

広告ランディングページにおける配色推薦

邱 倩如^{1,a)} 大谷 まゆ^{1,b)} 岩崎 祐貴^{1,c)}

概要: 配色はデザインにおいて重要な役割をもち、色の組み合わせはユーザーに与える印象に大きな影響がある。しかし、広告ランディングページにはボタンやテキストなど複数のデザイン要素があり、配色を決めることはデザイナーにとって困難な作業である。本論文では広告ランディングページの配色の推薦と色変換を目的とし、広告効果を考慮した配色推薦の学習方法を提案する。また、広告ランディングページを対象として指定されたデザイン要素の色変換システムを実装した。さらに、グラフィックデザイナーや一般のユーザーから定性的な評価データを収集して配色推薦システム及び推薦結果の有効性を検証した。

キーワード: 色分散表現, 配色推薦, 画像色変換

Intelligent Color Recommendation for Landing Page Design

Abstract: Color plays an important role in users' attitudes and purchase intentions in the context of advertising. In landing page design, designers usually struggle with getting appropriate color palettes for multiple design elements, such as buttons, texts, and icons. Therefore, we build a color recommendation system for landing page design. To learn different color palettes for each design element instead of a single palette for the overall design, we use a color sequence combining multiple color palettes of design elements. We train a masked color model for color sequence completion and advertising performance prediction. Further, the system allows users to recolor a specified element in the landing page image based on recommended colors. We conduct user studies by collecting qualitative evaluation data from professional graphic designers and non-designers separately, which validates the usability of the proposed color recommendation system and the recommended results for landing page design.

Keywords: representation learning, color recommendation, image recoloring

1. はじめに

色にはそれぞれ異なる心理的効果があり、人間の感情に及ぼす影響を利用することで、購買意欲を高めることができる。色の組み合わせである配色は、カラーパレットまたはカラーシームと呼ばれる。バナー広告や広告ランディングページ (LP) などの広告クリエイティブには、写真やイラスト・ボタン・ブランドアイコンなど多様な画像素材が用いられており、それぞれに的確な配色を作成することは難しい。特にカラーパレットの活用や色彩調和論を考えた配色は、高い専門性が必要とされることから、人手による制作は非常にコストが高い。

そこで我々は広告クリエイティブ、特に広告 LP の配色推薦と色変換の自動化を試みる。本研究では、既存の広告 LP 及び実績データを活用して深層学習の技術で色分散表現と色推薦の手法を提案する。また、ユーザーが指定した広告画像中の素材の色を変換するシステムを実装する。広告 LP の色変換システムと色推薦結果の有効性を検証するために、プロのデザイナーや一般のユーザーに向けた評価実験を行う。

2. 関連研究

グラフィックデザインの領域では、Adobe Color などのプラットフォームでカラーパレットコレクションが提供され、色のデザインツールとして広く利用されている。多くの研究は、カラーパレットを制作するために、色表現モデルやインタラクティブインタフェースの改善に取り組んでいる。Color sails [4] は、離散連続な色表現モデルと色編

¹ サイバーエージェント AI Lab
CyberAgent AI Lab, Shibuya, Tokyo 150-0042, Japan

a) qiu_qianru@cyberagent.co.jp

b) otani_mayu@cyberagent.co.jp

c) otani_mayu@cyberagent.co.jp

集タスクのためのインタラクティブなツールを提案している。Color builder [5] もグラフィックデザイン用のカラーパレットを編集するインタフェースを開発した。これらのツールはユーザーとして専門的な知識を持ったアーティストを想定しており、カラーパレット作成の使いやすさを向上させるが、デザインの経験が浅いユーザーにとっては困難である。プロのデザイナーでも、デザイン作業に適したパレットの作成には時間がかかっている。

