

単語と色彩の認知的連想関係に着目した テキスト最適色彩選定手法

飯場咲紀^{†1} 仲村哲明^{†2} 坂本真樹^{†3}

本研究では、単語と色彩の認知的連想関係に着目し、テキストを入力すると、テキストのイメージに適した色彩を自動で推定するシステムを実装した。心理実験により色彩が連想されやすい単語を調査し、それらの単語から連想される色彩を調査することで、データベースの拡張を行い、さらにシステムによる提案色彩の認知的妥当性を検証することで本システムの評価を行った。

A Proposal of Color for Text using the Association between Colors and Words

Saki Iiba^{†1} Tetsuaki Nakamura^{†2}
and Maki Sakamoto^{†3}

In this paper, we proposed a recommendation system of text color. Since it focuses on the cognitive relation between colors and words, our system enables to estimate colors suitable for the image of text. In order to have an efficient database used by our system, we conducted two psychological experiments. In experiment 1, we selected words which had the strong relation with colors. In experimental 2, we researched the colors associated with these words. Finally, we conducted an experiment in order to confirm the validity of the proposed system.

1. はじめに

近年、電子ドキュメントの普及により、膨大なテキスト情報の中から目的の情報を探し出すことが困難となりつつある。そこで、テキスト情報の提示における色彩利用の有効性に着目する。

Zhang&Norman[1]によると、人間は問題解決時に、頭の内部で処理される知識と、知覚的に分かる形で外的に表現された知識の両方を扱っているという。このことから、テキスト情報提示における、文字色や背景色といった色彩情報の重要性が示唆される。

色彩の心理的効果には、物体の見え方に影響する知覚効果と、連想や共感覚といった人の心に作用する感情効果がある[2]。

文書の文字色や背景色に関する研究では、文字色や背景色は文書の概要把握や文字列探索に効果的とされ、テキスト内容の記憶や再認に有効であると報告されている[3]。これに伴い、テキスト情報の可読性や視認性の向上を目的とした、テキスト自動彩色システムに関する研究が盛んに行われている[4]。しかし、従来の研究では、知覚効果の高い色彩がテキストに対して選定されるため、選定される色彩が必ずしもテキストのイメージに認知的に適しているとは言えず、ユーザが持つテキストの色彩イメージとの不一致により、テキスト情報の伝達効果を低下させてしまう恐れがある。

そこで本研究では、人間の認知的特性に着目し、テキスト情報のイメージに合致した色彩を自動で選定し、提案するシステムの実装を行う。本システムによって、テキスト情報提示におけるユーザの色彩決定までの負担を軽減し、かつ、テキスト情報の効果的な伝達やテキスト情報検索に有効な色彩の選定を可能とし、電子書籍の自動カラー付箋付与機能やブログの背景色デザイン支援など、テキスト彩色技術として幅広い応用が期待される。

2. 従来研究と本研究の位置づけ

本研究では単語と色彩の認知的連想関係を利用することで、テキスト情報のイメージに認知的に適した色彩を提案するシステムを実装する。本章では、従来のテキストと色彩の結びつきに着目した研究から想定されるテキストの色彩選定手法およびそれらの問題点を述べ、さらに本システムによる解決方法を述べる。

2.1 従来研究から想定されるテキスト色彩選定手法

^{†1} 電気通信大学電気通信学部
Department of Electro-Communications, The University of Electro-Communications

^{†2} 電気通信大学大学院電気通信研究科
Graduate School of Electro-Communications, The University of Electro-Communications

^{†3} 電気通信大学大学院情報理工学研究所
Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

(1) 外的色彩情報による選定

村山ら[5]は、Web ページのテキスト内容を推測する際に、同じページで使用されている色彩が有効であると示している。

この従来研究から、テキスト以外の画像などの色彩情報（外的色彩情報）をテキスト内容に適した色彩として提案するというシステムが可能性として考えられる。しかし、外的色彩情報がなくテキストのみが存在する場合や外的色彩情報とテキスト内容の関連性が低い場合は、色彩が選定されない、もしくは、テキスト内容との結びつきが弱い色彩が選定されてしまうという問題が考えられる（問題 1）。

