

視覚モデルに基づく Web ページデザイン評価因子の考察

横山元紀[†] 吉田香[†]

近年の情報技術の発達により、インターネット上に多くの Web ページが存在するようになった。これに伴い、Web ページを検索・ランキングする技術が発達してきたが、現在の Web ページ検索技術はレイアウトの良さや読みやすさに関する評価因子を考慮していない。本研究では人間の視覚モデルを用いて Web ページの評価因子を解析し、Web ページの順位付けに評価因子を用いた Web ページ検索・ランキングシステムを提案する。

本稿では提案システムを構築するにあたり、提案システムの概要と提案システムに用いる評価因子に関する考察を行った。その結果、Web ページのコントラストだけではなく、メニューやタイトル、画像などの構造を考慮した特徴量および既存の類似画像検索などで用いられる特徴量などを用いることで提案システムを利用するユーザーの評価因子の評価によく当てはまる評価関数を構築できる可能性が確認できた。

A Study of Web Page Design Evaluation Factor based on Visual Perception Model

Motoki Yokoyama[†] and Kaori Yoshida[†]

Conventional web search by keyword gives us retrieval results according to similarity between keyword and web page content or importance. There are several ways to calculate similarity or importance such as PageRank and HITS. However, higher ranked web page is not always well understandable or readable. On this point, people are interested in usability to evaluate web page. On the other hand, human visual perception model is suggested by psychologists and computer vision researchers. They reported our impression to web page is occurred in instant.

In this paper, we propose the web page design evaluation system based on human visual perception model to apply page ranking method which can sort web page retrieval results by understandable or readable order. The proposed system is constructed by (i) image capture module, which takes web page retrieved by keyword as an image, (ii) feature extraction module, which extract image feature based on human visual perception model, (iii) evaluation factor analysis module, and (iv) re-rank module. We report the experimental result of questionnaire for web page evaluation and show consideration of web page design factor.

1. はじめに

近年の情報技術の発達により、インターネット上に膨大な Web ページが蓄積されるようになった。これに伴い、膨大な Web ページの中からユーザーが必要とする Web ページを検索するための Web ページ検索・ランキング技術が発達してきた。現在の Web ページ検索・ランキング技術はユーザーが入力するキーワードによって Web ページの内容を検索する。また、その検索結果を Web ページのリンク構造を利用したランキング手法によって Web ページの重要度を計算しランキングを行う。このランキング手法には PageRank[1]や HITS[2]を応用した手法が広く用いられている。PageRank や HITS は他の Web ページから多くのリンクを獲得しているほど Web ページに記載されている情報等の価値および信頼性が高いと仮定し、高品質で重要なページとして評価する。

一方、Web ページの品質を判断する指標としてユーザビリティが注目されている。ユーザビリティにはさまざまな定義があるが「使いやすさ」として訳される場合が多い。Web ページおよび Web サイトのユーザビリティを評価する方法には、ユーザーの Web ページに対する主観的満足度を定量的に調査できるアンケートを行う方法がある。このアンケートの項目として仲川らの提案した項目[3]がある。仲川らの提案した項目数は 21 項目あり、情報の信頼性や Web ページ上にあるボタンなどのインタフェースの操作しやすさや反応のよさのほかにも、見やすさなどのデザインに関する項目がある。

また、Lindgaard[4]の研究によってユーザーは Web ページを閲覧し始めてから 0.05 秒の間に Web ページの印象が決定することが明らかにされた。印象の悪い Web ページを閲覧したユーザーは、同じ内容が記述された別の Web ページを閲覧するか、Web ページの印象が悪いためストレスを感じながら Web ページを閲覧し続けるといった行動をとると考えられる。そのため、Web ページのデザインはユーザーの情報検索負荷との相関が高い可能性がある。Web ページや出版物のデザインをする際にユーザーの情報検索負荷の低減や読みやすさなどを向上させるため、人間の視覚や知覚などの生理的・心理的な特性を考慮する必要がある[5]。したがって、ユーザーの情報検索負荷を軽減させるためには、Web ページのランキング手法に PageRank や HITS のようなリンク構造によるものだけでなく、デザインなどの視覚的特徴を適用する必要がある。

以上より本研究では、ユーザーの情報検索負荷を低減させるために、人間の視覚モデルを用いて Web ページのレイアウトの良さや読みやすさなどの評価因子(以下、評価因子)を解析し、Web ページの順位付けに評価因子の推定値を用いた Web ページ検索システムを提案する。