深層学習を駆使した最近の研究では、データ視覚化に適切なカラーパレットを自動で推薦するためのさまざまな手法が検討されている。Palettailor [3] では、棒グラフ・折れ線グラフ・散布図などのグラフのためのカラーパレットを生成するための自動化されたアプローチを提案している。このアプローチではグラフに含まれる、点・線・棒などの描画対象物それぞれに単一の色を割り当てている。InfoColorizer [7] は、情報やデータを視覚的に表現したインフォグラフィックを対象に、深層学習技術を利用した配色推薦エンジンを開発している。このツールでは、ユーザーはインフォグラフィック要素を手動で作成する必要があり、各要素に付与できる色は単色に限定されている。しかし、広告クリエイティブの写真やイラスト、ボタンなどの要素は、関連研究のような単一の色で描くグラフィックではなく、複数の色が使われている場合が多い。このような制作物に対応するために、各素材に対して複数の色からなるカラーパレットを推薦する手法を提案する。

また近年カラーパレットを用いた画像色変換技術が広く研究され、画像や動画の色変換で優れた性能を達成している。主なアプローチとして、K-means クラスタリングで画像の色を抽出し、各ピクセルの色を変換する方法と [1]、RGB 色空間の凸包 (Convex hull) に基づいてパレットを抽出し、画像を一連の加法混色レイヤーに分解して各混色レイヤーの色を変換する方法 [2], [6] がある。凸包に基づくパレットは、凸包の内部に含まれる重要な色を見逃す可能性があるため、本研究の色変換システムでは、K-means クラスタリングを採用している。

3. 提案手法

本研究は、主に配色推薦エンジンと色変換システムの構築に取り組む。配色推薦エンジンの構築方法と色変換システムの UI を図 1 に示す。配色推薦エンジンの学習のため、まず、プロのデザイナーが作成した広告 LP 画像のカラーパレットを抽出して学習データとする。次に、BERT のようなモデルをカラーパレット内の隠された色の復元とカラーパレットからの広告効果予測タスクで学習する。色変換システムでは、ユーザーが LP 中の指定した要素のカラーパレットを周囲の色を条件に推薦し、新しい色で配色し直した結果を表示する。

3.1 データセット

本研究は、広告 LP を対象としている。LP とは、検索結果や広告などを經由して訪問者が最初にアクセスし、商品の注文や問い合わせなどのアクション (Conversion) へと誘導するページである。オンラインマーケティングにおいてフォームやカートへの追加などの行動を喚起することは Call-to-Action (CTA) と呼ばれ、広告効果を最大化させる上で重要である。CTA に紐づくボタンなどの要素を含む周辺領域は Offer エリアと呼ばれ、CTA への誘導を行ったり、CTA に関連するメッセージを表現する領域である。

本データセットは、広告 LP 画像 4,970 枚及び Offer エリア・CTA エリアのアノテーション情報を持つ。Offer エリアを除く LP 画像からメインカラーを、CTA エリアを除く Offer エリアの画像から Offer カラーを、CTA エリアから CTA カラーをそれぞれパレットとして抽出している。CTA はボタンとして実装されていることが多いので、CTA カラーパレットはテキスト検出技術を用いて文字色と背景色の 2 色を抽出している。一部の LP には複数の CTA エリアが与えられているため、CTA エリア基点でレコード数は 6,830 となる。CTA の背景色と文字色の色分布は日本色研配色体系 (Practical Color Co-ordinate System) の色相 (Hue) と色調 (Tone) にわけて図 2 と図 3 に示す。現データで、ほとんどの文字色は白 (W:white)、多くの背景色は黄色、赤、緑の色相と明るく鮮やかな色調 (b:bright, v:vivid) が用いられている。

広告効果指標は、コンバージョン率 (CVR: Conversion Rate) と Google 広告サービスで使用されるスコアリング指標である品質スコア (QS: Quality Score) である。

3.2 色分散表現に基づく配色推薦

色は、RGB、HSV、CIE Lab 色空間などの色空間の値によって表されることが多く、標準的な色名の規定もある。例えば、赤は RGB 色空間で (200, 37, 54) と表現され、日本工業規格 (JIS Z 8102:2001) の色名システムで「vv-R」を示される。本研究では、OneHot-Encoding で表現されたそれぞれの色を、実数ベクトルに変換する表現学習を検討する。自然言語処理では、単語の分散表現を学習するための単語埋め込みモデルが研究されている。我々が取り組む色表現の問題では、色を単語として、カラーパレットは文章として扱う。複数のコンポーネントからは複数のパレットが抽出される。パレット間の関係性を捉えるため、BERT を用いたモデルでそれぞれの色を分散表現に変換する。BERT [8] は複数の NLP タスクで高いパフォーマンスを達成した言語モデルである。