(2) 色彩語による選定

服部ら[6]は、Web テキストからユーザの入力キーワードに関する色彩語を抽出し、抽出された色彩語を用いた Web 画像検索手法を提案している。

この従来研究に基づけば、テキスト中の色彩語に基づいてテキストの色彩を決定する方法が考えられるが、色彩語を含まないテキストには適さず、特定のテキストのみに有効な手法としかならない（問題 2）。

(3) 感性語による選定

山崎ら[7]の『感性メール』は、メールのテキスト文から、感性語を抽出し、それらと対応した色彩情報を用いて、受信メールテキストの背景色を設定している。

この従来研究から、テキスト情報から感性語を抽出し、感性語と色彩の対応関係から、色彩を選定する方法が考えられる。しかし、この選定手法は、感性を表さない単語が多い場合であっても、一定数の感性表現に近似させるため、異なる内容のテキストであっても、同一の色彩が選定されてしまい、提案色彩のバリエーションが少なくなるといった問題が挙げられる（問題 3）。

2.2 本研究の位置づけ

本研究で提案するシステムは、テキストと色彩の結びつきとして、単語と色彩の認知的連想関係（単語から想起される色彩情報）を利用し、テキスト情報に適した色彩を選定することで、2.1 節で述べた従来研究に基づいて想定される手法の問題点が以下のように解決される。

問題 1：テキスト内容と色彩の結びつきの弱さ

本提案システムでは、心理実験によって“色彩が想起されやすい”と判断された単語を利用する。したがって、単語と色彩の結びつきの強さが保証されることから、テキストと色彩の結びつきの強い色彩を提案することが可能になる。

問題 2：特定のテキストのみに有効

本システムで利用する単語情報は、色彩語や感性語などの単語の種類に制限を設けない。また、潜在的意味分析（LSA）[8]を用いて、心理実験で扱いきれない単語に対応する色彩情報を推定することで、単語情報の追加を容易に行える。以上から、様々な単語情報を扱えるため、幅広いテキスト情報の色彩選定を可能とする。

問題 3：提案色彩のバリエーションの少なさ

本提案システムでは、単語が持つ色彩情報としての色彩数を最大 35 色とし、各色彩の割合はその色彩が想起される確率に対応させる。このように単語情報をより詳細に反映する色彩情報を利用することで、テキスト情報をより適切に表現するような色彩が提案できる。すなわち、テキスト固有の色彩が提案されることから、提案色彩のバリエーションが豊富になる。

以上のように本提案システムでは、テキスト情報と色彩を結び手法として、単語と色彩の認知的連想関係を採用することで、テキスト情報の伝達効果を高めるような色彩の選定を可能とする。

3. 提案システムの設計手順

3.1 システムの概要

本システムは、入力テキストのイメージに適した色彩を推定し、ユーザにその色彩イメージを提示する。このとき、テキスト中の“色彩との結びつきの強い単語”の出現頻度、それらの単語の色彩との結びつきの強さ、各単語に応じた色彩情報を利用して推定を行う。

3.2 本研究の基盤となるシステム

仲村ら[9]は、楽曲の歌詞から想起される色彩を推定する際に必要な“プリミティブワード”の存在を確認し、楽曲・歌詞・色彩の結びつきに着目した楽曲推薦システムを提案している[10]。これは、ユーザが入力した色彩に適した楽曲が検索されるシステムであり、基本原理として、事前に歌詞に対応した色彩情報を割り当てているが、単語から想起される色彩情報を基に、楽曲の歌詞を解析することで歌詞から想起される色彩を推定するというものである。

本研究では、仲村らのシステム[10]における「歌詞」を「テキスト」と置き換えることで、テキストから想起される色彩を自動で推定するシステムの実装を考える。

3.3 システムの基本原理

本研究で使用する 35 色の色彩を図 1 に示す。使用色彩は Microsoft 社 Word2003 の標準カラーパレットの 40 色のうち、予備実験によって色彩の区別が難しいと判断された色彩を除いたものである[9]。図 1 の使用色彩を採用した理由として、適度な色彩数が揃っており、ユーザが日常的に馴染みのある色彩であるといった点が挙げられる。

