価として加えることによって、より信頼性が高い結果を確認できる。

6.2. 実験手順

被験者は20代の学生4名である。以下に実験手順を示す。

① イメージマップの作成

本システムを用いてイメージマップを作成してもらい、正準相関分析による感性空間を構築。イメージ語同士の距離を計測する。(5.2.参照)

② 1つのイメージ語について感性モデルを構築

被験者にイメージ語(比較的イメージが定着しているイメージ語)を1つ選んでもらう。

教師データを学習した後、主観評価で感性が70%以上反映されるまで(適合率が70%以上になるまで)、かつ事前に選んでもらった代表の5つの配色が全配色中で上位30%以内に全て再現されるまで(上位30%以内で再現率が100%になるまで)をモデル完成の目安とし、再学習を続ける。なお、再学習を50回繰り返した時点で以上の条件を満たせなかった場合は、その時点で実験は終了とする。

今回の評価実験において70%を基準とした理由は、人

の感性は常に変化するため、必ずしも100%に限りなく近い精度でモデル化する必要はないと考えているためである。特にデザインを支援するシステムにおいては、予想していない配色が提案されることによって、デザイナーの感性を刺激することもできると考える。そこで本研究では70%が妥当と考え、評価実験の基準に決めた。

③ その他の2つのイメージ語について解析

②で選んだイメージ語とは別の2つのイメージ語を選んでもらい、適合率と再現率を調査する。

7. 実験結果・考察

表1は実験手順②についての結果をまとめた表である。1つのイメージ語に対して評価しモデルを構築した結果、どの被験者も数回の再学習数のみで主観評価で感性が70%以上反映されている。また、事前に選んだ代表する配色も上位30%以内で再現率が100%以上を達成している。被験者がイメージ語に対して直接評価したモデルは、良い精度でモデル化できたと言える。

また、表2は実験手順③についての結果をまとめた表である。被験者による直接の学習を行わずに、予測された値のみで2つのイメージ語についてモデルを構築した結果が分かる。

表2を見ると、イメージ語間の距離が近いものに関しては上位30%で再現率が80%~100%に達成しており、精度の高いモデルが構築できている。表には記述していないが、精度があまり良くないモデルに関しても、距離が比較的近いイメージ語同士であれば2回程度の再学習を行うことで精度が良くなる結果が見られた。だがイメージ語間の距離が離れているものに関しては、上位80%以内でも再現率100%を達成することができず、精度が良いモデルを構築することができなかった。

表1. 直接評価した感性モデルの精度評価

被験者	代表する5つの配色の再現率(%)					主観評価による適合率(%)	モデル構築までの再学習数(回)
	(上位)1%	5%	10%	20%	30%		
A	20	40	80	100		82	9
B	60	100				73	5
C	60	60	100			71	13
D	20	100				76	1

表2. 他のイメージ語のモデル精度評価

被験者	代表する5つの配色の再現率(%)							主観評価による適合率(%)	基準のイメージ語との距離
	(上位)1%	5%	10%	20%	30%	50%	80%		
A	0	40	80	100				54	0.09285
	0	0	0	0	0	0	40	4	0.8988
B	0	0	0	0	20	20	80	29	0.55492
	0	0	0	20	20	60	80	20	0.74286
C	0	0	40	80	100			52	0.07067
	0	0	0	0	0	0	20	19	0.77189
D	0	0	0	0	0	0	80	0	1.50078
	0	0	20	40	80	80	100	49	0.01087

本システムは感性空間から実験的に1次元の軸に射影することでイメージ語間の距離を計測した。しかし1次元で判断すれば遠い関係のイメージ語同士でも、2次元、3次元・・・と増やしていくことで、別の軸では実は比較的距離が近いイメージ語同士であった可能性もある。1次元の軸のみで距離が遠いイメージ語に関する予測も行うには限界があるようだ。

また、今回は個人のユーザに焦点を絞ったモデルの精度評価を行った。今後は提案された配色を見て他人がどの程度相手の感性を理解できるか、共同作業における感性の可視化精度を測る実験も必要である。