[†]九州工業大学大学院情報工学府

Kyushu Institute of Technology Graduate School of Computer Science and Systems Engineering

評価因子の推定値は、あらかじめ被験者アンケートなどで収集した、読みにくい、見やすいなどの Web ページの評価因子の評価値（以下、評価因子の評価値）により学習した評価因子を推定するための評価関数（以下、評価関数）によって求める。

本稿では、提案システムの概要と提案システムに用いる評価因子に関する考察を行う。また被験者に Web ページの評価因子を評価させる Web ページデザイン評価アンケートを行い、アンケート結果に基づいて評価因子の評価値を推定する特徴量について検討した結果を報告する。

2. 関連研究

近年、Web ページのデザインに着目した検索・ランキング手法に関する研究が盛んになりつつあり、以下に述べる研究がある。

古澤ら[6]は従来の Web ページ検索・ランキング技術を補完する手法として、Web ページのスケッチをクエリとする Web ページ閲覧履歴検索システムの開発を行っている。このシステムは、ユーザが記憶を元に Web ページのスケッチを作成・入力し、スケッチと視覚的特徴が類似する Web ページをユーザの閲覧履歴から検索することを目的としている。このシステムを用いることで、Web ページの名前やキーワードが思い出せなくてもデザインを記憶していれば目的の Web ページを再訪することが容易になるとしている。

高間ら[7]はアンケート調査により同業種などの Web ページは視覚的特徴が類似することを示し、Web ページの検索結果を視覚的特徴によって業種やチケットの予約などの Web ページの提供するサービス毎に分類表示しユーザの情報検索負荷を低減することを目的とした Web ページ検索手法を提案している。高間らの手法では Web ページのレイアウトに注目しており、Web ページの画像を視覚的構成要素（領域）に分割しその座標や面積などを用いている。高間らの用いる視覚的構成要素とは、文字、画像、その両方が混合している領域を指す。視覚的構成要素を分割する手法は Web ページの画像に対しエッジ検出処理を行い、そのエッジの隣接距離によって同一要素であるかどうかを判断している。また、Web ページ間の視覚的特徴が類似しているかどうかは Web ページの視覚的構成要素をノードとする完全グラフにて表現し、2 つの Web ページのグラフマッチング誤差により算出している。

小林ら[8]は 160 語の印象語と配色の関係を定義し、Web ページに使用されている色によってその印象語を決定する手法を提案した。また、小林らが提案した印象語による Web ページ検索手法の有効性を検証した。

以上の研究は現在広く用いられる画像処理技術を基礎としている。一方、人間の視覚や知覚などの特性をモデル化し、Web ページのデザインを評価する手法として Hsiao らの研究[9]が挙げられる。Hsiao らは人間の視覚や知覚・認知などを主な研究対象と

する Gestalt 心理学の知見を用いている。Gestalt 心理学では「よい形態の法則」である プレグナンツの法則が提案されており、Web ページがプレグナンツの法則をどれだけ満足しているかをファジーエントロピーによって求める手法を提案した。ファジーエントロピーを求める際に使用するメンバシップ関数は、プレグナンツの法則の要因である近接、類同、連続、対称、閉合毎にアンケートによって決定した。Web ページのデザインを評価する際には、被験者のプレグナンツの法則の要因の評価をメンバシップ関数へ入力し、ファジーエントロピーを求めた。

本研究と関連研究との違いは次のとおりである。古澤らおよび高間らが提案する Web ページ検索手法は、スケッチや Web ページのデザインと類似する Web ページを検索する。したがって Web ページのデザインを評価していないため、本研究の目的である Web ページのデザインを評価する点で異なる。また、小林らの提案する手法では印象語を用いているが、小林らの用いた印象語は「男性的な」、「冷静な」などの美術的な印象語である。したがって、Web ページのレイアウトの良さや読みやすさなどを評価できないため、我々の研究の目的とは異なる。Hsiao らの研究では、Web ページのデザインを評価する際、評価する Web ページ毎にユーザの評価を取得しなければならない。我々の提案する手法は Web ページのデザインの特徴量を計算機にて取得し、あらかじめ決定した評価関数により Web ページのデザインを評価する。したがって、インターネット上のすべての Web ページのデザインの良さ、つまり評価因子の推定値を自動的に求める点で異なる。