本研究では、35 色の各色彩が想起される確率を値とするベクトルを、色彩ベクトルと呼ぶ。すなわち、ある色彩 C_i ($i=0,1,2,\dots,34$) が想起される確率を p_i とすると、ある単語 x の色彩ベクトル v_x は、式 (1) で表される。例えば、 p_{14} の値が高い場合、色彩番号 14 は赤であるので「単語 x は赤色が想起される確率が高い」と言える。

$$v_x = (p_0, p_1, p_2, \dots, p_{34}) \quad (1)$$

本システムの色彩選定手法は、ユーザが入力テキストに含まれる単語の色彩ベクトルを参照することで、テキストの色彩ベクトル、すなわち、テキストから想起される色彩を推定している。

$$v_x = \frac{\sum_{w_i \in A(x)} f_i l_i v_i}{|A(x)|} \quad (2)$$

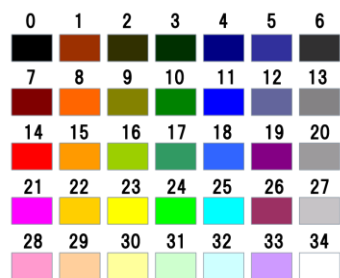


図 1 使用色彩および色彩番号

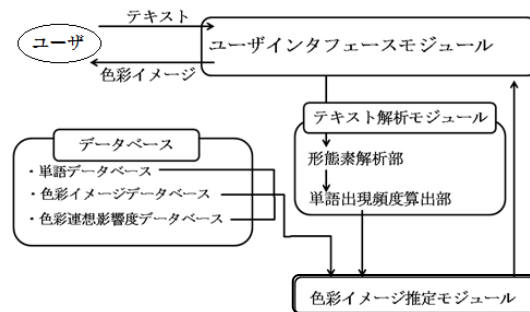


図 2 システムの構成

3.4 システムの構成

本システムの構成概要を図 2 に示す。以下にシステムの構成について詳しく述べる。

(1) ユーザインタフェースモジュール

テキスト情報をユーザからの入力として受け取り、また、色彩イメージ推定モジュールによって推定された色彩情報を基に色彩イメージをグラフで表示する。

(2) テキスト解析モジュール

入力テキストを形態素解析し、解析結果から単語出現頻度算出部において、単語の出現頻度を算出する。なお、今回は形態素解析ソフトとして Mecab0.98 を用いた。

(3) データベース

本システムのデータベースは、単語データ、単語の影響度（色彩との結びつきの強さ）データ、単語の色彩ベクトルデータで構成される。なお、4 章で詳しく述べる。

(4) テキスト色彩イメージ推定モジュール

入力テキスト内の、単語の出現頻度と単語の影響度・色彩ベクトルのデータベースを参照してテキストの色彩ベクトルを推定し、推定結果をユーザインタフェースモジュールに返す。

3.5 テキストの色彩ベクトル推定手法

本研究では、テキストの色彩ベクトルをテキストに出現したデータベースの登録単語の出現頻度、影響度、色彩ベクトルの重心ベクトルを正規化することで求める。

すなわち、テキスト x の色彩ベクトル v_x は、式 (2) によって与えられる。ただし、 A は登録単語の集合、 $A(x)$ はテキスト x に出現する登録単語の集合、 f_i はテキスト x 中の登録単語 w_i の出現頻度、 l_i は単語 w_i の影響度、 v_i は単語 w_i の色彩ベクトルとする。

4. データベース

本システムでは、仲村らの楽曲推薦システム [13] で使用されたデータベースおよび本研究で実施した心理実験によって得られたデータベースを用いる。

4.1 基本データベース

(a) プリミティブワードに関するデータ

仲村ら [9] は、心理実験を通して、楽曲の歌詞から色彩が想起される際に影響を与えた単語を調査し、色彩と結びつきの強い単語（＝プリミティブワード）として 283 語を選定している。各プリミティブワードにおいてその単語が色彩想起に影響を与えたと回答した被験者の割合を、各単語が持つ“色彩想起における影響度”とし、各単語に“色彩との結びつきの強さ”を与えている。これを単語の影響度としている。さらに、プリミティブワードから想起される色彩を調査することでプリミティブワードの色彩ベクトルを求めている [10]。本システムでは、仲村らのプリミティブワードとその影響度・色彩ベクトルデータをプリミティブワードに関するデータとしている。

