

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11896

研究課題名（和文）言葉の印象を反映した対話型進化計算による配色デザインシステムに関する研究

研究課題名（英文）Research on Color Design System by Interactive Evolutionary Computing Using Impression of Words

研究代表者

荒川 薫（Arakawa, Kaoru）

明治大学・総合数理学部・専任教授

研究者番号：30183734

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：言葉の印象を反映することで、利用者が所望する配色デザインを行う方式を機械学習により実現した。まず、人が理想とする色味の画像からその色味を反映したカラーパレットを深層学習により生成する方法を提案した。これは、画像に対する人の視線情報と人が好む色情報のデータを用いたものである。次に、与えられた言葉に関連する画像を複数個収集し、この複数個の画像の色を反映したカラーパレットの生成を先の深層学習によるカラーパレット生成方式に基づいて提案した。最後に、利用者の希望を反映するように、各図案領域にカラーパレットの色の割り当てを行う方式を対話型進化計算により行う方式を提案し、その有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、情報端末やグラフィックツールの進歩により、一般の人でもポスターなどの図案の制作を行うことができるようになった。しかし、このような道具が提供されても、一般の人が自分の表したいテーマに合った図案のデザインを適切に行うことは難しい。本研究は、特に色に注目し、利用者が、自分で表現したいテーマを言葉で表すことで、その言葉を反映するカラーパレットを自動的に成し、そのカラーパレットに基づいた図案の配色を利用者の好みを考慮して行う方法を提案するものである。本研究により、一般の人が、自分で表現したいテーマを適切に反映し、好みに合った図案の配色デザインを行うことが可能となった。

研究成果の概要（英文）：A method for designing color schemes, which is preferable for users, was realized by reflecting their impressions of words to colors through machine learning. First, we proposed a method to generate a color palette that reflects the ideal color of an image for users using deep learning. This method uses data on people's gaze at an image and the color information they prefer. Next, we proposed a method for generating a color palette that reflects the colors of multiple images related to a word the user wants to express, based on the method of color-palette generation as mentioned above. Finally, we proposed a method for assigning the colors of the obtained color palette to each area of a graphical image to reflect the user's preferences using interactive evolutionary computation, and verified the effectiveness of this method.

研究分野：知覚情報処理

キーワード：配色デザイン 機械学習 対話型進化計算 視線情報 深層学習 感性

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年のグラフィックツールやパーソナルファブ리케이션技術の進歩により、個人が自ら自分の好みや主観評価を考慮して図案や物体のデザインを行うことが可能となった。

(2) しかし、デザインの専門家でない一般人が、自身で漠然と考える理想をデザインとして具現化することは難しい。このような利用者の希望を反映したデザインを行う方法に対話型進化計算があるが、対話型の操作で膨大な解空間から利用者が満足できるデザインの解を得るのは難しかった。そこで利用者が望むデザインについての補助情報を何らかの形で入力し、解空間に制限を加える必要がある。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、利用者が図案に対して所望する色味の配色を行うための方式を提案する。単なる色系統の指定ではなく、利用者が望む配色の印象を表す言葉、例えば「春」「夏祭り」「クリスマス」などを入力してもらい、それを反映して解空間を限定し、対話型進化計算によって利用者の漠然とした望みをデザインとして具現化する配色デザインシステムを提案する。

(2) まず、言葉入力による画像検索を行い、得られた画像群の色をクラスタリングし、配色に用いるカラーパレットを作成する。この際、画像群に対する視線情報を用い、利用者の希望がより的確にカラーパレットに反映できるようにする。

(3) このカラーパレットの各色を配色対象のグラフィック画像の各領域に配置し、対話型進化計算により、色の配置と調整を行うことができるようにする。

3. 研究の方法

(1) 人の視線が集中する位置を推定する深層学習：

画像の色味を反映したカラーパレットは一般に、画像の色成分をクラスタリングし、そのクラスタの代表値に相当する色を取り出すことで作成することができる。しかし、数学的に得られた代表色が、必ずしも人がその画像の代表色と認識する色と一致するとは限らない。そこでまず、カラー画像において人の視線が集中する個所を深層学習により推定する。これには、画像をディスプレイに表示し、アイトラッカーを用いて視線が集中する位置情報を表した画像を求める。65枚のカラー画像に対して視線位置画像を求め、入力画像に対して視線位置画像が得られるように畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を学習する。