以上に述べたように、本研究ではデザインが Web ページのユーザビリティに影響することに注目し、Web ページのデザインの良さを表す評価因子を計算機により推定する手法を提案し、Web ページのランキングを行う点が先行研究と大きく異なる。そのため、既存の検索システムとは異なった手法によりユーザの検索負荷軽減に貢献できるシステムである。

3. 提案システム

本研究にて提案するシステムの inputs は、ユーザから入力される検索キーワードおよび Web ページのレイアウトの良さや読みやすさなどを示す評価因子である。出力は、Web ページの評価因子の推定値を反映してランキングを行った Web ページ検索結果である。提案システムの概要を図 1 に示す。提案システムは以下のモジュールによって構成される。

● キャプチャ画像取得部

ユーザから入力されたキーワードを用いて検索エンジンからキーワードにヒットする Web ページの URL を取得する。取得した URL 群から各 Web ページの XHTML, CSS など取得する。その後、XHTML, CSS などからキーワードにヒット

する Web ページのキャプチャ画像群を取得する。

● 特徴抽出部

評価因子の特徴をキャプチャ画像毎に取得する。前述したように人間がデザインを評価する際には視覚や知覚などの生理的・心理的な特性が働くことが知られている。そのため、視覚モデルを用いて特徴抽出を行う必要がある。本研究で採用する視覚モデルについては第 4 章、特徴量については第 5 章において述べる。

● 評価因子値推定部

特徴抽出部によって抽出された特徴量を用いて Web ページの評価因子の推定値を求める。Web ページの評価因子を調査するために行うアンケートなどからあらかじめ評価関数を決定する。具体的な評価関数については第 5 章にて述べる。

● 結果出力部

評価因子の推定値を用いて Web ページのランキングを行う。具体的には、検索エンジンから取得した各 Web ページのランキングに評価因子の推定値による重み付けなどを行うことで再ランキングを行い、その結果をユーザに提示する。

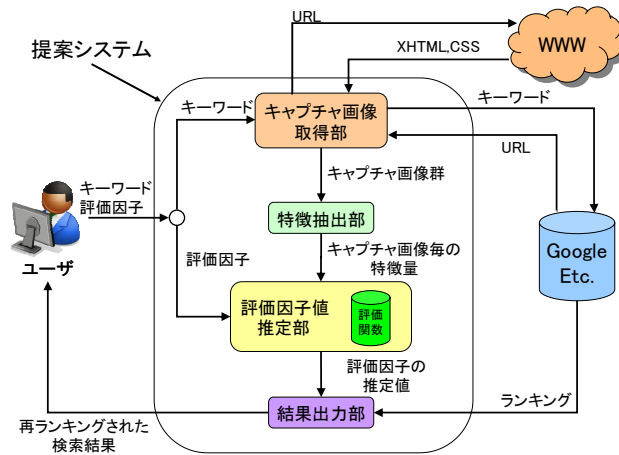


図 1: システム概要

4. 視覚モデル

第 1 章で述べたように、人間がデザインを評価する際には視覚や知覚などの生理的・心理的な特性が働くことが知られている。そのため、Web ページのデザインの特徴を抽出する際、人間の視覚・知覚的な特性を考慮しなければならない。本章では、

本稿で用いる Web ページのデザインの特徴を抽出する前処理にて適用する人間の視覚モデルを述べる。

4.1 視覚の誘導場

人間の視覚・知覚的モデルのひとつに横瀬が提案した視覚の誘導場（以下、誘導場）[10]がある。誘導場とは、図形の周りに静電場のような場を仮定し、パターン認知などの視知覚現象を説明する心理学的概念である。

誘導場は図形の周辺に等高線状に分布している。これを誘導場の等ポテンシャル線と呼び、中央から外にいくほど場は弱くなり飽和値に達する。横瀬は誘導場の分布が人間の視覚・知覚などとの関連を示唆している。以上より、誘導場の分布状態を定量化し、画像などから受けるユーザの感性を工学的に扱う研究が行われている。