(b) 未知語に関するデータ

仲村らは、心理実験によって得られたプリミティブワードが、色彩との結びつきのある単語を全て網羅している保証がないと考え、プリミティブワード以外の単語（以下、未知語と呼ぶ）であっても、影響度や色彩ベクトルを推定できる方法を提案している。

未知語に関する情報は、潜在的意味分析（LSA）によって得たプリミティブワードと未知語の類似度と、プリミティブワードに関する情報を基に推定される。ここで、潜在的意味分析（LSA: Latent Semantic Analysis）とは、コーパスを用いて、コーパス中に出現する索引語同士の意味的な類似度を求める手法である [8]。

未知語 w_u に関して、 w_u と閾値（正の数）以上の類似度を持つプリミティブワードが存在する場合、 w_u に関する影響度および色彩ベクトルは、閾値以上の類似度を持つプリミティブワードの影響度および色彩ベクトルを類似度倍し、平均することで与えられる [10]。用いたコーパスは、毎日新聞コーパス（2005 年）1 年分とし、結果的に LSA に使用された文書数は 643,807、異なり語数は 129,462 である [10]。

以上を踏まえ本システムのデータベースは、単語データ、単語の影響度データ、単語の色彩ベクトルデータが、プリミティブワード用と未知語用の 2 種類ずつあるため、計 6 つのデータから構成されている。

4.2 データベースの拡張

本研究では、システムで扱えるテキスト情報の幅を広げるために、ニュースサイト記事を用いて新たにプリミティブワードに関するデータを収集した。

実験 1：色彩想起に影響を与える単語の調査

被験者にニュースサイト記事の一部を提示し、テキストを読んだときに想起される色彩を回答させ、このとき同時に、色彩の想起に影響を与えた単語を回答させた。回答単語に関して、回答した被験者数が多い単語を“色彩との結びつきの強い単語”，すなわち、プリミティブワードとして選定した。

【被験者】

大学生 80 名（男性 71 名，女性 9 名，平均年齢 21.5 歳）の被験者を 4 つのグループに分け、後述する刺激テキスト 30 文章を割り当てることで、結果として、1 文章当たり 20 名の被験者の回答を得た。

【刺激テキスト】

プリミティブワードを選定する際、一般性の高いテキストを利用した方が、より一般性の高い単語を抽出できる。したがって、本実験では、様々なテキストに高頻度で出現する単語を多く含むテキストを使用することにした。

本研究では、およそ 8 万語の単語の親密度（その単語との馴染み度合い：0～7）をまとめた、単語親密度データベース[11]に含まれる単語のうち、高親密度（6.5 以上）の単語を抽出し、「選定基準単語リスト」を作成した。

ニュースサイト『毎日 jp』[12]において 2009 年に掲載された記事で、選定基準単語リストの単語を含む 120 記事を選出した。本実験では、使用するテキスト数が多いために被験者負担を考慮し、選出記事の全文でなく、選定基準単語を含む段落（300 字以内）のみを使用した。以上の手続きで、刺激テキストとして 120 文章を選定した。

【回答方法】

提示する色彩のサンプルは、本研究で使用する色彩（図 1 を参照）とし、被験者には色彩の想起に影響を与えたと判断できる単語を可能な限り挙げてもらった。

実験 1：結果

被験者の回答単語を集計した。集計された単語の内、品詞が地名以外の固有名詞を削除した。タレント名・商品名などの固有名詞は、商業目的のために採用された恣意的な色彩であることから、本システムで扱う単語データとして適さないと判断した。

また、固有名詞の中でも地名を含んだ理由として、地名はその土地固有の伝統や習慣行事といった特色が強く表れることで色彩イメージと結びつく（この色彩を地方色と呼ぶ[13]）ことから、他の固有名詞に比べ、世代や性別による色彩想起の異なり度合いがより小さく、採用しても問題はないと判断した。

