

デジタル環境下での 効率的な色識別能力向上支援システムの研究

大坪 誠^{*1}, 長谷川忍^{*1, *2}

*1 JAIST 情報科学研究科, *2 JAIST 情報社会基盤研究センター

Research on an efficient support system for improvement of color recognition skill in digital environment

Ootsubo Makoto^{*1}, Hasegawa Shinobu^{*1, *2}

*1 JAIST School of Information Science, *2 JAIST Research Center for Advanced Computing
Infrastructure

パーソナル・コンピュータ等の普及によりデジタル・コンテンツを注視する機会は増加した。また一般のユーザがデジタルでのコンテンツを作成する機会も増加している。これに伴ってデジタル環境における作成したものを目的の色に見えるように色を識別、選択することの重要性が高まっている。しかし、デジタル環境におけるこの能力をトレーニングするためのツールは少なく、また個人向でない、非効率、といった問題が考えられる。この問題に対して本稿ではデジタル環境における色識別能力を効率良く上昇させるトレーニングシステムの開発を目指す。提案する手法では学習領域全体を色の三属性、色の系統、難易度を組み合わせたオーバーレイモデルで表現する。このオーバーレイモデルの達成度をもとに、学習者へ不得意部分である学習優先度の高い問題の提供を行うことで、従来の学習と比較して時間効率の良い学習を目指す。

キーワード: 色識別能力, スキル学習, オーバーレイモデル, 適応的トレーニング

1. はじめに

パーソナル・コンピュータの普及やタブレット端末、スマートフォンの普及によりディスプレイ・デバイス内でデジタル・コンテンツを注視する機会は増加している。またユーザ中心にコンテンツの作成と発信が行われるコンシューマー・ジェネレイテッド・メディアコンテンツ(CGM)の発展⁽¹⁾やコンテンツ作成ツールの普及等により、プロにとどまらず一般のデジタル環境の利用者にも制作機会が増加している。こういったデジタル環境でのコンテンツ作成では、絵具を用いて描くのに比べてコストや画材の管理に気を使わなくてよい。このためアナログ環境に比べ色の扱いが容易で、豊富な色を自由に使うことが可能である。

一方で絵を描く等の色を使ったコンテンツを作成際には自分の感覚として見た色を再現したいという欲求

が存在する。このため色の選択がしやすいデジタル環境では、作成したものが目的の色に見えるよう色を識別、選択する能力の重要性は高まっている。例えば、デジタル・サイネージ上に表示されるコンテンツの色を任意の色と同じようにしたい、デジタル・イラストレーションで特定の色を再現したい、等である。しかしこういった能力を向上させるための学習を個人で行いたいと考えたとき、どのような学習を行えばいいのかわからないといった問題がある。

この問題に対し本研究では、見た色を理解しそれを再現できるようになることを目標として、デジタル環境下で個人が行う色識別能力向上トレーニングを検討する。したがって、本稿におけるトレーニングとは、色を見た時にその色を再現するために必要な要素を認識する力を向上させるものを指す。

本研究では色識別能力を、色を再現する際に必要となるパラメータの色相、彩度、明度がどのようなかを理解する能力と定義する。この能力があることで理想とする色と実際作成されたものとの間に発生した色の違いに対して適切な修正方針を与えることが可能となるものである。この色識別能力は人ごとに持つ能力に差がある⁽²⁾が、トレーニングによって向上させることが可能でありトレーニング用のツールも存在している。

しかし、既存のトレーニングツールは道具としての部分が大きく、どういった学習を行うかは学習者に任せられるものである。このため学習者自身が自分の能力を把握しにくく、学習すべきポイントを絞りにくい。さらに学習自体も総当たりのに行わなければならない、学習者の能力を向上させるという目的を考えた時に非効率となることが考えられる。