誘導場によって感性を工学的に扱うためには、任意のデジタル画像の誘導場を求める必要がある。そのため、長石は白黒二値画像のデジタル画像の誘導場を求めるモデルを提案した[11]。長石のモデルは、画像中のパターンの外郭を構成する画素を正電荷 1 の点電荷と仮定し、それらが作るクーロンポテンシャルの集積から、デジタル画像における誘導場の分布を計算する。例えば、 n 個の点列から構成される曲線 $f(s)$ によって画素 P に誘導場が形成されるとする。画素 P から曲線 $f(s)$ 上の画素 i までの距離を r_i とおくと画素 P における誘導場の強さ M_p を式 (1) のように定義する。

$$M_p = \frac{1}{n} \sum_i \frac{1}{r_i} \quad (1)$$

曲線が複数ある場合、画素 P における誘導場の強さは個々の曲線が画素 P につくる誘導場の和になる。横瀬の提案した誘導場のモデルは図形の外郭のみ寄与する。そのため、式 (2) は点 P から見える部分のみ和をとる。例えば、曲線 $f_3(s)$ と曲線 $f_2(s)$ の一部が曲線 $f_1(s)$ にさえぎられて点 P から見えない場合、和はとらない。

誘導場を用いた研究として、写真のレイアウト評価[12]や図形のレイアウトの良さ[13]、2次元図形の類似検索[14]などがある。以上の研究から、誘導場のモデルを用いて Web ページのデザインの評価を行える可能性があると考えた。

4.2 提案モデル

前節で述べた誘導場は心理的モデルであるため、人間の神経科学の見地と異なる点がある。横瀬の提案したモデルでは、図形の外郭のみ誘導場に寄与する。この点が神経科学の見地と大きく異なる。

人間の網膜は光のエネルギーを視細胞によってニューロンの信号に変換し、双極細胞を経て神経節細胞に信号が流れ、網膜から脳に信号が伝わる[15]。神経節細胞は受容野と呼ばれる複数の視細胞からなる円形領域から出力を受ける。したがって、

画素 P における周囲からの寄与は図形の外郭のみではなく、画素 P の周辺画素から受けると考えられる。

近年の Web ページはデザイン性が高くさまざまな色が用いられているため、色による誘導場への寄与も無視できない。そこで、本稿では色対比に注目する。色対比とは、視覚刺激の色の組み合わせ方により視覚刺激単体で見るとときと異なる色として知覚される現象である[16]。色対比には明るさや色度、彩度による影響が定性的に明らかにされている。2色の色の差としては、 $L^*a^*b^*$ 色空間の色差 ΔE がよく用いられる。そのため、本稿では画素 P の周辺からの寄与は色差 ΔE に比例するモデルを提案する。

長石が提案したモデルおよび以上に述べたことから、本稿で用いる視覚モデルを式(2)のように定義する。

$$V_{(i,j)} = \sum_{n=-w}^w \sum_{m=-w}^w \frac{\Delta E_{\{(i,j)(i+m,j+n)\}}}{r_{(i,j)(i+m,j+n)}} \quad (2)$$

ここで、

- i は画像の x 座標、 j は画像の y 座標
- $V_{(i,j)}$ は画素 (i,j) の誘導場の値
- m,n は画素 (i,j) の誘導場の値に影響を与える領域パラメータ
- w は m,n のとる絶対値
- $\Delta E_{\{(i,j)(i+m,j+n)\}}$ は画素 (i,j) とその周辺画素 $(i+m,j+n)$ の $L^*a^*b^*$ 色空間による 2画素間の色差
- $r_{(i,j)(i+m,j+n)}$ は画素 (i,j) とその周辺画素 $(i+m,j+n)$ の 2画素間のユークリッド距離

とする。

提案した視覚モデルを用いて前処理を行う Web ページのキャプチャ画像の上部(高さ 800 ピクセル、幅 1260 ピクセルにてトリミング) および出力画像を図 2, 図 3, 図 4, 図 5 に示す。

今回取得した前処理画像は、提案モデルにて各ピクセルの誘導場の強さを求めた。出力画像は誘導場の分布が分かりやすいよう 2 値化するために誘導場の強さが 0 より大きい画素を白とした画像(図 3) および k-means 法により 32 階調グレースケール画像を作成し、2 値化閾値が 1 である画像(図 4)、2 値化閾値が 30 である画像(図 5) のように 2 値化して取得した。

図 3, 図 4, 図 5 に示したように、提案モデルによってグレースケール画像の 2 値化の閾値が低い画像は図 2 の文字や画像のまとまりを検出できることがわかった。