以上の手続きで選出した単語に対し、被験者の回答率を求めた。これは、回答単語を含むテキストにおいて、実際にその単語を回答した被験者割合である。すなわち、

テキスト i ($i = 1, \dots, 120$)において、被験者による回答単語 a の回答率 r_a は式 (3) で与えられる。ただし、 $T(a)$ は単語 a を含むテキストの集合、 n_i は単語 a を含むテキストを提示された被験者数、 $n_i(a)$ は単語 a を含むテキストにおいて、実際に a を回答した被験者数とし、単語 a を含むテキストの各被験者割合を r_{ia} とする。

$$r_a = \frac{\sum_{i=1}^{120} r_{ia}}{|T(a)|}, \quad r_{ia} = \frac{n_i(a)}{n_i} \quad (3)$$

以上の流れで、選出した全単語の回答率を求め、回答率が 0.25 以上の単語（被験者 20 名中 5 名以上が回答した単語）である 498 語をプリミティブワードとして選定した。

本システムでは、498 語の各単語が持つ回答率を各単語が持つ“色彩想起に与える影響度”とし、プリミティブワードの影響度データとして登録した。

実験 2：単語から想起される色彩の調査

被験者にプリミティブワードを 1 語ずつ提示し、単語から想起される色彩を回答させ、被験者の回答色彩からプリミティブワードの色彩ベクトルを求めた。

【被験者】

大学生および大学院生 20 名（男性 10 名，女性 10 名，平均年齢 22.7 歳）を被験者とし、結果として、単語 1 語当たり 20 名の被験者の回答を得た。

【刺激単語】

実験 1 で選定されたプリミティブワード 498 語を使用した。

【色彩回答方法】

被験者が色彩回答で用いる色彩は、図 1 の 35 色とする。色彩の回答に関して、想起される色彩が単色とは限らないことや、被験者の色彩回答の負担を極力抑えるために、想起される色彩を最大 3 色回答するよう求めた。

ここで、想起された色彩が複数の場合、それぞれの色彩が想起される強さは、色彩が単色で想起される場合よりも弱くなっていることが十分考えられる。よって、色彩が想起される強さを反映するために、被験者が回答した色彩に重みづけを行う必要がある。本実験では被験者に対し、想起された色彩を表 1 のように、想起された色彩数に応じて回答するよう求めることで、想起色彩の重みづけを行った。

表 1 想起色彩数に応じた色彩回答方法

想起される色彩数	回答方法
1 色	想起色彩を 3 回回答(計 3 回)
2 色(想起の強さが同じ)	想起色彩を 1 色ずつ回答(計 2 回)
2 色(想起の強さが異なる)	強く想起される色彩を 2 回, 他方を 1 回回答(計 3 回)
3 色	想起色彩を 1 色ずつ回答(計 3 回)

実験 2 : 結果

被験者によるプリミティブワードから想起される回答色彩を用いて、プリミティブワードの色彩ベクトルを算出する。3.3節で述べたように、色彩ベクトルの各要素は35色の各色彩の想起確率であるから、プリミティブワード w_p の色彩ベクトル v_p は、式(4)によって与えられる。ただし、 x_p は w_p を提示された被験者数、 t_{pi} は w_p に関する色彩 C_i ($i=0,1,2,\dots,34$)の延べ回答数である。ここで、想起された色彩が2色で、かつ、各色彩の想起される強さが同じ場合(表1を参照)は、各色彩の回答数は1.5回分とカウントされ、それ以外の回答方法に関しては、全て各色彩は1回とカウントされる。

結果から得たプリミティブワードの色彩ベクトルをデータベースに登録した。

$$v_p = \left(\frac{t_{p0}}{3x_p}, \frac{t_{p1}}{3x_p}, \dots, \frac{t_{p34}}{3x_p} \right) \quad (4)$$

5. 試作システムの実装

本システムの要件を満たす試作システムをJava(Ver.6)を用いて実装した。図3に実行画面を示す。ユーザは、画面左上のテキストボックスに任意のテキストを入力し、『判定』のボタンを押すことで、判定結果として色彩が表示される。