ここで、広告クリエイティブを $D = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ とし、 $\{A_i\}$ はデザインコンポーネント領域とする。コンポーネント領域 A_i は m 個の色特徴、 $C_i = \{C_{i_1}, \dots, C_{i_m}\}$ で表す。広告 LP の実験では、メインカラーは 5 色 $\{C_{1_1}, \dots, C_{1_5}\}$ 、

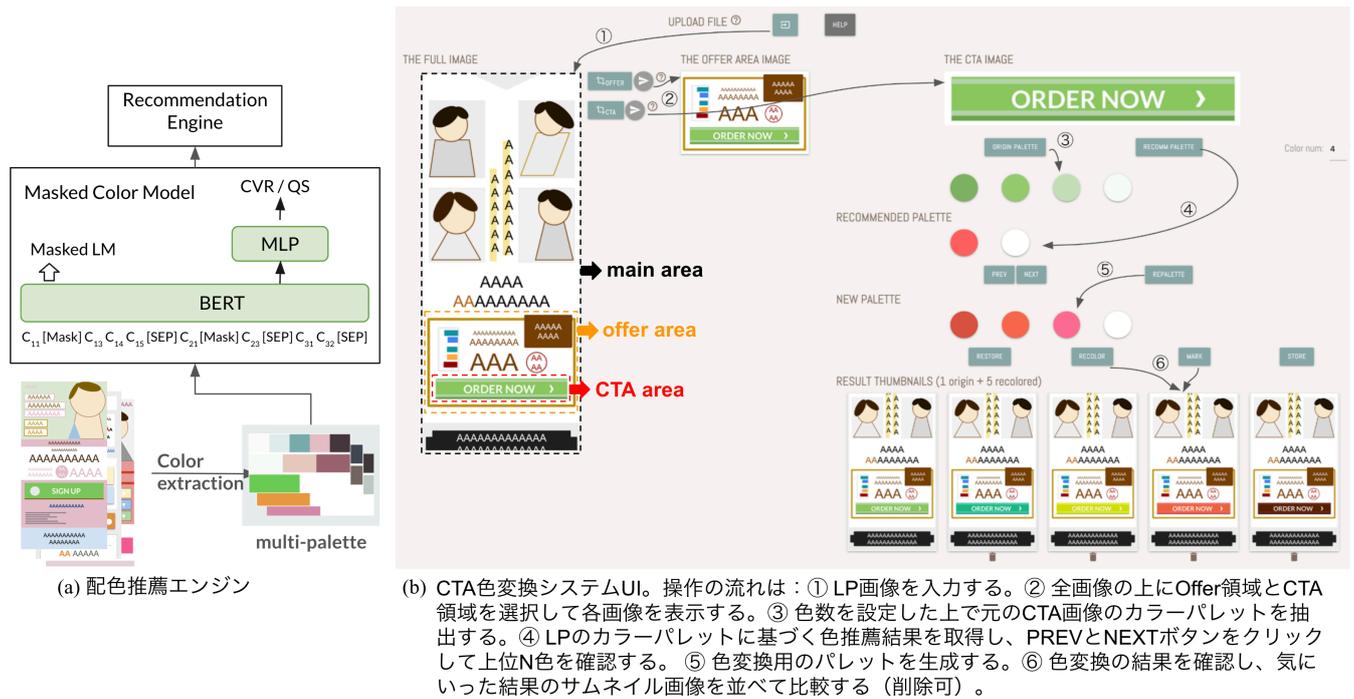


図 1 配色推薦エンジンと配色変換システム UI。広告画像の著作権等の制限があり、このLP 画像はサンプルに置き換えている

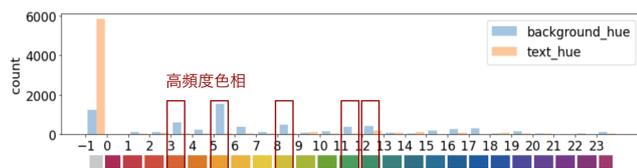


図 2 CTA パレットの色相分布

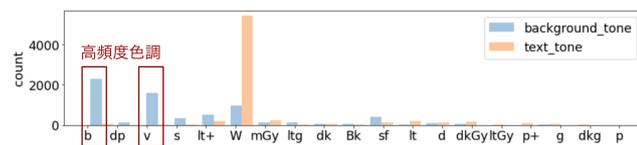


図 3 CTA パレットの色調分布

Offer カラーは 3 色 $\{C_{21}, \dots, C_{23}\}$ 、CTA カラーは 2 色 $\{C_{31}, C_{32}\}$ とした。今後文書特徴との組み合わせも検討する。入力として扱う埋め込みは、色 ID として数値に変換したトークン埋め込み、パレット ID というセグメンテーション埋め込み、および色位置埋め込みの合計である。