(2) 画像に対する人の印象を反映したカラーパレットの作成：

次に、カラー画像における代表色を人の色に対する好みを反映して出力する方法を構築する。まず、画像を10個の色カテゴリー領域に分け、各領域の画素数が顕著に多い色5色を選ぶ。この際、顕著に多い色が4個以下の場合は、同じ色をクラスタリングして二つの領域に分け、合計が5個になるようにする。各色領域をディスプレイ上に表示させ、人が好みだと思える色の位置をマウスクリックで選択する。各色領域画像からその選択色が出力されるように敵対的生成ネットワーク(GAN)を学習させる。200枚の画像に対して学習を行い、入力画像において人が好む色が代表色として抽出されるGANを構築した。入力画像から得られた5個の顕著な色カテゴリーに対して、このGANを適用し、代表色を求める。その際、人の注目度を考慮するため、(1)で得られたCNNにより視線集中領域を求め、その領域の色ヒストグラムを重み w により画像全体の色ヒストグラムと統合し、顕著な5色を選んでGANによる代表色抽出を行う。ここで得られた5個の代表色をカラーパレットとする。 w の値により、人の注目度をどの程度考慮するかを設定することができる。

(3) 言葉入力による画像の収集：

利用者が所望する色合いを言葉で表し、それを反映したカラーパレットを作るため、言葉入力に対してインターネットから複数の画像を検索し収集する。

(4) 言葉入力に対して集められた複数の画像を反映したカラーパレットの生成：

まず、各言葉に対して収集された複数画像を結合して一枚の画像とし、この画像の代表色5色を求め、カラーパレットを作成した。この際、(2)で開発した人の印象を反映したカラーパレットの作成方式を用いて、この複数画像からカラーパレットを生成した。(2)の方式では、画像を結合すると視線位置が影響を受けるため、視線情報を求めるときは、画像一枚ずつに対して求め、各色カテゴリーにおける画素数の最大値を全ての画像に対して平均し、複数枚の画像に対する視線を考慮した代表色抽出を行った。

(5) 対話型進化計算による色の配置と色の微修正：

得られたカラーパレットの色を図案の各領域に配置する。この際、領域の最も面積の大きな個所にカラーパレットの 5 色を各々配置したデザイン画像 5 枚を表示させ、そこから利用者が好ましいと思うものを 3 枚選択する。次に、選ばれた 3 枚の画像の最大面積領域に配置された色を面積順上位 3 位までの領域に割り当てた配色を 6 通り行い表示する。この際、他の領域の色はランダムに配置する。この 6 枚の画像から、再度 3 枚選び、このうち 2 枚の組に対し、双方の面積順位の高い色が面積順位の低い領域に割り当てられるような配色を新たに 3 通り行う。この操作を繰り返し、所望の色配置が得られたら、各領域の色に微小変化を加えたものを複数通り作成し、これらを個体として対話型進化計算を行う。交叉は一様交叉を採用し、突然変異は、各色カテゴリー内で新たな色を選択しなおす。選択・交叉・突然変異を繰り返し、満足ができる配色が得られたら終了する。

4. 研究成果

(1) 人の視線と色の好みを考慮したカラーパレットの作成：

2 つの入力画像に対して求められたカラーパレットの例を図 1 に示す。Our_1:w と記載されたものが提案方式で得られたものである。また、w は視線情報の重みである。既存方法と比較し、画像を構成する色を的確に抽出し、鮮明なカラーパレットが得られることが示された。表 1 は、主観評価の結果である。数値は、10 枚の画像 (Image 1~10) に対して、提案方式(our 1:0~our 1:10)を含む 9 方式でカラーパレットを作成し、最も好ましいものとして選んだ被験者の数を示す。なお、被験者は 20 代男女 14 人である。画像によって既存方法の方が良い場合もあるが、提案方式の方が良好な画像もあり、全体的に提案方式の方が選ばれた率が高いことがわかる。



