

適応的なデジタル色識別能力トレーニングシステムの開発と評価

Development and Evaluation of Adaptive Training System for Digital Color Recognition Skill

大坪 誠^{*1}, 長谷川 忍^{*2, *1}

Makoto OOTSUBO^{*1}, Shinobu HASEGAWA^{*2}

^{*1} 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

^{*1} School of Information Science, JAIST

^{*2} 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター

^{*2} Research Center for Advanced Computing Infrastructure, JAIST

Email: {s1510065, hasegawa}@jaist.ac.jp

あらまし：近年，デジタル環境においてコンテンツを作成・利用する機会が増加しており，一般のユーザがデジタル環境上で目的の色を識別・選択するスキルの重要性が高まっている．本研究では，こうしたデジタル環境における色識別能力を効率よく向上させるため，色識別に関するトレーニング領域を色の三属性と RGB 色系統を組み合わせたオーバーレイモデルで表現し，学習者の不得意な部分を優先度の高いトレーニング課題として提供する適応的なシステムの開発を行った．また，大学院生を対象とした評価実験を行った結果，提案システムによって提示された課題と学習効果に一定の関連があることが示された．

キーワード：デジタル色識別能力，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

デジタルデバイス及びネットワークの普及に伴い，一般ユーザがコンテンツの作成・発信を行うコンシューマ・ジェネレイテッド・メディア（CGM）が身近なものとなっている．デジタル環境でのコンテンツは，ディスプレイに再現できる範囲で色を自由に利用できるため，豊富な色を活用したコンテンツの作成が行いやすいという利点がある．一方で，こうした一般ユーザがデジタル環境においてコンテンツを作成する際に，目的の色を識別・選択する能力の必要性も高くなっている⁽¹⁾．

しかしながら，一般ユーザが色識別能力を向上するためのトレーニング環境は十分に普及しているとは言いがたい．既存のトレーニングツール^{(2),(3)}は道具として要素が強く，どのようにトレーニングを行うかは学習者に任せられていた．このため，自身の能力を把握して適切なトレーニングを行うことは容易ではない．

こうした問題に対して，本研究では一般ユーザを対象に，見た色を理解しそれを再現できるようになるための第一歩として，デジタル環境下で個人が行う色識別能力を効率よくトレーニングするための適応的なシステムを開発する．つまり，少ないトレーニング回数で色識別能力が向上できるようなシステムを実現することを目指す．

2. 色識別モデル

デジタル環境における表色系としては，RGB モデルや HSV モデルが一般によく利用されているが，本研究では人の色認識の感覚に近く⁽⁴⁾，既存ツール⁽³⁾でも利用されている，マンセル・カラー・システムに注目する．マンセル・カラー・システムにおいて

は，色の性質は色相，明度，彩度の 3 属性から構成されている．さらに，人間の網膜にある錐体細胞の特性から⁽⁵⁾，光の三原色である RGB 色系統も色識別において重要な役割を果たしていると考えられる．

そこで本研究では，図 1 に示すように，これらの要素を組み合わせた色識別モデルを提案する．色識別モデルをユーザのトレーニング履歴と組み合わせたオーバーレイモデルとすることで，学習者の不得意な課題をより多く，得意な問題をより少なくするといったトレーニングを実現することが可能となる．

	R系統	G系統	B系統
色相			
明度			
彩度			

図 1. 色識別モデル

3. 色識別トレーニングシステム

プロトタイプとして開発した色識別トレーニングシステムのインタフェースを図 2 に示す．トレーニングでは，ある色と要素が異なる色の 2 つを提示し，回答は「色相」，「彩度」，「明度」，「同じ」，「わからない」から選択する．また，トレーニング結果は学習者毎のオーバーレイモデルに反映され，最も達成度の低い要素が次の課題として優先して提示される．

4. 評価実験

色識別トレーニングによる「スキルの伸び」と学習プロセスを記録し，学習者の不得意な部分を優先してトレーニングする提案手法の有用性について考察する．



図 2. 色識別トレーニングシステム

4.1 方法

被験者は、色識別能力に関するトレーニングを行なったことがなく、色覚異常によって色の識別が困難でない大学院生 20 名を対象として、提案システムと既存ツール⁽³⁾の 2 群に分けてトレーニングを実施した。なお、ディスプレイの違いによる影響を避けるため、実験は全て同一の PC (TOSHIBA dynabook KIRA V73/PS) を利用した。また、プレ・ポストテストおよびトレーニング課題で利用した色セットは既存ツールで出題される色の組み合わせと同一にした。