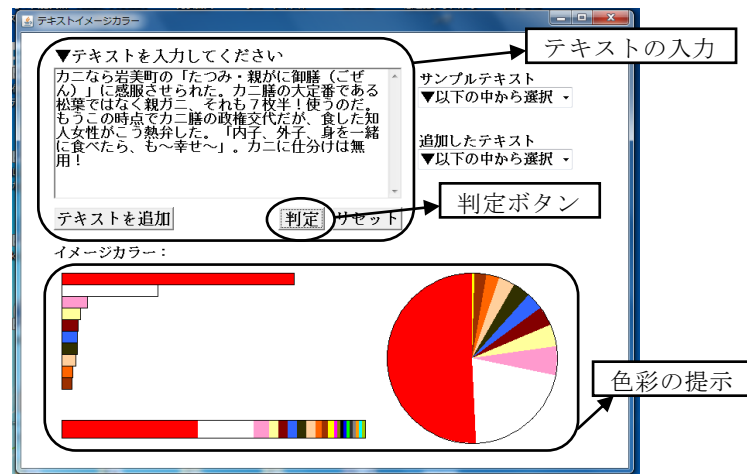


図 3 試作システムの実行画面

テキストはキーボード操作による直接入力と、画面右上の『サンプルテキスト』や『追加したテキスト』のリストから、任意のテキストを選択する2種類の方法で行える。

今回の試作システムでは、判定結果として、想起確率上位10位の色彩の棒グラフと円グラフ、全想起色彩の棒グラフの3パターンが表示されるようにした。これにより、ユーザが個々の色彩の割合や色彩同士の比較を行えると同時に、出力色彩全体がテキストに適しているかを直感的に判断できる。

6. システムの妥当性の検証

本研究の提案システムの有効性を検証するために、心理実験によって得られたテキストの想起色彩と本システムによって提案される色彩の比較を行った。

6.1 評価用テキストの色彩ベクトルの作成

(1) 心理実験：テキストから想起される色彩の調査

被験者にテキストを提示し、テキストを読んだときに想起される色彩を調査することで、被験者による評価用テキストの色彩ベクトルを作成する。

【被験者】

大学生および大学院生10名(男性7名、女性3名、平均年齢23.8歳)を被験者とし、結果として、1文章当たり10名の被験者の回答を得た。

【刺激テキスト】

4.2節の心理実験で使用していない20文章を新たに評価用テキストとして用意した。4.2節の心理実験で使用したテキストと同様に、一般的に高頻度で出現する単語を含み、被験者負担を考慮して各テキストの文字数が300字以内の文章を選定した。

【色彩回答方法】

色彩回答方法は、4.2節の実験2で色彩を調査した方法と同様に、想起された色彩数に応じて、表1のように回答するよう求めた。

(2) テキスト色彩ベクトルの算出

被験者によってテキストから想起されると回答された色彩を用いて、評価用テキストの色彩ベクトルを算出する。4.2節の式(4)で、プリミティブワードの色彩ベクトルが与えられているが、プリミティブワードをテキストに置き換えることでテキストの色彩ベクトルを与えることができる。すなわち、評価用テキスト T_a の色彩ベクトル v_a は、式(5)によって与えられる。ただし、 x_a は T_a を提示された被験者数、 t_{ai} は w_a に関する色彩 C_i ($i=0,1,2,\dots,34$)の延べ回答数である。

$$v_a = \left(\frac{t_{a0}}{3x_a}, \frac{t_{a1}}{3x_a}, \dots, \frac{t_{a34}}{3x_a} \right) \quad (5)$$

6.2 被験者回答色彩とシステム提案色彩の比較

6.1 節で得た評価用テキストの色彩ベクトルと、システムによって同テキストから推定された色彩ベクトルを比較した。具体的には、評価用テキスト i ($i=1,2,\dots,20$)、使用色彩 C_j ($j=0,1,\dots,34$) において、被験者回答による色彩ベクトルの要素を x_{ij} 、システムによる色彩ベクトルの要素を y_{ij} とし、テキスト i における変数 x と y に関する Pearson の積率相関係数を求めた。

この比較によって得られた、有意確率 5%水準（両側）を満たす相関係数を持つテキスト数およびその割合を表 2 に示す。表 2 から、有意確率 5%水準（両側）で相関があると判定されたテキストは 20 文章中 12 文章（60%）であった。この結果は、テキストから想起された色彩とシステムによる提案色彩の間に相関があることを示し、本システムによって提案された色彩は、テキストのイメージに認知的に適していることを示唆している。

表 2 被験者の回答色彩とシステムの提案色彩の比較

相関係数	程度	テキスト数	割合 (%)
0.7~1.0	強い相関がある	2	10.0
0.4~0.7	比較的強い相関がある	6	30.0
0.2~0.4	弱い相関がある	4	20.0
0.0~0.2	ほとんど相関がない	0	0.0
合計		12	60.0