図 1 得られたカラーパレットの例

表 1 10 枚の画像 (Image1~10) に対し、最も好ましいと評価した被験者の人数

Image No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sub Total	Ratio of selection
											Total	
Method												
adobe_color	7	2	10		5	3	2	1		1	31	
adobe_soft	4	8	1		2	2	2	1		6	26	57 40.70%
k-means			1				1	1	2	5	10	10 7.10%
medium-cut							1	1	1		3	3 2.10%
colormind	1	1	1							1	4	4 2.90%
our 1:0	1		1			3	3	5	9	1	23	
our 1:2		1		1	1	2	4	2	5	1	18	
our 1:5					5	4		5			14	66 47%
our 1:10		2			8	1					11	

(2) 言葉を反映したカラーパレットの生成：

図 2 は、言葉(a)(b)(c)を入力することで生成されたカラーパレットの例である。w はカラーパレットを求める際の視線情報の重みを示す。この例より、「ハロウィン」「クリスマス」「七夕」の印象がカラーパレットの色味に表されていることがわかる。

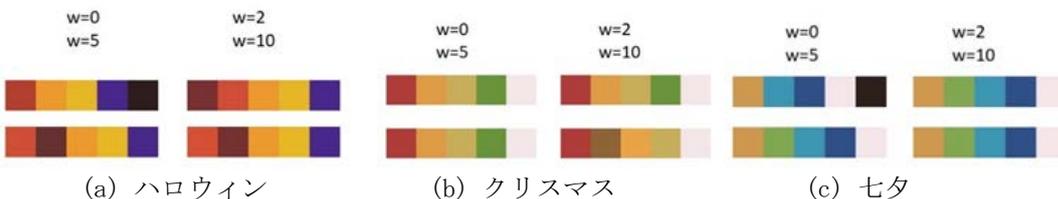
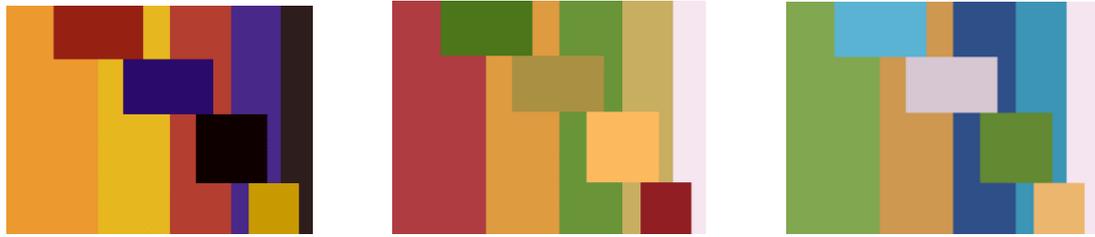


図 2 言葉入力により得られたカラーパレット例。w は視線情報の重みを示す。

(3) 対話型進化計算による配色デザイン

図 3 に、(2) で得られた 5 色のカラーパレットの色を図案の各領域に配置して配色デザインを行った例を示す。ここでは、本研究で提案した対話型進化計算による配色を行った。カラーパレットの色は 5 個であるが、6 個目以降の領域には、カラーパレットの色の明度を変えた色を配置し、隣接領域が同色になるのを防いだ。得られた実験結果より、言葉の印象が効果的に表現されていることが確認された。