そこで、本研究では一般のユーザがデジタル環境で効率よく色識別能力を向上させるため、スキル学習という視点からデジタル環境下でのトレーニングを行えるシステムを検討する。また色識別能力を評価するテストも開発する。これにより、従来のものと比較し少ないトレーニング回数でテスト成績の上昇が期待できるシステムを開発することを目標とする。

2. 色識別能力

2.1 定義

色を再現するには色の性質を構成する要素を知る必要がある。HSV 色空間や HSL 色空間での色表現は人の色を認識する感覚に近く⁽³⁾⁽⁴⁾、色を再現するという本研究の目的に適している。ここではデジタルイラストレーションツールで良く用いられることから、HSV 色空間を利用した色表現に注目する。

HSV 色空間において色の性質は色相、明度、彩度(図(1))の3要素(以下色の三属性)から構成される⁽⁵⁾。これらのパラメータを変化させることで色の性質が変化する。

この色の三属性がわかれば任意の色を再現することが可能となる。このことから本研究で向上を目指す「色識別能力」は、色を見たときに色の三属性にどのような違いがあるかを識別する能力とみなす。

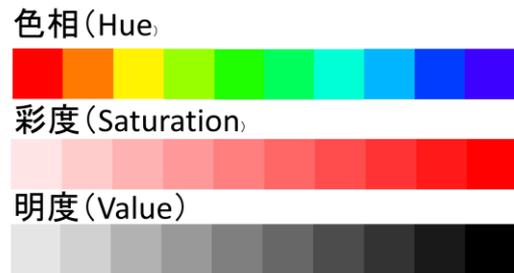


図 1 色の三属性

2.2 既存手法

既存の方法で色識別能力を向上させること、および学習を行うことについて整理する。

2.2.1 関連研究

色識別能力の向上に関する先行研究は少ない。先行研究の一つ⁽⁶⁾では明度の識別トレーニングを行うデジタルのトレーニングツールの研究が行われている。紙媒体でのトレーニングに伴うツールの劣化や、数が必要なこととその保有の難しさを解決するため、コンピュータのディスプレイ上でのトレーニングツールを提案している。このようにツールのデジタル化にとどまっておらず、トレーニング者がどのような学習を行うかといったことに焦点が向けられているものはない。また後述するように近年にはデジタル版のトレーニングツールも既に存在しており、今後の研究が必要となるのはデジタル環境下でいかに学習を行うかということになるのではないかと考えられる。

2.2.2 HVC 色感トレーニングカード

HVC 色感トレーニングカード⁽⁷⁾では色の三属性に対してそれぞれの視点からトレーニングが可能である。これにより色の三属性のそれぞれの属性内での識別能力を向上させることができる。トレーニング方法は、カードを並べることで正しい表を完成させるものである。それぞれ色相は色相環の再現、明度はグレースケールの明度のグラデーション、彩度は等色相断面で色のついたカードを並べ完成させることを繰り返してそれぞれの要素を識別する能力を向上させる。

2.2.3 新版色彩能力テスト

色彩能力テスト⁽⁸⁾では微少な色の差の識別を行う能力判定、またそれを繰り返すことでの能力向上が可能である。テスト内容は3種存在し、それぞれ微少な色差を識別するもの、色の三属性の識別を行うもの、色

の変化の尺度の識別を行うものである。

これらのテストを行うことで、自身がどの色相の系統だと色の差を識別出来ないか、色相、明度、彩度のどの変化が識別できないか、どの色の属性の変化が識別できないかといった、自身の能力をより詳細に把握することが可能である。

2.2.4 デジタル版 HVC カラートレーニング

デジタル版 HVC カラートレーニング⁽⁹⁾では紙媒体でなくデジタル環境でのトレーニングを行うことが出来る。HVC カラートレーニングと色彩能力テストのトレーニングのうち、微小な色差の識別以外をデジタル環境で行うことが可能である。

2.2.5 解決すべき課題

既存の学習ツールで色能力を向上させるということについてはおおよそ十分なものが揃っていると考えられる。ただし実際の色の要素は一つの属性に注目すれば良いというわけではなく属性がいくつか複合しているため、明度と彩度が複合して変化しているもののトレーニング等も必要な可能性がある。