色トークン埋め込みには、各パレットの間に「SEP」トークンを入れる。図 4 に示した BERT を用いたトレーニングモデルでは 2 つのタスクを設定している。1 つ目のタスクは、Masked LM (Masked language model) として、マスクされた色を予測することで色表現を学習する。このとき、カラーパレットの 15% のトークンをランダムにマスクする。2 つ目のタスクでは、BERT モデルの最終層の隠れベクトルを多層パーセプトロン (MLP) に入力し、CVR や QS の評価指標を予測する。

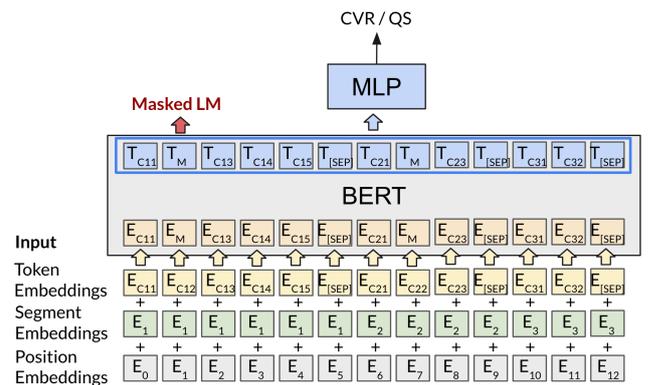


図 4 BERT を用いたカラーパレット学習モデル

配色推薦では、色変換対象となるデザインコンポーネント領域の色特徴のうち 1 色を別の色に置き換え、新たな色特徴のコレクションとのペア (A_i, C_i) から、評価指標を推定する。全ての色を評価指標の予測値にもとづいた順位を求め、上位 N 色を推薦する。1 つの CTA カラーを調整した結果は次のセクションに示す。複数の色を変換する場合は、複数の色に対応する入力をマスクし、推定された色の組み合わせから一つの確率を出し、確率の高いものを候補とする。これも、評価指標の予測値が高くなる上位 N 色を推薦する。