(a) ハロウィン

(b) クリスマス

(c) 七夕

図3 対話型進化計算による配色デザイン結果の例

<引用文献>

- ① B. Liu and K. Arakawa, "A method for generating color palettes with deep neural networks considering human perception," IEICE Trans. Fundamentals, vol.E105-A, no.4, pp.639-646, April 2022, doi: 10.1587/transfun.2021SMP0011.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Zhaoqian TANG Kaoru ARAKAWA	4. 巻 E105-A
2. 論文標題 Spatial-Temporal Regularized Correlation Filter with Precise State Estimation for Visual Tracking	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 914-922
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transfun.2021EAP1087	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Beiyong LIU and Kaoru ARAKAWA	4. 巻 E105-A
2. 論文標題 A Method for Generating Color Palettes with Deep Neural Networks Considering Human Perception	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 639-646
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1587/transfun.2021SMP0011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Xin Chen, Arakawa Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Object Design System by Interactive Evolutionary Computation Using GAN with Contour Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 KES-HCIS 2021	6. 最初と最後の頁 66-75
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-981-16-3264-8_7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tang Zhao-Qian, Arakawa Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Visual Tracking via Robust and Efficient Temporal Regularized Correlation Filters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2021 ISCIT	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ISCIT52804.2021.9590579	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takegishi Mao, Arakawa Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Interactive Evolutionary Design Method of Tile Shape by GAN Reflecting Adjectives	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2021 ISPACS	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISPACS51563.2021.9651018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Liao Siwei, Arakawa Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Interactive Poster Design System for Movies with StyleGAN	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2021 ISPACS	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISPACS51563.2021.9651023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhaoqian Tang, Kaoru Arakawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Visual Tracking via Spatial-Temporal Regularized Correlation Filters with Advanced State Estimation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. 2020 APSIPA ASC	6. 最初と最後の頁 1145-1149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Beiyong Liu, Kaoru Arakawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Generation of Color Palettes with Deep Neural Networks Considering Human Perception	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. SISA2020	6. 最初と最後の頁 24-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhaoqian Tang, Kaoru Arakawa	4. 巻 E103-A
2. 論文標題 Correlation Filter-Based Visual Tracking Using Confidence Map and Adaptive Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1512-1519
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2020SMP0007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Kaoru ARAKAWA
2. 発表標題 COMBINATION OF GAN WITH INTERACTIVE EVOLUTIONARY COMPUTATION TO DESIGN OBJECTS
3. 学会等名 10th EEECS 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒川 薫
2. 発表標題 機械学習によるヒューマンセントリック画像処理
3. 学会等名 画像電子学会年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 標 駿也、荒川 薫
2. 発表標題 深層学習を用いた部屋画像における壁領域自動検出の一手法
3. 学会等名 電子情報通信学会SIS研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 龍 怡君、荒川 薫
2. 発表標題 深層学習によるアカペラ風楽譜の自動生成とその評価
3. 学会等名 電子情報通信学会SIS研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 龍 怡君、荒川 薫
2. 発表標題 楽曲の構造を考慮した深層学習によるアカペラ楽譜の自動生成
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 唐兆前、荒川薫
2. 発表標題 適応型空間正則化による移動物体追跡方式
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹岸真緒・荒川 薫
2. 発表標題 言葉の印象を考慮したGANを用いた対話型タイルデザインシステムとその評価
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中須賀絵莉・荒川 薫
2. 発表標題 衣服の代表色に調和するネイルの配色デザインシステム
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chen Xin, 荒川 薫
2. 発表標題 輪郭画像入力によるGANを用いた対話型進化計算デザインシステム
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 唐 兆前, 荒川 薫
2. 発表標題 適応型時空間正則化相関フィルタによる動き物体追跡方式
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹岸真緒, 荒川薫
2. 発表標題 言葉の印象を反映したGANによる対話型タイルデザインシステム
3. 学会等名 情報処理学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 リュウ バイイン, 荒川 薫
2. 発表標題 人間の知覚を考慮した深層学習によるカラーパレット生成とその評価
3. 学会等名 電子情報通信学会SIS研究会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	橋本 典久 (Hashimoto Norihisa) (60500642)	明治大学・総合数理学部・特任講師 (32682)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	リュウ バイイン (Liu Beiyang)		
研究 協力者	石田 彩奈 (Ishida Ayana)		
研究 協力者	佐藤 里菜 (Sato Rina)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小笠原 可奈子 (Ogasawara Kanako)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関