また既存のツールで能力向上は十分だが、効率的な学習ということを考えた際には不十分な点が考えられる。まず同じテスト問題をを用いた繰り返し等の総当たりの学習が必要になることが挙げられる。効率よく学習を行うためにはトレーニング者が必要としている問題をより多く、得意としている問題をより少なくするような、問題の提供が必要である。また自身でテスト結果を記録して能力を把握しても、そこから学ぶ問題も自身で選択しなくてはならないといった課題がある。自分のできていない部分に対しての学習を自身で用意するのは難しく、出来ていない問題を繰り返し解くことになりがちである。出来ていなかった問題は見直してもわからないままのことが多く、変化のわからないものをカンで並べるような意味のないトレーニングになってしまう可能性がある。したがってトレーニング者のできている部分とできていない部分の境界を探り、段階を追って問題を提示するようなことが必要である。

3. アプローチ

色認識能力を効率よく学習し、能力を向上させるための手法を検討する。

3.1 スキル学習

足し算や引き算といった、学習対象を記号で表現可能なものを学習するものは形式知学習と呼ばれる。この学習ではトレーニング者が大脳内で記号の操作を繰り返し、記憶することによって学習が進む。これに対し絵や音楽、スポーツのような学習対象の記号表現が困難なものを学習するものはスキル学習と呼ばれる⁽¹⁰⁾。

色認識能力の学習は色そのものを記号で表すことは可能だが、その記号部分の記憶で能力を向上させるものではない。実際にそこに見える色がどんな色であるかということ記号表現することは困難であり、この学習はスキル学習に当てはまると考えられる。よって、この研究ではスキル学習を行うトレーニングシステムという考え方でシステムを検討する。

スキル学習では知覚認識、認識結果に応じて最適な行動の選択、行動、成果といった4つの相互作用で学習が行われる⁽¹⁰⁾。色認識にこれを当てはめると順に、対象の色の知覚、知覚した色に応じて調整する要素を決定

パラメータの操作、色の表示となる。これらのどこで誤りが発生しているのかを発見し、それを修正することがスキル学習の支援には求められる。

したがってトレーニング者がこのどこで誤りをしているのか、といったことがわかる問題を作成し誤りを発見することでトレーニング者の今後の取り組む問題の方針を決定することができる。特に色の学習において誤りが発生しやすい部分は対象の色の知覚と知覚した色に応じて変更する要素を決定の部分と思われる。

本研究では知覚した色に応じて変更する要素を決定する部分に注目し、これをトレーニング可能な問題を作成する。

3.2 トレーニング

トレーニングではそれぞれの要素についての問題を5問3セットで行う。これはアナログでのトレーニングツールで紹介した「新版 色彩能力テスト」で行うテスト兼トレーニングを参考に設定している。

同ツールで行う測定の中に能力の測定用の問題群15問を回答することを3セット繰り返すものがある。ここでの問題群は色相、彩度、明度の3要素すべてを含むものである。また1問あたりで問われるのは一つ

の要素のみで、要素が複合したものは無い。この測定自体がトレーニングを兼ねており、これを繰り返すことによって学習者の能力を向上させる。

このことから今回行う1つの要素のみに着目したトレーニング問題は、前述の5問3セットに設定した。時間は1問当たりの回答時間20秒とし、合計300秒でのトレーニングを行う。

トレーニング問題の例を以下の図(2)に示す。図は色相の異なる2つの色と回答のボタンを表示している。トレーニング問題ではある色2つと、その色の今回トレーニングする要素が異なった色1つもしくは同じ色の3つの色を表示する。学習者はこの中からどれが要素の異なっているのかを答える。回答は同様に選択式で、学習者は「左」、「中央」、「右」、「すべて同じ」、「わからない」の5つのうちから回答を選択する。ここではすべて同じ色の表示を含むのは、勘による回答でオーバーレイモデルが学習者の能力に対して正確に更新されない可能性を減らすためである。