4. 色変換における実装

4.1 配色拡張

図 1 (b) に示すように推薦される色数が元の画像から抽出された色数より少なくなる場合がある。この問題に対処

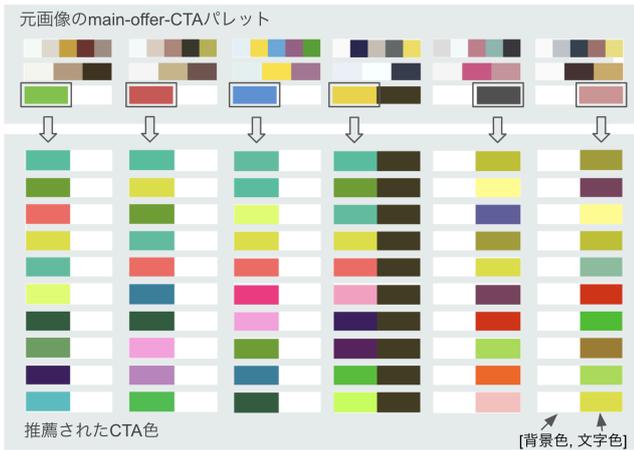


図5 サンプルパレットに対して推薦された上位10件の色

するため、色変換用のカラーパレットを拡張するアプローチを提案する。元のカラーパレットが4色、推薦されたカラーパレットが2色からなるとする。まず、元のパレットの変換する4色を、推薦された色と同数のグループにクラスタリングする。ここで、クラスタリングの距離関数は、無彩色と有彩色を区別するために色相チャンネルに基づいている。図1(b)の例では、緑系の3色が1グループ、白の1色が1グループになる。次に、それぞれのグループを推薦色にマッピングする。ここでは、緑系の色グループと推薦された赤系の色、白系の色グループと推薦された白とマッピングされる。最後に、Lab色空間を使い、線形内挿法によって推薦された色に対応するグループに含まれる色と同数の色に拡張する。線形内挿は既存のデータの間で直線で結んで多くのデータを推定する手法である。拡張された色は明度(L)に従ってを並べ替える。

4.2 インタラクティブ色変換システム

広告LP制作の場合、明るい背景色に白または黒のテキストを使う例や、白背景上にカラフルなテキストを用いたデザインが多い。そこで、ケーススタディとして、CTAエリアに使われている有彩色の1色を調整するプロトタイプシステムを作成した。具体的には、ユーザーが指定した画像領域の色を変換できるインタラクティブなインターフェイスを開発した。図1(b)に示すように、広告LPの全体画像とOfferエリア・CTAエリアの画像がユーザーに表示される。このサンプルを見ると、元のCTAエリアは「ORDER NOW」を含む緑のボタンで、推薦された色は明度と彩度が異なる緑の色、または明度と彩度が近い異なる色相の色である。図5では、別のサンプル画像から抽出されたImage-Offer-CTAパレットにおいて推薦された上位10件の色推薦結果を示す。サンプルケースでは、推薦された色は図2と図3に示したトレーニングデータと同様の色相と色調の特徴を持っており、明るい黄色や赤や緑が推薦されている。

4.3 評価実験と考察

LPのCTA色変換システム及び色推薦結果を評価するために、2つの評価実験を実施した。まず1つ目の実験では、LPのCTA色変換システムの使いやすさと色推薦結果の有効性に対して、プロのデザイナーを対象にアンケートを実施した。次に、一般の被験者を対象に、異なる手法でCTAの色を変更したデザインを比較して評価した。ここで、BERTを用いたモデルによるCTA色推薦結果の有効性を検証するため、ベースラインとしてOneHot-Encodingで表現された色ベクトルを使ってQSを予測するモデルを構築し、提案手法と比較した。

4.3.1 色変換システムにおける評価実験

実際に提案システムを試用した13人のプロのデザイナーに対してアンケート調査を実施した。今回の調査にはLPのデザイン経験があるデザイナーが参加した。被験者はシステムの短いチュートリアルを受けたのち、システムを自由に操作した。実験中は用意されたサンプル画像に加えて、被験者自身が用意した画像を使用することができた。被験者は自由にシステムを試行した後、アンケートに回答した。デザインにおける配色行動に関する質問から、色推薦システムに対する高い需要が確認された(図6)。また、質問2と質問4では、76.9%の評価者は、このCTA自動配色ツールがLPデザイン作業に役立つと回答し(図7)、69.2%のデザイナーが仕事のためにこの色推薦システムを使用すると回答した(図9)。推薦結果について、92.3%の評価者がデザインに使える配色があると回答した(図8)。さらに、システムに対する感想として4人の被験者が「自分では選ばない色の選択肢も出てきたので、デザインイメージの幅が広がる」と回答した。