また、図 5 では、文字と背景、自然画像などのコントラストが高い領域が検出されている。したがって、提案モデルにて各画素と周辺画素のコントラストを検出できることがわかった。



図 2: Web ページのキャプチャ画像



図 3: 閾値 0 より大きい画素である 2 値画像

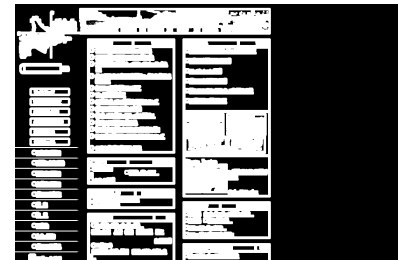


図 4: 閾値 1 の 2 値化画像



図 5: 閾値 30 の 2 値化画像

5. Web ページデザイン評価アンケート

本章では、Web ページの評価因子と視覚的特徴の関係を調査するために行った Web ページデザイン評価アンケートについて述べる。また、アンケート結果と Web ページのデザインに関する特徴について考察する。

5.1 方法

今回実験に参加した被験者は情報工学を専攻する大学生および大学院生 13 名である。これら被験者に Web ページのキャプチャ画像(以下、キャプチャ画像)を閲覧させ、Web ページの評価因子の評価値を取得した。使用したキャプチャ画像は 2008 年 10 月から 12 月に取得した地方自治体のトップページのキャプチャ画像 71 枚である。なお、今回被験者に評価させた評価因子は以下の 3 つである。

● 複雑度

Web ページのデザインやレイアウトが複雑であるかどうかを示す。被験者は評価因子の評価値として、複雑である、または複雑でない、のいずれかを選択する。

● 整列度

Web ページのメニューやテーブルの配置、ハイパーリンクなどが整列されているかどうかを示す。被験者は評価因子の評価値として、整列されている、整列されていない、のいずれかを選択する。

● 閲覧したい

表示されている Web ページを訪問した際、引き続き閲覧するか、デザインなどが悪いため、すぐに別のページに移動したくなるかどうか。被験者は評価因子の評価値として、閲覧したい、閲覧したくない、のいずれかを選択する。

Web ページの評価因子の評価値取得方法には Web ブラウザにて使用できるグループウェアのアンケート機能を用いた。キャプチャ画像の提示にはキャプチャした画像の Web ページを閲覧する際の環境と合わせるため、Web ページのキャプチャ画像を取得した際に用いた 17 型の液晶ディスプレイ (EIZO FlexScanP1700) を使用した。また、キャプチャ画像の提示環境を実際の Web ページを閲覧する環境と一致させるため、Web ブラウザを用いて被験者にキャプチャ画像を表示した。

閲覧方法として、ディスプレイと目の距離を約 50cm にさせ、評価をする際は Web ページを流し読みするような感覚で短い閲覧時間にて評価を行うよう指示した。なお、あご台は使用せず、閲覧時間を制限することは行わなかった。図 6 にアンケート実施時の様子を示す。被験者には図 6 の左のディスプレイへ Web ページの評価因子を評価するキャプチャ画像を表示・閲覧させ、右側のノート PC にて評価因子の評価値を入力させた。

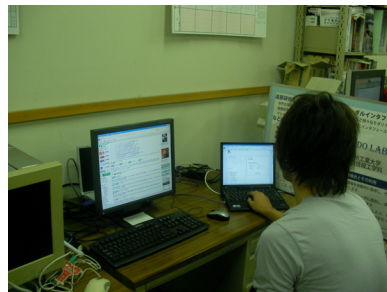


図 6：アンケート実施時の様子

5.2 アンケート結果

本稿では、キャプチャ画像を非常に短い閲覧時間にて被験者に評価させるため、キャプチャ画像のデザインの評価因子の評価値に個人差は現れないと仮定する。また、各評価因子の評価値は、複雑度においては「複雑である」または「複雑でない」を選んだ被験者の数とキャプチャ画像を閲覧した被験者の総数の割合で表す。例えば、あるキャプチャ画像を見て複雑だと思った被験者の人数が 13 人中 2 人だった場合、そのキャプチャ画像の複雑度における評価値は約 0.514 となるようにする。整列度および閲覧したいにおける評価値も同様に算出する。したがって、複雑度の評価値が高い Web ページは多くのユーザが「複雑である」と評価すると考えることができる。同様に、整列度における評価値が高い Web ページは多くのユーザが「整列している」、閲覧したいにおける評価値が高い Web ページは多くのユーザが「閲覧したい」Web ページであると考えることができる。