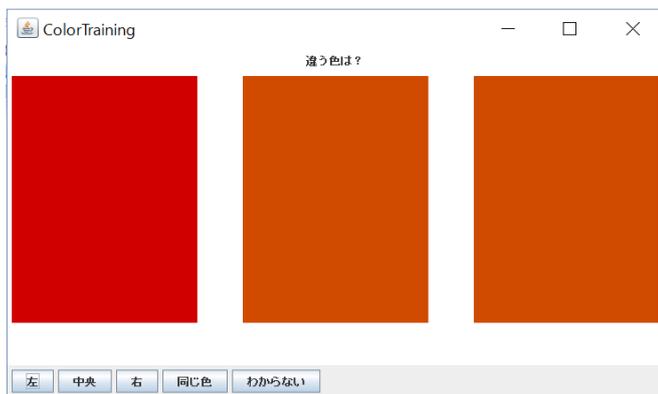


図 2 トレーニング問題例

3.3 優先度の高い問題の提供

効率的な学習のためには学習者に対してその個人の必要な問題を提供する必要がある。^{*(11)}では形式知学習における学習者の不得意分野をシステムが同定し、学習者が次に必要な問題を決定する研究が行われている。このような学習者が得意な部分の学習を減らし、不得意な部分を重点的にトレーニングすることはスキル学習についても有効だと考えられる。

^{*(11)}の形式知学習では学習対象に学習領域の分類区分を設定し、木構造で表している。これは学習領域が包

含関係に基づいて階層的に分類できるものを対象としているため可能であるが、本研究で行う色識別の学習は包含関係で表すことが出来るのは一部であり、全体を木構造で表現することは不可能である。これに対し本研究では図(3)のように色相、明度、彩度の変化という三属性、色の系統、難易度の組み合わせを構成要素とするオーバーレイモデルで学習対象全体を表現し、その達成度から優先して学習すべきものを決定することを考える。難易度は今回1、2、3の3段階を用意することを予定している。

トレーニングでの結果は全てオーバーレイモデルに反映され、トレーニング終了ごとに次に提示するトレーニング問題がオーバーレイモデルに基づいて決定される。

	R系統			G系統			B系統			スコア
	難易度1	難易度2	難易度3	難易度1	難易度2	難易度3	難易度1	難易度2	難易度3	
色相変化										
明度変化										
彩度変化										
スコア										

図 3 オーバーレイモデル

3.4 難易度

本システムで扱う問題の難易度は、学習要素の分割の細かさで決定する。以下の図(4)は色相における難易度の例である。

色相全体を255段階とし、これを分割する幅によって難易度が決定される。

彩度及び明度も同様にして分割幅が細くなるほど難易度は上がり、分割幅が大きくなるほど難易度は下がる。



図 4 難易度例

3.5 プレテスト

最初の学習開始時にはプレテストを行う。ここで行うテストは正確な能力を測る目的のものではなく、このテスト結果に基づいてオーバーレイモデルの初期値を決定し、今後のトレーニング問題の出題に利用するためのものである。したがって、システムを用いた学習に際して長時間のテストが必須になることで時間当たりの学習が非効率になることや、テスト自体がトレーニングになり総当たりの学習と差が無くなるといった問題の起きない、短時間で全体の傾向を見ることが出来るテストを開発する。

プレテストではオーバーレイモデルで用意した難易度 1~3 のうち、すべての要素について難易度 2 のもののみ行う。また出題する問題数はそれぞれの要素 1 つにつき 1 問である。ここで問題に正解した場合、その要素に対してはトレーニングで難易度 3 の問題を提示し、誤答した場合は難易度 1 の問題を提示する。難易度 2 のトレーニングについては、プレテスト後のトレーニングによってオーバーレイモデルが更新された時に選択される場合がある。