8. まとめと今後の展望

本研究では、デザイン制作における曖昧な感性を具体的な形として表現することで、共同作業における人間同士のコミュニケーション促進を目的とするシステムを構築した。実験の結果、ユーザが直接学習したモデルに関しては、主観評価だけでなく客観的にも精度が高いと言える感性モデルを構築することができた。

一方で、本来1つのイメージ語に関してモデル化するためには、50パターンの教師データに加えて数回の再学習を要する。15個のイメージ語があれば、これを15回繰り返し返さなければならず、ユーザにとって大きな負担となってしまう。

そこで、本研究では独立したイメージ語同士の関係を見つけることで、1つのイメージ語に対する評価から他のイメージ語に対する評価を予測してモデル化することを試みた。結果、距離が遠いイメージ語に関しては精度の良いモデルを構築することができなかつたものの、近いイメージ語に関しては精度の高いモデルを構築することができた。しっかりと精度の高いモデルを構築できたものに関しては、教師データの学習を行う必要がないため、ユーザの負荷を軽減することができたと言える。

今後は正準相関分析によって構築した多次元空間から別の方法によって射影することによって、1次元では距離が遠かったイメージ語に関しても、的確な予測が行えるようなアルゴリズムを考える必要がある。そのアルゴリズムを用いて全てのイメージ語の関係を的確に抽出できれば、ユーザの負荷はさらに軽減できるだろう。

また、今回は背景色に着目し、配色に関するモデル化に重点を置き、レイアウトを自由に設定したり、文字を載せたりすることでイメージを表現するシステムを構築した。今後は画像の配置を可能にしたり、色だけでなく文字や画像も含めたデザイン全体のモデル化を行うことができるようにしたい。

謝辞

日頃より熱心な研究討論や実験への協力を戴く中央大学理工学部ヒューマンメディア工学研究室の皆様、感性ロボティクス研究センターの皆様、統計的な分析法や学習アルゴリズムに関してアドバイスを戴くATR知識科学研究所の多田昌裕博士に感謝いたします。

本研究は、一部、科学研究費補助金・基盤研究(S)「実空間における複合感性と状況理解の多様性のロボティクスのモデル化とその応用」(課題番号 19100004)、中央大学理工学研究所・共同研究「感性ロボティクス環境による共生的生活空間の構築と感性サービスへの応用」などの支援を受けて実施した。

参考文献

- [1] 井上敬文, 「感性と視認性を考慮したWEBページデザイン支援」, 中央大学・卒業論文抄録集 2007
- [2] 栗田多喜夫, 加藤俊一, 福田郁美, 板倉あゆみ, 「印象語による絵画データベースの検索」, 情報処理学会論文誌 vol.33 No.11(1992)
- [3] 佐々木, 本多, 松村, 寒川, 井田, 加藤, 「色の組み合わせと配置を考慮したカラーコーディネート事例の分析とモデル化 -インテリア, ファッションへの応用-」, 第6回日本感性工学会大会予稿集 2004
- [4] 田崎幸彦, 「視覚感性モデルデータベースを利用した共創支援システム」, 第9回日本感性工学会大会予稿集 2007
- [5] 本庄恵美, 椎名美佳子, 平松茂夫, 山中敏正, 「墓石のイメージ評価と評価用語の分析: 21世紀に向けた墓石デザインシステム構築」, 日本デザイン学会 1999
- [6] 小宮香織, 関口佳恵, 庄司裕子, 加藤俊一, 「イメージ共有と合意形成のための枠組と支援システム: Mochi」, 第8回日本感性工学会大会予稿集 2006
- [7] 遠藤博信, amana EVEプロジェクト, 「感性に伝わるフォトニケーション」, 英治出版 2004
- [8] 賀川経夫, 西野浩明, 宇津宮孝一, 「配色の反映を利用したデザイン支援ツールの構築」, 情報処理学会火の国情報シンポジウム論文集 2003
- [9] 久米均, 「統計解析への出発」, 岩波書店 2003
- [10] 梶並知記, 高間康史, 「ユーザ意図を強調したキーワード配置支援機能を備えたインタラクティブなキーワードマップ」, 情報処理学会論文誌: Vol.48 No.3 Mar.2007