具体的な手順は以下の通りである。

(1) プレテスト【7 分】

RGB3 系統と色相・明度・彩度を組み合わせたトレーニング課題と同様の 27 問をランダム順に出題した。

(2) トレーニング【60 分】

それぞれのグループで、課題 20 問を 5 分間で回答するトレーニング 3 セットを、休憩を挟んで 3 回繰り返した。なお、提案システムでは学習者毎にプレテストを初期状態とするオーバレイモデルに基づいたトレーニングが、既存ツールではすべての被験者で規定内容のトレーニングがそれぞれ行われた。

(3) ポストテスト【7 分】

プレテストと同一の課題をランダム順に出題し、能力の伸びを測定した。

4.2 結果・考察

表 1, 2 に要素毎のプレ・ポストテストの平均正解数 (左: プレ, 右: ポスト, 全て正解の場合は 3.0) を示す。プレテストからポストテストで向上した全体の正解数は提案システム, 既存システムいずれも平均 6.0 問であり、条件間で差は見られなかった。

しかしながら、提案システムが B 系統の明度を除く要素でまんべんなく結果が向上していることと比較して、既存システムでは要素による向上度合にばらつきがあることがわかる。これは、規定のトレーニング課題に要素間の偏りがあったためであると考えられる。このため、色識別モデルの要素毎のスキル向上の観点からは、適応的なトレーニングの提供が一定の効果があることが示唆された。

表 1. 提案システムによる結果 (n=10)

	R系統	G系統	B系統
色相	2.4 2.9	2.2 2.7	2.3 2.7
明度	1.7 2.2	1.5 2.6	1.5 1.8
彩度	1.4 2.3	1.3 2.4	1.8 2.4

表 2. 既存システムによる結果 (n=10)

	R系統	G系統	B系統
色相	1.3 2.5	2.4 2.9	2.1 3.0
明度	1.4 2.4	1.7 1.9	0.6 1.8
彩度	2.0 2.1	1.4 1.7	1.4 2.0

5. おわりに

本研究では色識別のトレーニングにおける学習要素を RGB 色系統と色相・彩度・明度からなる色の三属性を組み合わせたオーバレイモデルで表現し、学習者の達成状況と重ねることで不得意部分の特定と不得意部分の要素を持つトレーニング課題を提示する適応的な色識別能力トレーニングシステムを開発した。また、実装したプロトタイプと既存ツールを利用したトレーニングを比較した評価実験を行うことで有効性を調査した。その結果、提案システムと既存ツールでトレーニング後に向上した正解数には差が見られなかったものの、要素毎に比較すると提案システムの方がより均一な正解数の向上が見られた。このことから、適応的なトレーニング課題の提示手法について一定の妥当性が示唆された。

今後の課題としては、回答率に応じて難易度の異なる課題を提示する機能を実装することや、異なる種類の課題を実装し、どういった課題に挑戦すればよいのかといったことまで提示できるようにシステムを拡張することを目指していきたい。

参考文献

- (1) 大坪誠, 長谷川忍: “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”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.4, pp.13-20, (2016).
- (2) 日本色彩研究所: “<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).
- (3) 日本色彩研究所: “デジタル版 HVC カラートレーニング”, <http://www.jcri.jp/JCRI/seihin/KYOUZAI/digital-HVCtr/dhvc2-1.htm> (2016 年 8 月 10 日確認).
- (4) John C. Russ: “The IMAGE PROCESSING Handbook Third Edition”, CRC Press, Boca Raton, (1998).
- (5) 目黒光彦, 高橋千紘, 古閑敏夫: “混同色線理論と色覚モデルに基づくカラー画像からの弁別困難色の検出と弁別しやすい色への変換の研究”, 電子情報通信学会技術研究報告, IE, 画像工学 104(367), pp.19-24, (2004).