4.3.2 色推薦結果における評価実験

あるLPデザインサンプルに対して、BERTを用いたモデル、OneHot-Encodingを用いたモデル、それぞれによる色推薦結果2例ずつを評価した。被験者は元画像を含む5つのデザインのうち気に入ったCTAボタンの配色案を選択した。実験に用いたLPのサンプルは15組あり、そのうち12組のCTA背景色は有彩色、3組はCTA背景色が白であった。評価者は、10代から40代までの101名の日本人であり、男性が43.8%、女性が54.3%である。色覚多様性の特性の診断を受けたことがある、またはその可能性があるという回答した被験者はいなかった。被験者によって選ばれた回数によって色推薦結果の品質を評価した。各モデルと元画像に対して、チューキー検定(Tukey HSD)で分析した。図10と表1に各モデルの推薦結果と元画像について投票した人数の平均を示す。全体的に、BERTを用いたモデルの推薦結果(BERT.mean)は元デザイン(Original)と同等程度の評価を得ていることがわかる。また、OneHot-Encodingを用いたモデルの推薦結果(OneHot.mean)よりも多くの被験者から評価されて

Q1：LPをデザインするとき、CTAや各素材の配色を工夫しますか？

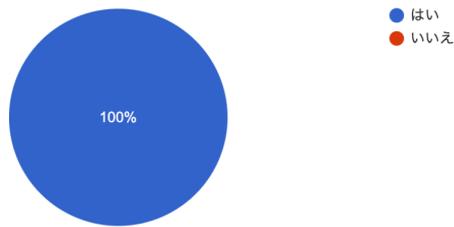


図 6 LP 色変換システムにおける質問 1 及びその結果

Q2：LPのCTAや他の素材を推薦された色で自動配色するツールは現場で役立つと思いますか？

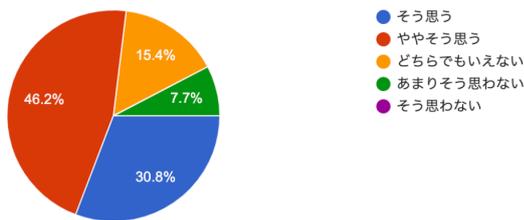


図 7 LP 色変換システムにおける質問 2 及びその結果

Q3：システムを試してみても、推薦された配色案に使いそうなものはどの程度ありましたか？

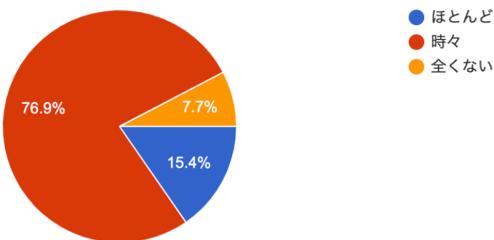


図 8 LP 色変換システムにおける質問 3 及びその結果

Q4：LP素材の自動配色システムがリリースされた場合、使用したいと思いますか？

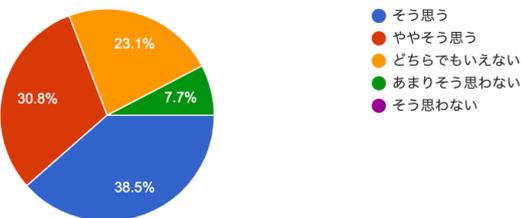


図 9 LP 色変換システムにおける質問 4 及びその結果

いることが確認された。また、各モデルの色推薦結果 2 例のうち、より多くの評価を得たものに関する分析結果を図 11 と表 2 に示す。BERT を用いたモデルの推薦結果のうちより高評価を得た作例の評価は、人がデザインした元画像よりも良い場合があることが分かる。