以上のようにして評価因子の評価値を求める。また評価値が一致した Web ページの数を以下に示す。

● 複雑度

- 被験者全員が「複雑である」を選択した Web ページ数：1
- 被験者全員が「複雑でない」を選択した Web ページ数：5

● 整列度

- 被験者全員が「整列している」を選択した Web ページ数：7
- 被験者全員が「整列していない」を選択した Web ページ数：0

● 閲覧したい

- 被験者全員が「閲覧したい」を選択した Web ページ数：2
- 被験者全員が「閲覧したくない」を選択した Web ページ数：2

被験者全員の評価が一致した Web ページの一部を以下に示す。



図 7：被験者全員が「複雑である」を選択した Web ページ



図 8：被験者全員が「複雑でない」を選択した Web ページ



図 9：被験者全員が「整列している」を選択した Web ページ



図 10：被験者全員が「閲覧したい」を選択した Web ページ



図 11：被験者全員が「閲覧したくない」を選択した Web ページ



図 12：Web ページのキャプチャ画像の上部を 16 分割した例

6.1 使用する特徴量および評価関数

第 4 章にて提案した視覚モデルの誘導場の強さは、キャプチャ画像の各画素と周辺画素とのコントラストを表す。そのため、誘導場の強さを Web ページのデザインの特徴量とした。Web ページのキャプチャ画像を複数に分割し、各領域のコントラストを誘導場の値の平均値とすることで Web ページのレイアウトの特徴を表せる可能性がある。そのため、本稿では、ユーザが Web ページを見る際に最初に閲覧するであろう Web ページのキャプチャ画像の上部（高さ 800 ピクセル、幅 1260 ピクセルにてトリミングした画像）を高さ 4×幅 4 の 16 領域に分割し、各領域の誘導場の強さを平均し、特徴量とした。したがって、特徴量は 16 次元となった。Web ページのキャプチャ画像の上部を 16 分割した例を図 12 に示す。

評価関数を求める手法として、16 次元の特徴量と被験者の評価因子の評価値との関係が明確に把握できる重回帰分析を用いた。したがって本稿では、目的変数を複雑度の評価値、説明変数を前述した Web ページを 16 分割した各領域の誘導場の強さの平均値とする。なお、各領域の位置は左上から、(0,0)、(0,1) とし、右下を(4,4) とする。

6.2 実験結果

本実験では第 5 章に述べた Web ページデザイン評価アンケートによって得られたキャプチャ画像の複雑度の評価を目的変数、Web ページのキャプチャ画像を 16 分割した各領域の誘導場の強さの平均を説明変数として重回帰分析を行った。そして、重回帰分析によって得られた回帰式の評価を自由度調整済み決定係数と回帰係数の P 値を用いて行った。回帰式を求めるツールには、Microsoft Office Excel 2003 の分析ツールを用いた。

重回帰分析を行った結果、自由度調整済み決定係数 R^2 は 0.243 となった。また、回帰係数および P 値を表 1 に示す。

以上のように、アンケート結果から被験者全員の評価が一致する Web ページが複数存在することが分かった。したがって、Web ページのデザインを評価する基準、つまり多くのユーザに共通する評価関数が存在する可能性がある。したがってこのような評価関数を求めることができれば評価因子の推定値によって Web ページのデザインの評価によるランキングが可能であると考えられる。

6. 評価因子の評価値を推定する評価関数の検討

本章では、アンケートによって得られた評価因子の評価値をもとに、評価因子の評価値を推定する評価関数の検討を行った。なお、本稿では複雑度の評価値を推定する評価関数の検討を行った。

表 1：回帰式の評価パラメータ

Web ページの 各領域	回帰係数	P 値
切片	0.35302	0.025645
(0,0)	1.062822	0.460187
(0,1)	-1.59876	0.473158
(0,2)	-1.97244	0.368989
(0,3)	3.431119	0.043436
(1,0)	-0.21741	0.872026
(1,1)	-0.53837	0.717863
(1,2)	-0.24878	0.88629
(1,3)	-1.28106	0.429465
(2,0)	-0.27145	0.822118
(2,1)	-0.57312	0.65617
(2,2)	1.134682	0.479095
(2,3)	2.807175	0.118498
(3,0)	-1.01099	0.513784
(3,1)	1.451559	0.539164
(3,2)	-2.50923	0.454195
(3,3)	2.930212	0.301196