問題は 1 問あたり 20 秒の回答時間とし、計 9 問で 180 秒=3 分間のテスト時間を想定する。

テスト問題の例を以下の図(5)に示す。テスト問題は

ある色とそれの色の三属性いずれかが異なっているものの 2 つの色を表示し、これに対して学習者が二つの色の間での違いが何かを答える。回答は選択式で、学習者は「色相」、「彩度」、「明度」、「わからない」の 4 つのうちから自身の回答を選択する。

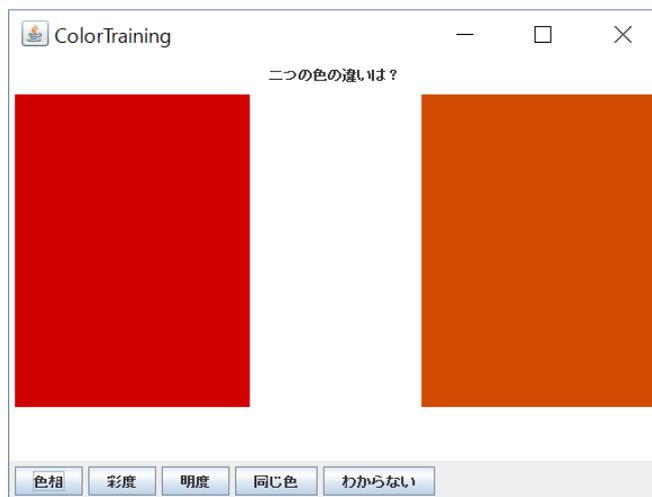


図 5 テスト問題例

4. システムの設計

本研究で開発するシステムの設計について述べる。

4.1 対象とする利用者

本システムでは、色識別に関するトレーニングを受けたことがない学習者を対象とする。ユーザ登録を行うことによって複数人での利用が可能だが、同時に複数人での学習は行わない。

4.2 ユースケース図

本システムのユースケース図を以下の図(6)に示す。学習者名の入力では、学習者が本システムを起動した際にログインまたはユーザ登録を選択する。データベースにユーザ情報を登録し、ログインを行った場合はユーザをログイン状態にする。