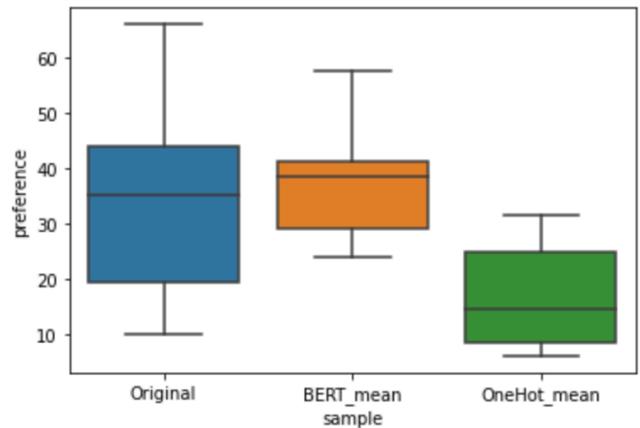


図 10 BERT および OneHot-Encoding を用いたモデルと元画像それぞれが選択された回数の平均値

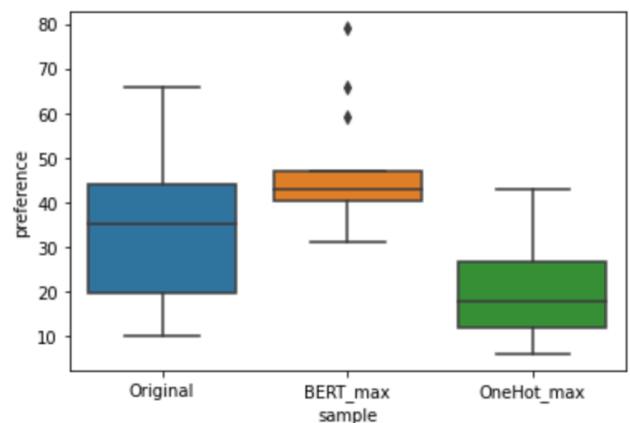


図 11 BERT および OneHot-Encoding を用いたモデルについて推薦結果のうちより高評価を得た例に関して選択された回数

表 1 各モデルと元画像それぞれが選択された回数の平均値に対してのテューキー検定の結果

Table 1 Multiple Comparison results for mean of evaluation data by Tukey HSD

group1	group2	meandiff	p-adj	reject
BERT_mean	OneHot_mean	-20.3667	0.001	True
BERT_mean	Original	-3.2667	0.7539	False
OneHot_mean	Original	17.1	0.0023	True

表 2 各モデル推薦結果のうちより高評価を得た例に関して選択された回数に対してのテューキー検定の結果

Table 2 Multiple Comparison results for maximum of evaluation data by Tukey HSD

group1	group2	meandiff	p-adj	reject
BERT_max	OneHot_max	-26.1333	0.001	True
BERT_max	Original	-13.0667	0.0478	True
OneHot_max	Original	13.0667	0.0478	True

5. おわりに

本論文では、広告 LP の色推薦と色変換手法を提案した。

主な貢献は次のとおりである。1) 色分散表現の学習と色推薦のために深層学習を用いたデータ駆動型アプローチを提案した。2) 複数の色を持つデザインコンポーネントに対して、色を変換するためのインタラクティブなツールを構築した。3) システムの使いやすさと色推薦及び色変換結果の有効性を評価した。今後、現手法で CTA 画像より複雑な素材に応用することも検討する。

参考文献

- [1] Chang, H., Fried, O., Liu, Y., DiVerdi, S., and Finkelstein, A.: Palette-based photo recoloring, *ACM Transactions on Computer Systems*, Vol. 34, No. 4 (2015)
- [2] Du, Z.-J., Lei, K.-X., Xu, K., Tan, J., and Gingold, Y.: Video Recoloring via Spatial-Temporal Geometric Palettes, *ACM Trans. Graph.*, Vol. 40, No. 4 (2021)
- [3] Lu, K., Feng, M., Chen, X., Sedlmair, M., Deussen, O., Lischinski, D., Cheng, Z., and Wang, Y.: Palettaior: Discriminable Colorization for Categorical Data, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 27, No. 02, pp. 475–484 (2021)
- [4] Shugrina, M., Kar, A., Singh, K., and Fidler, S.: Color Sails: Discrete-Continuous Palettes for Deep Color Exploration (2018)
- [5] Shugrina, M., Zhang, W., Chevalier, F., Fidler, S., and Singh, K.: Color Builder: A Direct Manipulation Interface for Versatile Color Theme Authoring, p. 1–12, *Association for Computing Machinery* (2019)
- [6] Tan, J., Echevarria, J., and Gingold, Y.: Efficient Palette-Based Decomposition and Recoloring of Images via RGBXY-Space Geometry, Vol. 37, No. 6 (2018)
- [7] Yuan, L., Zhou, Z., Zhao, J., Guo, Y., Du, F., and Qu, H.: InfoColorizer: Interactive Recommendation of Color Palettes for Infographics, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, pp. 1–1 (2021)
- [8] Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., and Toutanova, K.: BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding (2019)