表 1 に示すように、有意水準 0.05 にて有意である変数は切片および領域(0,3)のみである。領域(0,3)の回帰係数は正であるため、領域(0,3)の値が大きくなるほど複雑度が増すと考えられる。また、自由度調整済み決定係数の値から、回帰式の目的関数に対する当てはまりがよくないことが分かる。したがって、今回の回帰式を求める際に使用した説明変数は、Web ページの複雑度の評価値を予測する回帰式の説明変数として適していないことが分かる。

6.3 考察

回帰式の目的関数に対する当てはまりがよくないことから、今回使用した説明変数間に相関があるか調査した。その結果を図 13 に示す。相関係数が±0.7 から±1.0 を強い相関の特徴量の組をエラー! 参照元が見つかりません。内に赤色にて着色した。エラー! 参照元が見つかりません。から、Web ページの左上端から右上端の領域にかけて強い相関がある。また左下端の領域から右下端の領域にかけても強い相関が見られる。

これは、Web ページの上部にタイトルやメニュー、画像などが存在し、コントラストが強いためだと考えられる。また、左下端の領域から右下端の領域にかけては、メニューやリンクなどの文字が多く存在するため、コントラストが強くなっていると考えられる。

一方で相関係数が±0.0 から±0.2 のほとんど相関がない領域もあった。これらは、エラー! 参照元が見つかりません。内に青にて着色した。これらの領域はページ上部にはタイトルやメニュー、中央部はコンテンツやリンクといった、Web ページの領域によって役割が異なる領域が隣接しているためと考えられる。したがって、このように Web ページの領域の役割をうまく現すことができる領域に分割し、そのコントラストを特徴量とすることで複雑度がうまく説明できる回帰式を求めることができる可能性がある。また、小林ら[17]のように配色に注目し、その組み合わせなどを説明変数に組み込むことでも複雑度がうまく説明できる回帰式を求めることが

できる可能性がある。

	(0,0)	(0,1)	(0,2)	(0,3)	(1,0)	(1,1)	(1,2)	(1,3)	(2,0)	(2,1)	(2,2)	(2,3)	(3,0)	(3,1)	(3,2)	(3,3)
(0,0)	1.000															
(0,1)	0.873	1.000														
(0,2)	0.752	0.790	1.000													
(0,3)	0.645	0.720	0.805	1.000												
(1,0)	0.143	0.012	0.033	0.033	1.000											
(1,1)	-0.198	-0.149	-0.306	-0.229	0.408	1.000										
(1,2)	-0.059	-0.136	0.113	-0.025	0.278	0.271	1.000									
(1,3)	-0.027	-0.017	0.074	0.304	0.317	0.204	0.469	1.000								
(2,0)	-0.429	-0.437	-0.405	-0.318	0.496	0.304	0.165	0.275	1.000							
(2,1)	-0.494	-0.578	-0.437	-0.399	0.264	0.380	0.217	0.193	0.585	1.000						
(2,2)	-0.536	-0.575	-0.457	-0.399	0.140	0.284	0.363	0.246	0.460	0.683	1.000					
(2,3)	-0.518	-0.482	-0.452	-0.254	0.081	0.306	0.277	0.489	0.542	0.480	0.656	1.000				
(3,0)	0.101	0.158	-0.029	0.045	-0.294	-0.159	-0.236	-0.186	0.030	-0.161	-0.132	0.037	1.000			
(3,1)	0.250	0.225	0.173	0.116	-0.266	-0.187	-0.328	-0.319	-0.143	-0.119	-0.152	-0.104	0.706	1.000		
(3,2)	0.246	0.225	0.248	0.216	-0.338	-0.185	-0.275	-0.293	-0.151	-0.113	-0.132	-0.173	0.589	0.858	1.000	
(3,3)	0.211	0.175	0.208	0.133	-0.223	-0.087	-0.189	-0.239	-0.049	-0.118	-0.115	-0.102	0.554	0.781	0.909	1.000