学習者は初回であればプレテストを選択し、そうでなければトレーニングを選択することで学習を開始する。

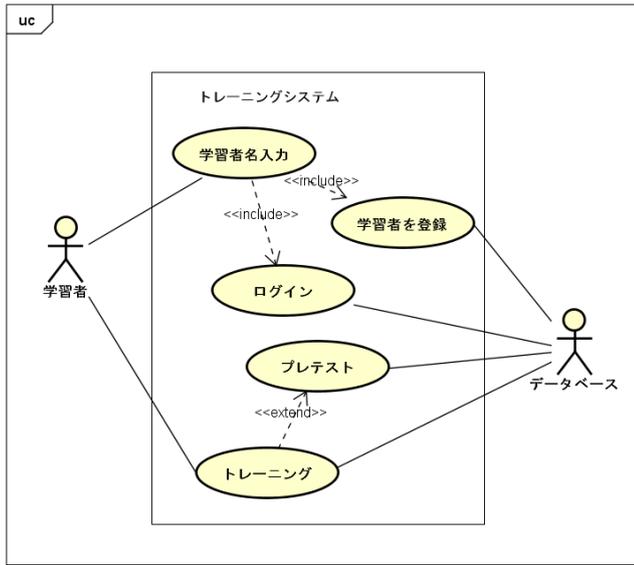


図 6 ユースケース図

持つ。テストセットはこの問題を複数(「問題数」の数)持つ。

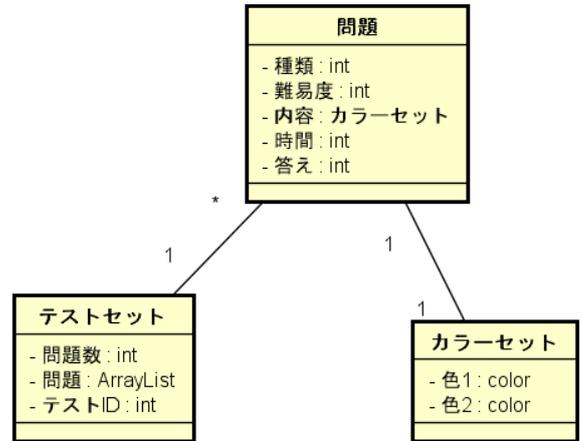


図 8 オーバーレイモデルとユーザ

4.3 クラス図

本システムのクラス図の一部を示す。図(7)は、ユーザとオーバーレイモデルを表している。オーバーレイモデルクラスは、オーバーレイモデルの各要素に対しての中身を持つ属性の「要素」と、このオーバーレイモデルがプレテストの実行によって初期状態が決定されているかを示す属性の「状態」を持つ。要素は二次元の配列で、オーバーレイモデルの中身と、各トレーニングを行う要素についての学習回数を記録する。

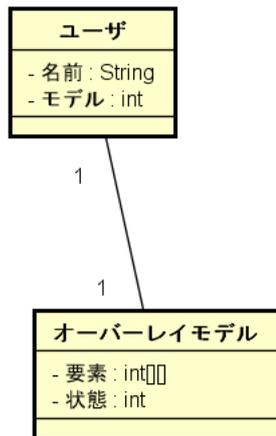


図 7 オーバーレイモデルとユーザ

4.4 アクティビティ図

本システムを用いての学習の流れのアクティビティ図を次の図(9)に示す。図は学習者とシステムの動きの流れを示している。学習が開始した時、プレテストが未受験であればプレテスト問題を表示する。学習者はこれに回答を行い、終了後オーバーレイモデルを更新する。プレテスト受験済、もしくは受験終了後、システムはオーバーレイモデルに基づいてトレーニング問題の表示をする。学習者がこれに回答し、トレーニングの終了後、オーバーレイモデルを更新し学習を終了する。

図(8)は問題について表している。カラーセットは 2 つの色の組み合わせを持つ。問題はテストかトレーニングかを示す属性の「種類」、難易度を示す「難易度」、問題に使う色の組み合わせである「内容」、この問題の回答時間を示す「時間」、問題の正解を示す「答え」を