6.3 システムに関する考察

6.2 節において、本システムによる提案色彩はテキストイメージに認知的に適していることを検証できた。しかし、評価用テキストの中には、色彩の妥当性が低いと判断されたものがいくつか見られた。

そこで、評価用テキストの単語を解析することでこの要因を探った。評価で用いた全 20 文章の各テキストに含まれるプリミティブワード数・未知語数・総単語数をカウントし、プリミティブワードの割合・未知語の割合を算出した。これらの情報が色彩の妥当性に影響を及ぼすのか、各情報と色彩の妥当性（被験者回答による色彩とシステムによる提案色彩の相関係数）の相関を見ることで分析を行った。

結果として、各テキストにおいて、テキストの未知語数と色彩の妥当性との間には比較的強い負の相関が見られた。このことから、未知語数を多く含むテキストでは、色彩の妥当性は低くなるということが分かる。未知語数以外の単語情報に関しては、相関が見られなかったことから、プリミティブワードに関するデータは問題はないが、潜在的意味分析を用いて推定された未知語に関するデータがうまく機能していないと言える。したがって、プリミティブワードの情報のみで色彩の選定を行えばよいが、

プリミティブワードを含まないテキストを扱うためには、やはり未知語が必須であり、テキストの色彩推定における未知語の利用法を検討していく必要がある。また、今回はニュースサイト記事のテキストを中心に扱ってきたため、今後は幅広いジャンルのテキストを用いて本システムの有用性を検証していくこととする。

7. おわりに

本稿では、単語と色彩の認知的連想関係を用いて、ユーザによる入力テキストのイメージに合った色彩を提案するシステムを実装し、本システムによって提案された色彩がテキストのイメージに認知的に適しているかを評価実験を通して検証した。今後は、色彩推定における未知語データの利用法を検討することでシステムの精度の向上を図り、また、幅広いジャンルのテキストを用いてシステムの妥当性を検証していく必要がある。

参考文献

- 1) Zhang, J. and Norman, D.A.: Representations in Distributed Cognitive Tasks, Cognitive Science, Vol.18, pp87-122 (1994).
- 2) 千々岩英彰: 色彩学概説, 東京大学出版会(2001).
- 3) 内田友幸, 田中英彦: 可読性向上を図る対話的文書自動彩色システム, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80, No.12, pp. 3173-3180 (1997).
- 4) 市野順子, 竹内和広, 井佐原均: 色彩の心理的効果が Overview+Detail ドキュメントインタフェースにもたらす効果, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.4, pp. 1303-1315 (2006).
- 5) 村山紀文, 齊藤豪, 奥村学: Web ページの色彩に関するデータマイニング, 第 2 回情報科学技術フォーラム (FIT), (2003).
- 6) 服部峻, 田中克己: 色名抽出と色特徴量変換に基づく典型的画像の Web 検索, 日本データベース学会, Vol.6, No.4, pp. 9-12 (2003).
- 7) 山崎和彦, 村中直文, 笹島学, 宇田川直哉: 感性を考慮したメールシステム, 日本デザイン学研究作品集, Vol.9, No.9, pp.52-57 (2004).
- 8) T.K. Landauer, D.S. McNamara, S. Dennis, and W. Kintsch, editors.: Handbook of Latent Semantic Analysis. Lawrence Erlbaum Associates, London (2007).
- 9) 仲村哲明, 川西紘平, 坂本真樹: 歌詞と色彩に基づいた楽曲推薦の可能性, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J92-A, No.2, pp. 85-94 (2010).
- 10) 坂本真樹, 仲村哲明, 内海彰: プリミティブな色彩連想語を用いた色彩に基づく楽曲推薦システム, 出願番号: 2010-010496. 2010-1-20.
- 11) 天野成昭, 近藤公久: 日本語の語彙特性第 1 期 CD-ROM 版, 三省堂 (1999).
- 12) 毎日新聞のニュース・情報サイト『毎日 jp』, <http://mainichi.jp/>
- 13) 日本色彩学会: 色彩科学事典, 朝倉書店(1991).