図 13: 数の相関係数

7. おわりに

本研究では、ユーザの検索負荷を低減させるために人間の視覚モデルを用いて Web ページの評価因子を解析し、Web ページの順位付けに評価因子を用いた Web ページ検索システムを提案した。本稿では、提案した視覚モデルによって、Web ページの文字や画像のまとまりの検出およびコントラストの高い領域を抽出することができる可能性が確認できた。また、被験者に Web ページの評価因子を評価させる Web ページデザイン評価アンケートを行い、被験者全員の評価が一致する Web ページが複数存在することが分かった。これにより、Web ページのデザインを評価する基準、つまり多くのユーザに共通する評価関数が存在する可能性があることがわかった。このような評価関数を用いて評価因子の推定値を求めることができれば、Web ページのデザインの評価によるランキングが行えると考えられる。そのため、評価因子の推定値を求める評価関数を求める手法や特徴量を検討した。

本稿では、提案した視覚モデルを用いて Web ページのコントラストを特徴量とした評価関数を重回帰分析によって求め、評価関数を自由度調整済み決定係数と回帰係数の P 値によって評価した。その結果、自由度調整済み決定係数 R^2 は 0.243 となり回帰式の目的関数に対する当てはまりがよくないこと、今回用いた特徴量は Web ページのタイトルやメニューなどの構造により相関が高い組み合わせがあることが分かった。

今後は Web ページの構造を考慮した線形独立な特徴量を検討するとともに、配色や周波数解析などを用いた特徴量も検討する。また、神経科学などの見地を用いて視覚モデルを人間のデザインの評価と高い相関がある特徴量を取得できるように拡張する予定である。

謝辞 本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（18100001）の助成による研究成果である。

参考文献

- 1) Lawrence Page, Sergey Brin, Rajeev Motwani, Terry Winograd, 'The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web', 1998
- 2) J. Kleinberg. Authoritative sources in a hyperlinked environment. Proc. 9th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, 1998. Extended version in Journal of the ACM 46(1999).
- 3) 仲川薫, 須田亨, 善方日出男, 松元啓太, ウェブサイトユーザビリティアンケート評価手法の開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集 2001, 2001
- 4) Lindgaard G., Fernandes G. J., Dudek C. & Brown J. ,Attention web designers: You have 50 milliseconds to make a good first impression!, Behavior Information Technology, **25**. 115 - 126 (2006)
- 5) +DESIGNING, 毎日コミュニケーションズ, Vol.3, 2006
- 6) 古澤徹, 渡井康行, 山崎俊彦, 相沢清晴, 見た目に基づく Web ページ検索のための視覚的類

似度尺度, 映像情報メディア学会誌 Vol.62, No.2, pp.209-215, 2008.

- 7) 高間康史, 中原啓介, 三橋憲晃, 山口亨, 業種に基づく Web ページ検索における視覚的類似性の利用可能性に関する検討, 計測自動制御学会論文集 Vol.42, No.4, pp.310-318, 2006
- 8) 小林達矢, 千種康民, 服部泰造, 印象語による Web 検索, 情報処理学会第 70 回全国大会講演論文集, pp."2-407"-“2-408”,2008
- 9) Shih-Wen Hsiao, Jyh-Rong Chou, A Gestalt-like perceptual measure for home page design using a fuzzy entropy approach, International Journal of Human-Computer Studies 64,pp.137-156,2006
- 10) 横瀬善正, 形の心理学, 名古屋大学出版会, 1986
- 11) 長石道博, 視覚の誘導場モデルを用いたパターン認識時の心理実験結果の検証, テレビジョン学会誌 Vol.50, No.12, pp.1965-1973, 1996
- 12) 巖壮志, 八村広三郎, 視覚ポテンシャルを用いる図形の最適配置, 情報処理学会第 46 回全国大会講演論文集, "2-331"-“2-332”, 1993
- 13) 長石道博, 視覚の誘導場による感性評価, 認知科学 Vol.10, No.2, pp326-333,2003
- 14) 浅尾栄志, 西尾孝治, 小堀研一, 視覚の誘導場を用いた 2 次元図形の類似検索, 情報処理学会第 70 回全国大会講演論文集, "4-309"-“4-310”, 2008
- 15) Mark F. Bear, Michael A. Paradiso, Barry W. Connors, カラー版 ベアー コノーズ パラディーソ 神経科学—脳の探求, 西村書店,2007
- 16) 千々岩英彰, 色彩学, 福村出版, 1983