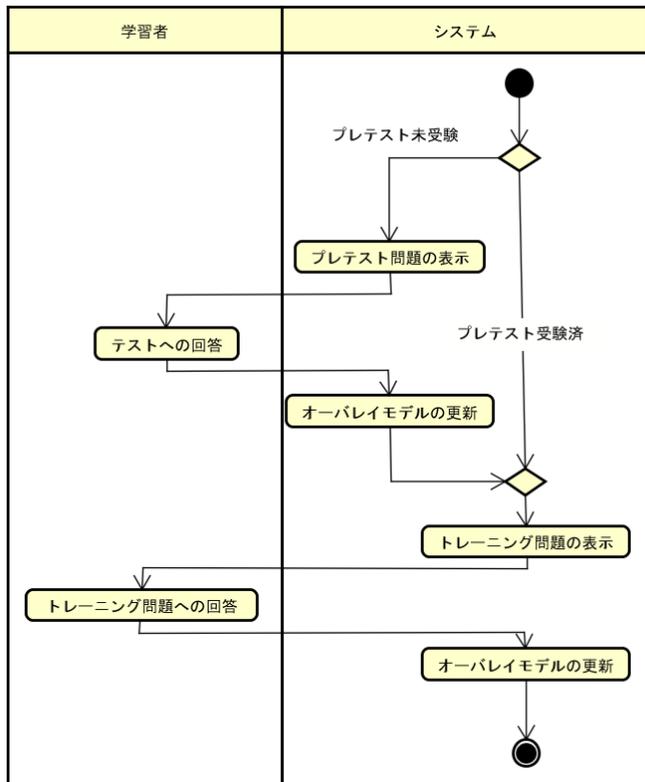


図 9 学習部分についてのアクティビティ図

5. 評価

提案手法の評価は学習時間に関する効率性を比較することで行う。本研究ではトレーニング時間あたりのテストの点の上昇率を効率性と定義する。

はじめに色認識能力を確認するプレテストを行う。その後テストの点に偏りがないような2つの組に分かれて同時間の既存のツールを用いたトレーニングとシステムを用いたトレーニングを行う。トレーニング後再びプレテストを行い、そのテストの点とトレーニング時間を用いて効率性を計算、比較を行う。

また本研究では色覚異常の場合の能力向上といったことに考慮していないため、被験者はあらかじめ色弱であるかの確認テストを行い、該当する場合は実験には参加しない。

6. おわりに

本研究では、個人がデジタル環境での色識別能力を効率よく向上させる環境を作成することを目的に、スキル学習の支援を行うという観点からトレーニング問題を作成し、それを用いた誤りの発生する部分を特定、学習者の必要な問題を提示するシステムを開発する。このシステムを利用することにより既存の学習方法と

比較して短い時間での能力向上が期待される。

また今回開発するシステムではトレーニング時に使用したモニタ内で、学習者が色の再現ができるようになることを目標としている。よってトレーニングできる色の範囲は学習に使用したモニタが再現できる色の範囲に限られる。そのため異なったモニタ等でこのシステムを用いた場合適切な成果が得られないことが考えられる。このことから、今後の課題としてシステムを他の環境で扱う場合にモニタごとの色域や表示の設定について対応する方法の検討が考えられる。

加えて、今回作成するシステムではオーバーレイモデルを用いた優先度の高い問題の提供の効果を見るためのものになっている。このため、学習をより効果的なものにするためにはフィードバックの設定なども課題である。

参考文献

- (1) 柏原 剛, 市川 衛, 豊原 正智, 松井 桂三: “絵を描くことを主体とした疑似同期型 CGM サイトの構築”, 情報処理学会研究報告(CD-ROM), 3号, ROMBUNNO.EC-17,NO.15 (2010)
- (2) 赤澤 智津子: “色相と彩度の異なる2色間における明度識別”, 千葉大学学位申請論文 (2009)
- (3) HSV 色空間: 研究開発: 日立
http://www.hitachi.co.jp/rd/portal/glossary/en%E2%80%A2_h/hsv%E2%80%A2_irokuukan.html(2016年9月5日確認)
- (4) John C. Russ: “The IMAGE PROCESSING Handbook Third Edition”, CRC Press, Boca Raton (1998)
- (5) 内田広由紀: “7日間でマスターする配色基礎講座”, 株式会社視覚デザイン研究所, 大阪 (2000)
- (6) 軽部 貴之, 赤澤 智津子: “ディスプレイを用いた明度識別トレーニングツールの研究”, 日本デザイン学会研究発表大会概要集 58, pp.210-210 (2011)
- (7) <改訂版>HVC色感トレーニングカード
<http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/KYOUZAI/hvc2/hvc2-1.htm> (2016年8月10日確認)
- (8) 新版色彩能力テスター
<http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/KYOUZAI/jcat/jcat-1.htm> (2016年8月10日確認)
- (9) デジタル版HVCカラートレーニング
<http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/KYOUZAI/digital-HVCtr/dhvctr-1.htm> (2016年8月10日確認)

- (10) 曾我真人: “スキルの診断と学習支援”, 第38回教育システム情報学会全国大会 (2013)
- (11) 金子 真也, 上之菌 和宏, 橘 知宏, 佐藤 彰紀, 橋立 真理恵, 古宮 誠一: “学習者の不得意分野を同定する CAI システム : 学習者モデルと教授ロジックの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告. KBSE, 知能ソフトウェア工学 108(384), pp.25-30 (2009)